

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

## **GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SISTEMA PREDIAL DE ELETRICIDADE EM HABITAÇÕES POPULARES**

**Gustavo Henrique Vital Gonçalves<sup>(1)</sup>; Luiz Paulo da Silva<sup>(2)</sup>; José da Costa Marques Neto<sup>(3)</sup>**

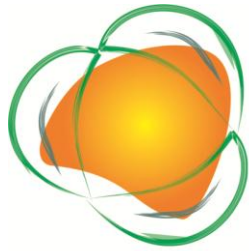
<sup>(1)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. [guvital1@hotmail.com](mailto:guvital1@hotmail.com). (16) 3620-0095; <sup>(2)</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. [silvaluizpaulo1@gmail.com](mailto:silvaluizpaulo1@gmail.com). (16) 3916-4006; <sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil (DECiv) e do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECiv-UFSCar). Rodovia Washington Luís (SP-310), km 235, Monjolinho, São Carlos - SP - CEP: 13565-905. [joseneto@ufscar.br](mailto:joseneto@ufscar.br). (16) 3306-6589.

Eixo Temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

**RESUMO** - A Construção Civil é responsável por grande parte do desenvolvimento econômico e social do país, e, por outro lado, é reconhecida como um dos setores com maior geração de impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Atualmente a grande quantidade gerada de resíduos e o seu descarte inadequado vêm causando graves impactos ambientais, sociais e econômicos, o que exige a busca por soluções rápidas e eficazes para sua gestão adequada. Os resíduos gerados pela construção civil são denominados resíduos de construção e demolição (RCD) e estes estão especificados na Resolução nº 307, de cinco de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Alguns exemplos de RCD são: tijolos, placas cerâmicas, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros. O objetivo principal deste trabalho é analisar a geração de resíduos oriundos da execução do sistema predial de eletricidade da construção de cento e três casas populares padrão, localizada na cidade de Três Fronteiras, São Paulo. Com base em visitas realizadas à obra, foi possível de quantificar os resíduos gerados na execução do serviço da instalação elétrica de três casas e estimar a quantidade de resíduo gerado na construção do conjunto habitacional.

**Palavras-chave:** Resíduos. Construção Civil. Gerenciamento de RCD. Instalação Elétrica.

**ABSTRACT** - The construction industry is responsible for much of the economic and social development of the country and, on the other hand, is recognized as one of the sectors with the greatest generation of environmental impacts, both the consumption of natural resources, landscape modification or by waste generation. Currently the large amount of generated waste and its improper disposal are causing serious environmental, social and economic impacts, which requires the search for quick and effective solutions to their proper management. The waste generated by the construc-



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

tion are called waste from construction and demolition (CDW) and these are specified in Resolution No. 307 of July 5, 2002, the National Council of the Environment (CONAMA). Some examples of CDW are: bricks, ceramic tiles, concrete, soil, rocks, metals, resins, glues, paints, wood and plywood, mortar, plaster, tiles, asphalt pavement, glass, plastics, pipes, electrical wiring, among others. The main objective of this study is to analyze the generation of waste from the implementation of building system percent of construction of electricity and three standard housing units, located in Three Borders, England. Based on visits to the work, it was possible to quantify the waste generated in the execution of the electrical installation service three houses and estimate the amount of waste generated in the construction of housing.

**Keywords:** Waste. Construction. CDW management. Electrical installation.

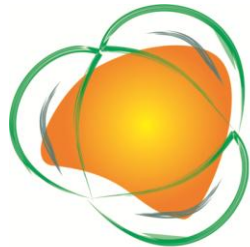
## **Introdução**

No Brasil, o projeto, a execução e a manutenção das instalações elétricas residências são balizados por uma norma técnica Brasileira, a NBR5410/2004, que é bastante enfática quanto à segurança das pessoas e dos bens patrimoniais em todas as suas prescrições e recomendações técnicas. Isto se deve em boa parte à evolução técnica e aos interesses das diversas entidades envolvidas nos processos de projeto, execução e manutenção das instalações; de fabricação de materiais e equipamentos elétricos; da prestação de serviços dos laboratórios de ensaios e dos organismos certificadores.

O crescimento acelerado das cidades e a falta de infraestrutura para suportá-lo vêm provocando diversos problemas, dentre os quais aqueles decorrentes da deposição irregular dos resíduos sólidos gerados em atividades de construção, demolição e reformas. A geração e o destino destes resíduos sólidos vêm sendo discutidos com seriedade por vários segmentos da sociedade, já que o entulho de construção chega a ser de mesma proporção que o resíduo residencial. Pinto (1999) estimou que as grandes e médias cidades brasileiras geram uma massa de entulho que pode chegar a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

O setor da Construção Civil vive hoje um “boom”, impulsionado por investimentos públicos e privados, além de programas como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e o Minha Casa Minha Vida, tudo isso aliado ao déficit de moradias no país, o crescimento do poder aquisitivo das famílias e as facilidades de financiamento oferecidas pelos bancos, fez com que geração de resíduos aumentassem proporcionalmente.

Um fator que agrava ainda mais esta situação é que todo este resíduo gerado, normalmente não é descartado de forma correta, sendo depositados em terrenos baldios, encostas ou até mesmo rios e lagos, poluindo ainda mais o meio ambiente. Junto a isso, encontra-se a deficiência de fiscalização por órgãos competentes, o que eleva ainda mais os danos causados por todo este entulho.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A escolha dos materiais é uma etapa fundamental no processo construtivo, e devem ser consideradas quantidades mínimas a serem extraídas da natureza, a energia incorporada em sua produção, os gastos de transportes, a durabilidade, a segurança, geração de entulho, o potencial de reutilização e reciclagem.

Com o crescente aumento do volume de obras no Brasil a geração de resíduos da construção civil vem crescendo proporcionalmente (PINTO, 2005). Questões ambientais são cada vez mais discutidas nas prefeituras e novas leis e normas têm sido criadas para melhorar a geração de resíduos das construções.

A quantidade expressiva desse resíduo e o seu descarte inadequado causam graves impactos ambientais, sociais e econômicos, fato que impõe a busca de soluções rápidas e eficazes para sua gestão adequada, por meio da elaboração de programas específicos, que visem à minimização destes impactos (FILHO et al., 2007). A reciclagem não é uma ideia nova; os romanos, por exemplo, reconstruíam as cidades destruídas durante a guerra de conquista utilizando escombros (HENDRIKS, 2000 apud JOHN, ÂNGULO e AGOPYAN, s/d).

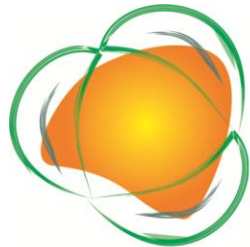
Os resíduos gerados pela construção civil são denominados resíduos de construção e demolição (RCD) e estes estão especificados na Resolução nº 307, de cinco de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), segundo a qual os RCD são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002).

Essa Resolução definiu as responsabilidades dos geradores, dos transportadores, o gerenciamento interno e externo, a reutilização, a reciclagem, o beneficiamento, aterro de resíduos, áreas de destinação de resíduos, assim como a classificação segundo as características físico-químicas. Esta resolução prevê, ainda o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal, o qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A Resolução define que os resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc. comumente chamados de entulhos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Geração de resíduos por etapa de uma obra

FASE DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
Limpeza do Terreno	Solos, Rochas, Vegetação, Galhos



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Montagem do Canteiro	Blocos Cerâmicos, Concreto (areia, brita), Madeiras
Fundações	Solos Rochas Madeiras Sucata de Ferro, Fôrmas Plásticas
Alvenaria	Blocos Cerâmicos, Blocos de Concreto, Argamassa
Instalações Hidrossanitárias	Papel, Plástico Blocos Cerâmicos PVC
Instalações Elétricas	Blocos Cerâmicos Conduítes, Mangueira, Fio de Cobre
Reboco Interno/Externo	Argamassa
Revestimentos	Pisos e Azulejos Cerâmicos Piso Laminado de Madeira Papel, Papelão e Plástico
Forro de Gesso	Placas de Gesso Acartonado
Pinturas	Tintas, Seladoras, Vernizes, Texturas
Coberturas	Madeiras Cacos de telha de Fibrocimento

Fonte: Valotto (2007)

Os resíduos da construção civil são classificados da seguinte forma:

I- Classe A- são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

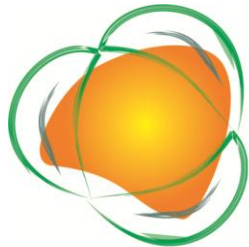
b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: materiais cerâmicos (tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto);

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.), produzidos nos canteiros de obras.

II- Classe B- são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, gesso e outros;

III- Classe C- são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;

IV- Classe D- são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final., a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos, e em áreas protegidas por Lei. no prazo máximo de dezoito (18) meses a partir de 2 de janeiro de 2003, data em que entra em vigor esta Resolução

É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios, no qual deverá constar:

I- as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II- O cadastramento de áreas, públicas ou privadas aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III- O estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento de disposição final dos resíduos;

IV- A proibição da disposição dos resíduos de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

V- o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI- a definição de critérios para o cadastramento de transportadores VII- as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

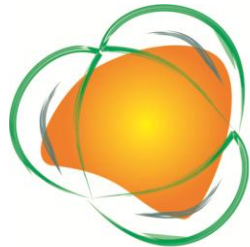
VIII- as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Este trabalho visa o levantamento da quantidade de resíduo de gesso gerado especificamente no processo de instalação do sistema predial de eletricidade. O processo de instalação será acompanhado, sendo realizadas medições para quantificação da perda gerada. Levantar Indicadores de Geração de Resíduos (IGR) por serviço (no estudo, sistema predial de eletricidade), para contribuir com as estimativas de geração desses resíduos.

## **Material e Métodos**

O presente estudo se desenvolveu através da realização de pesquisa bibliográfica que tratavam sobre o resíduo da construção civil e a coleta dos dados para a caracterização dos resíduos feita a partir da observação *in loco*.

A pesquisa de campo foi realizada no município de Três Fronteiras, SP. Para avaliar a perda do sistema predial de eletricidade, foi acompanhado todo o processo de instalação do sistema elétrico de três casas, realizando a coleta e separação de



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

todo resíduo gerado e a posterior quantificação desse material por meio de pesagem.

Após a classificação das amostras, os diferentes tipos de resíduos foram pesados individualmente e os subtotais foram somados para verificar o peso total de resíduo gerado em uma casa.

A partir desses dados foi possível estimar o total de perdas nas 103 habitações, realizando a média percentual de geração de resíduo na execução do sistema predial de eletricidade e extrapolando as demais casas.

## **Resultados e Discussão**

Através das visitas realizadas, pode-se observar como eram executadas as instalações elétricas e hidráulicas na obra (Figura 1). Após a alvenaria e o revestimento de argamassa estar prontos, a equipe de elétrica ou hidráulica, cortava o reboco e parte do bloco concreto para embutir as tubulações.



(a)

(b)

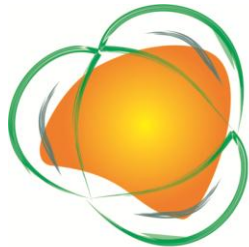
**Figura 1.** (a) Visão geral das casas e (b) estágio da obra

Cada casa é formada por dois dormitórios, sala, cozinha, área de serviço, banheiro e terraço, totalizando 55 m<sup>2</sup>, construídos utilizando blocos de concreto.

A instalação elétrica foi iniciada cortando o reboco e parte do bloco concreto para embutir as tubulações. As tubulações eram então passadas pelo interior dos blocos, retirando o excesso de conduítes (tubulações) nas paredes e passando a fiação através dos mesmos. Todo material utilizado na instalação foi quantificado no início do serviço, através de pesagem no próprio canteiro de obras e em seguida a instalação elétrica era executada.

Após realizada a instalação elétrica, os resíduos gerados foram coletados e separados em quatro grupos: embalagens, conduítes, blocos + reboco e fios.

A porcentagem de perda foi calculada para cada uma das casas analisadas e os resultados são apresentados na Tabela 2.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

**Tabela 2:** Quantidade de Resíduo Gerado

Tipo de Material	Quantidade de Material utilizado na Instalação Elétrica (kg)	Quantidade de Resíduo (kg)
Eletroduto	-	0,344
Bloco + Reboco	-	1,241
Cabos de Energia	19,999	0,386
Embalagens	0,117	0,117
<b>Total</b>	<b>20,116</b>	<b>2,088</b>
<b>Casa 2</b>		
Eletroduto	-	0,321
Bloco + Reboco	-	0,837
Cabos de Energia	18,595	0,375
Embalagens	0,085	0,085
<b>Total</b>	<b>18,680</b>	<b>1,618</b>
<b>Casa 3</b>		
Eletroduto	-	0,319
Bloco + Reboco	-	1,117
Cabos de Energia	19,127	0,383
Embalagens	0,101	0,109
<b>Total</b>	<b>19,228</b>	<b>1,928</b>
<b>Média</b>	<b>19,341</b>	<b>1,878</b>

### Conclusões

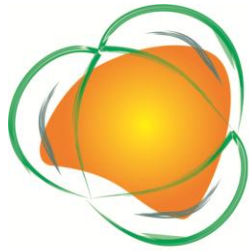
A quantidade total de resíduo gerada nas três casas foram respectivamente 2,088, 1,618 e 1,928 kg. Realizando a média do resíduo gerado nas três casas analisadas obtemos o valor de 1,878 kg de resíduo gerado na instalação elétrica de uma residência.

Considerando que a geração de resíduo se mantenha estável nas demais casas, pode-se estimar a quantidade geração de resíduo total nas 103 unidades do conjunto habitacional (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estimativa de resíduo gerado na instalação elétrica das 103 casas

Casas	Quantidade de Consumo médio (kg)	Total de Resíduo Gerado nas 103 casas (kg)
1	19,341	1,878
<b>103</b>	<b>1.992,123</b>	<b>193,434</b>

Analisando a Tabela 4 podemos perceber que a quantidade de resíduo gerada nas 103 casas do conjunto habitacional foi de 193,434 kg.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Analisando apenas uma casa a quantidade de resíduo gerada na instalação elétrica pode parecer pequena, porém ao se quantificar a geração nas 103 casas encontramos um valor bem mais significativo.

Em relação à caracterização física, pode-se concluir que a composição de resíduo de construção produzido na instalação elétrica pertence à Classe A de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 307/02, o que garante a esses resíduos grande potencialidade na reutilização, reciclagem e reaproveitamento dos mesmos, gerando um menor impacto ambiental.

### **Referências Bibliográficas**

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10007: amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5410-Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Rio de Janeiro ABNT, 2001.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A.C. "Alternativas para redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras." FINEP, ITQC, PCC, São Paulo, 1998. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Gestão da Qualidade – Diretrizes para Treinamento. NBR ISO 10015. Rio de Janeiro: 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

GRIGOLI, A. S. Entulho da Obra - Reciclagem e Consumo na Própria Obra que o Gerou. In: Entac 2000, Modernidade e Sustentabilidade, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Anais), Salvador, 2000.

MARQUES NETO, J. C. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. São Carlos: RIMA, 2005. 162p.

PINTO, T. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC). São Paulo, 1999.

PUCCI, Ricardo Basile. Logística de resíduos da construção civil atendendo a resolução CONAMA 307.2006.137p Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2006.

SOUZA, U. E. L. Como reduzir Perdas nos canteiros - Manual de Gestão do Consumo de materiais de construção civil – São Paulo, PINNI 2005.