

## Resíduos de argamassas aplicadas na construção civil

### *Mortar residues applied in civil construction*

**Ana Carolina Reis Lozovey, M.Sc, Universidade Federal de Santa Catarina.**

ana.loz@terra.com.br

**Nágilla Huerb de Azevedo, Dra, Universidade Federal de Santa Catarina.**

nagillaazevedo@hotmail.com

#### **Resumo**

A construção civil é importante para o crescimento econômico e social, porém é grande geradora de impactos ambientais em todas as etapas do seu processo. As argamassas convencionais são grandes geradoras de resíduos, tornando-se essencial sua prevenção de resíduo na fonte. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) propõe um modelo de gerenciamento de resíduos, que minimiza os resíduos na fonte através de técnicas sustentáveis utilizadas em obra, visando à redução e eliminação dos resíduos. O objetivo desta pesquisa é analisar a geração de resíduos causada durante o processo de utilização das argamassas produzidas em obra, mensurando as etapas, de modo a detectar os principais focos de geração de resíduo. A metodologia deste estudo envolve a prevenção de resíduos na fonte, identificando os pontos críticos no processo de produção de argamassas em canteiro de obras. Como resultados, são propostas soluções que possibilitam a redução da geração de resíduos.

**Palavras-chave:** Resíduos; Construção civil 2; Gestão ambiental.

9

#### **Abstract**

*Civil construction is important for economic and social growth, but it is a major generator of environmental impacts in all stages of its process. Conventional mortars are great generators of residues, making their prevention of residues at the source essential. The Environmental Sanitation Technology Company (CETESB) proposes a waste management model, which minimizes waste at the source through sustainable techniques used on site, aiming at reducing and eliminating waste. The objective of this research is to analyze the generation of waste caused during the process of using mortars produced on site, measuring the steps, in order to detect the main sources of waste generation. The methodology of this study involves the prevention of residues at the source, identifying the critical points in the mortar production process at the construction site. As a result, solutions are proposed that enable the reduction of waste generation.*

**Keywords:** Waste; Civil construction 2; Environmental management.

## 1. Introdução

O cenário da indústria da construção civil ocupa posição de atraso em relação aos aspectos organizacionais e de controle de seus processos produtivos quando comparada aos demais ramos industriais. Esta condição torna-se uma aliada para a geração de resíduos e passivos ambientais. Além disso, a cadeia da construção civil carrega o título de uma das industriais com maior índice de consumo de recursos naturais e de geração de resíduos.

Surge a problemática relacionada com a minimização do impacto gerado pelos resíduos da construção civil (RCC). Em decorrência dessa problemática, tornam-se imprescindíveis estudos que indiquem uma alternativa, seja em nível de prevenção, reutilização, reciclagem, processamento ou mesmo disposição final correta dos resíduos.

A construção civil é atividade importante para o crescimento econômico e social, entretanto, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, o que se deve não somente ao consumo de recursos naturais, como também pela modificação da paisagem e pela geração de resíduos (PINTO, 2005).

Só na indústria de revestimentos cerâmicos, a relação entre resíduos descartados na produção constitui um importante gargalo industrial, que se sobrepõe principalmente no custo final do produto. Na produção nacional, o volume descartado representa em média 3,0% de toda a produção de revestimentos cerâmicos (PAIXÃO *et al.*, 2011).

Materiais mais sustentáveis, em especial os resíduos, têm sido considerados indispensáveis para reduzir o esgotamento dos recursos naturais e aliviar os impactos ambientais através da introdução de materiais reciclados (agregados e subprodutos) em materiais cimentícios. Segundo Meddah, Praveenkumar, Vijayalakshmi, Manigandan, Arunachalam (2020), por muitos anos, o cimento Portland convencional foi considerado, e ainda, o indispensável até mesmo o material de ligação exclusivo para todos os materiais à base de cimento, especialmente concreto e argamassa.

O porcelanato é um revestimento cerâmico que possui excelentes características, dentre elas a sua elevada resistência mecânica, resistência ao risco e resistência ao ataque químico. Segundo Marques *et al.*, 2007, a fabricação do porcelanato exige uma etapa de polimento, que tem como objetivos nivelar, remover riscos e defeitos, além de dar brilho a peça. Esse processo resulta em uma grande quantidade de resíduo que deve ser descartada em aterros sanitários. Durante a sua produção, o processo de polimento gera cerca de 250 g de resíduo por m<sup>2</sup> de porcelanato (CABRAL JR. *et al.*, 2010).

Segundo Cassa *et al* (2001) a cadeia produtiva da construção civil, também denominada construbusiness, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição. Para os autores, qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deveria priorizar o aperfeiçoamento da construção civil.

## 1.1. Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é analisar a geração de resíduos causada durante o processo de utilização das argamassas produzidas em obra, mensurando as etapas, de modo a detectar os principais focos de geração de resíduo.

## 2. Levantamentos de pontos de geração de resíduos de argamassas em obras da construção civil

### 2.1. Legislações

A legislação responsável pela regulamentação da gestão dos resíduos da construção no Brasil é a Resolução CONAMA nº 307 de 05 de junho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, objetivando disciplinar as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Resolução classifica os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e estabelece a destinação adequada de RCD de acordo com as suas classes. Para os geradores, o objetivo principal é a não geração de resíduos e, posteriormente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final; define o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para a implementação da gestão dos RCC's, o qual deve incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Com relação às normas técnicas brasileiras, a NBR 10005 fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, a NBR 10006 fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. A NBR 10007 fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos, a NBR 15112 fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. A NBR 15113 fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil, e a NBR 15115 estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em obras de pavimentação, enquanto a NBR 15116 estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

A Resolução CONAMA 307/02 apresenta como definição para resíduos da construção civil aqueles “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 de obras, caliça ou metralha”.

## 2.2. Levantamento dos resíduos

Em processos de estruturas e alvenarias convencionais, percebe-se que normalmente os canteiros de obras são dados por um amplo espaço para disposição e armazenamento dos materiais. Durante levantamentos realizados no município de Florianópolis-SC notou-se ausência de um projeto de canteiro que permita uma organização fundamental e minimização da distância do local de produção e da aplicação.

Percebeu-se que as baias de agregado miúdo são distantes da central de argamassa. Além deste fato, após sua produção, as argamassas são transportadas com carrinho de mão simples (Figura 1a), percorrendo a edificação até o poço do elevador, onde o carrinho de mão é içado mecanicamente por uma roldana até chegar ao pavimento em que a argamassa será aplicada (Figura 1b).



**Figura 1. Produção das argamassas (a) Içamento do carrinho de mão (b).**

Foram feitas medições do volume dos carrinhos de mão utilizados em obra. Os levantamentos apontaram, a quantidade de argamassa necessária para assentamento das alvenarias convencionais, as perdas no assentamento, as perdas no transporte e o consumo mensurado, considerando a argamassa necessária mais as perdas no processo.

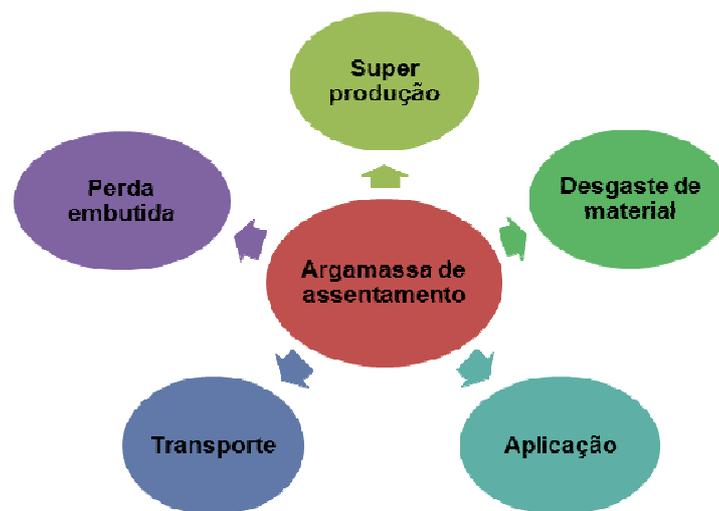
A Tabela 1 apresenta resumidamente os resultados obtidos nos levantamentos realizados em obra.

**Tabela 1. Consumos de argamassas no assentamento.**

Descrição	Consumo (Kg/m <sup>2</sup> )
Argamassa necessária	11,4
Perda no assentamento	4,2
Perda no transporte	0,9
Consumo mensurado	16,5

### 2.3. Fontes e causas da geração dos resíduos de argamassas em obras da construção civil

Após os levantamentos em obra, foram identificadas as fontes e causas da geração de resíduos pelos processos de produção/confecção, transporte e aplicação das argamassas no assentamento de alvenaria de vedação. A Figura 2 mostra os pontos críticos do processo.



**Figura 2. Identificação das perdas de argamassa de assentamento.**

Os materiais constituintes das argamassas são armazenados em baias e demais áreas abertas, provocando alguns derramamentos dos agregados das baias. Conforme a NR 18 a central de argamassa precisa estar coberta. Uma pequena parcela de resíduo é gerada, por material que é depositado fora da baia. Observaram-se perdas durante o transporte, que usualmente é feito com carrinhos de mão, conforme já exposto. Faz-se enchimento de carrinhos de mão e deslocamentos até local de descarga da argamassa, provocando muitas vezes perdas no transporte. Durante o assentamento dos blocos cerâmicos (tijolos), notou-se argamassa expulsa da fiada para acomodação do bloco, caindo em solo e não sendo reutilizada.

Pode-se elencar na Tabela 2 algumas avaliações de informações relevantes, consequência/efeito e providencias sugeridas no processo.

**Tabela 2. Pontos identificados e sugestões de providências.**

Informação Relevante	Consequência/efeito	Providência sugerida
Falta de organização do canteiro obras	Desperdício de matéria prima	Projeto de canteiro
Estocagem do material	Ausência de planejamento funcional para a estocagem de materiais	Planejamento de estocagem
Pouca conscientização dos operários para realização das tarefas	Falta de padronização na execução das tarefas causam desperdício e geração de resíduos	Treinamento e cursos para os operários
Processos de assentamento	Altamente gerador de resíduo devido aplicação antiquada	Conscientização dos operários, organização e limpeza da área para trabalho
Não separação de material para reciclagem	Falta de organização para o depósito de resíduos. Grande mistura de resíduos de classes diferentes	Melhor organização e separação para reciclagem

### 3. Soluções propostas

A partir dos levantamentos da geração de resíduos, diagnóstico para os processos em alvenaria convencional e em alvenaria estrutural, é possível elencar possíveis soluções para cada diagnóstico em campo.

Quanto à questão de perda de material durante descarga fora da baía, a solução proposta é a criação de baía auxiliar para minimização de perda por estocagem. A baía auxiliar deve ter paredes de contenção baixas que permitam o acesso pela central de agregados. Sua região deve ser revestida com um piso de concreto, de maneira que o carregamento das padiolas seja feita sobre este local, de maneira que o agregado que cai fora da padiola não seja contaminado e possa ser utilizado na próxima mensuração do traço.

Os resíduos por transporte da argamassa do local de produção até a caixa dos elevadores, onde carrinhos de mão são içados até o pavimento de aplicação desta argamassa, poderiam ser minimizados com a redução da distância de transporte da argamassa entre armazenagem e unidade de consumo, além de idealização de projeto de canteiro funcional. Outra proposta simples seria cobrir-se o carrinho de mão para casos de transporte de maiores distâncias, contendo argamassa com o carrinho em movimento, além da marcação de níveis-limítrofes para enchimento dos carrinhos, de forma a indicar qual o volume que deve ser transportado.

Com identificação de perda embutida no assentamento da alvenaria, e alteração do processo de assentamento da alvenaria com colher de pedreiro para bisnaga, a perda é

reduzida. A argamassa residual, apesar de não contribuir estruturalmente, não acaba por contaminar o ambiente uma vez que fica embutida na alvenaria.

Uma proposta para a solução de resíduos gerados pelo excedente de argamassa de assentamento é a análise deste material em laboratório para possível utilização em um fim menos nobre que não tenha finalidade estrutural. Ensaio de laboratório podem auxiliar no reaproveitamento de argamassas que sejam resíduos de assentamento de blocos cerâmicos (tijolos). Equipamentos que façam a moagem de resíduos podem ser empregados na própria obra, podendo gerar novas argamassas aplicáveis, material para enchimento, produção de blocos intertravados (paver) no próprio canteiro de obra para pavimentação da calçada da edificação, áreas de lazer, etc.

Uma hipótese levantada que mudaria todo o processo de produção de argamassa foi a substituição da argamassa rodada em obra pela argamassa estabilizada. Outra solução para redução de resíduos para produção de argamassas, e pode ser adotada para todas as etapas de uma obra, é a realização de palestras informativas que provoquem conscientização e colaboração dos funcionários operários, partes fundamentais no gerenciamento de resíduos. Podendo ser elaborado um programa de conscientização e incentivo, onde os funcionários possam identificar os resíduos gerados por equipes/atividades distintas na própria obra, e colaborar com propostas de soluções de controle da produção de resíduos, adotando boas práticas no canteiro.

#### **4. Considerações finais**

Com os levantamentos e análise em canteiro de obra, foi possível observar os principais focos de geração de resíduo nos processos de produção, transporte e aplicação (assentamento) das argamassas na construção civil.

Foi observada uma grande geração de resíduos para a elaboração de argamassa de assentamento. Como pontos da geração de resíduos em canteiro de obra foram detectados: ausência de projetos de canteiros, distância de transporte, falta de organização no canteiro, planejamento e operações (produção/confecção e assentamento das argamassas).

Foram elencadas propostas de soluções para prevenção de resíduos na fonte, como: controle do volume de produção e transporte de argamassa no carrinho de mão, projeto de canteiro, uso de big bags que diminui ainda paletização, uso de escantilhão e bisnaga, promoção de palestras informativas e programa de conscientização e incentivo aos operários. As soluções propostas auxiliam no reaproveitamento de parte dos resíduos gerados e reduzem o consumo de materiais pelos desperdícios gerados.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao PPGEUFSC pelo suporte oferecido.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *NR 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção*. Ministério do Trabalho. Brasília, 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2002.

CABRAL JR., M; BOSCHI, A.L.O; MOTTA, J.M.M; TANNO, L.C; SINTONI, A; COELHO, J.N; CARIDADE, M. *Panorama e perspectiva 182 da indústria de revestimento cerâmico no Brasil*. Cerâmica Industrial, Volume 15 (3), Maio/Junho 2010, Páginas 7 – 18.

CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção*. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal. 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). *Prevenção a poluição. Conceitos e definições*. São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

MARQUES, L. N. et al. *Reaproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 2, n. 2, p. 34-42, 2007. Disponível em: Acesso em: 18 jan. 2021.

MEDDAH, M.; PRAVEENKUMAR, T.; VIJAYALAKSHMI, M.; MANIGANDAN, S.; ARUNACHALAM, R. *Mechanical and microstructural characterization of rice husk ash and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles modified cement concrete*. Construction and Building Materials. V. 255, p. 1193358, 2020.



PAIXÃO, C.A.; CAETANO, L.F, COLIANTE., J.G.R. FILHO, L.C.P.S.; BERGMANN, C.P. *Estudo da viabilidade de utilização de resíduos cerâmicos para a confecção de argamassas*. Cerâmica Industrial, v. 16, p. 33 – 38, jul./ago. 2011.

PINTO, T. P. (Coord.) *Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP*, São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.