



## **Identificação dos resíduos gerados na etapa de confecção de formas para concretagem: avaliação e propostas de redução em obra de edifício residencial**

**CAVALLI, Cléo<sup>1</sup>, GSCHWENTER, Viviane L. S.<sup>1</sup>, BUZIN, Pedro J. W. K.<sup>1</sup>, TUBINO, Rejane M<sup>a</sup>. C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>PPGE3M/UFRGS (cleocavalli@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Neste trabalho é feito um estudo da confecção de formas de concreto e caixas de espera com uso de compensados de madeira em obra de um edifício residencial de Porto Alegre. O objetivo foi elaborar propostas para minimizar ou dar um correto destino final aos resíduos gerados. Foram feitas visitas durante sete dias, onde foi feita a identificação dos fatores que influenciam a geração dos resíduos, sendo estes quantificados com base nos materiais restantes que puderam ser contabilizados e com entrevistas aos funcionários. Foi feita uma avaliação das perdas através dos custos de aquisição dos materiais empregados. As propostas sugeridas contemplam desde o controle de entrada de materiais até a segregação do que foi gerado para possibilitar o reaproveitamento. Como resultado, verificou-se um potencial tanto na redução da geração como melhorias na gestão econômica e ambiental do empreendimento.

**Palavras-chave:** Resíduos na Construção Civil. Planejamento na Construção. Minimização de Resíduos.

**Área Temática:** Resíduos Sólidos.

### **Solid waste from formwork: evaluation and proposal to reduction at a residential building site**

### ***Abstract***

This work studies the concrete formwork to produce concrete using wood plates at a residential building in Porto Alegre city. This work aims to propose the solid waste reduction and improve the final destination of the wood and nails waste generation. The methodology was work site visits for seven days, when the identification of the residues generation was done. These wastes were quantified based on materials not used and through workers interviews. Losts were evaluated by the materials acquisition costs. Proposals suggested the entrance materials control, and the materials segregation to reuse them. As a result, reduction of the waste generation was observed, and an improvement at the economic and environmental work site management.

**Key words:** Civil construction residues. Construction management. Wastes reduction.

**Theme Area: Solid Waste**



## 1 Introdução

O ramo da construção civil é conhecido por ser um setor de grande influência para o desenvolvimento econômico e social. Entretanto, é gerador de impactos ambientais, tanto pela modificação da paisagem como pelo consumo de recursos naturais e geração de resíduos (SINDUSCON-SP, 2005). Estudo realizado em 11 municípios resultou numa estimativa de que os Resíduos da Construção Civil (RCC) podem representar até 61%, em massa, dos resíduos sólidos urbanos, incluindo os Resíduos de Construção e Demolição – RCD (PINTO, 2005). Tendo em vista este nível de geração, torna-se necessário a criação de sistemas que possam auxiliar na redução da perda de materiais e consequente geração de resíduos. Desta forma, conforme Souza et al. (2004), observa-se que há um grande potencial para a redução dos resíduos gerados na construção civil.

O crescente nível de consumo juntamente com as políticas e legislações ambientais, tem motivado a área técnica a buscar alternativas para reduzir o uso intensivo dos recursos naturais e a geração de resíduos. Conforme Vazquez (2001) estes fatores resultam em efeitos irreversíveis ao meio ambiente e tem levado a um novo conceito de desenvolvimento sustentável, baseado na prevenção e redução de resíduos sólidos através da utilização de tecnologias limpas e materiais reutilizáveis e recicláveis.

Considerando o princípio de que o gerador é responsável pelo seu passivo ambiental, uma primeira abordagem é buscar alternativas para evitar ou reduzir a geração de resíduos. Após esta etapa, deve-se procurar rotas para a reutilização ou reciclagem. Esgotando-se os esforços anteriores, resta o tratamento e a disposição final. Por definição, conforme disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010), resíduo é algo descartado pelas atividades humanas e que não pode ser disposto no meio ambiente. Já o rejeito, este é considerado um tipo de resíduo para o qual as possibilidades de tratamento e recuperação econômica por meio da tecnologia disponível, não encontraram ainda solução, restando somente a disposição final ambientalmente adequada.

Tanto a reutilização quanto a reciclagem podem contribuir positivamente na redução de custos de uma obra e na correspondente geração de resíduos. Preliminarmente, torna-se necessário conhecer a classificação dos resíduos gerados e verificar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do seu reaproveitamento. Para tanto, os RCCs são classificados conforme proposto na Resolução do CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) em 4 classes, sendo que os Classes A e B são os resíduos reutilizáveis e/ou recicláveis, Classe C são os que no momento não apresentam tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que favoreçam tanto a reciclagem quanto a recuperação, e, por fim, os Classe D que são os perigosos.

A definição de RCCs, conforme a PNRS (BRASIL, 2010), refere-se aos resíduos que são gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Esta mesma definição é apresentada na Resolução do CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), e ainda são identificados alguns destes resíduos como sendo 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.

De forma geral, observa-se que normalmente não é feita a segregação dos resíduos gerados em obras. Da mesma forma não vem sendo realizada a prática da reutilização ou reciclagem. Conforme Wiecheteck (2009) é comum no Brasil não haver segregação da madeira dos outros resíduos na construção civil e geralmente é destinada ao aterro sanitário.

Dentre as considerações apresentadas na Resolução do CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) encontra-se a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Tendo em vista o volume destes resíduos, este trabalho tem como objetivo identificar, quantificar e propor sugestões e alternativas que resultem na minimização dos



## 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014

resíduos sólidos gerados na construção de uma edificação na etapa de confecção de formas de concreto.

Este trabalho tem como objetivo principal identificar, quantificar e propor sugestões alternativas que resultem na minimização dos resíduos sólidos gerados na construção de uma edificação na cidade de Porto Alegre – RS. A metodologia consistiu em avaliar o procedimento utilizado na edificação, estimar os custos de aquisição dos materiais de construção utilizados nas etapas selecionadas sem considerar a mão-de-obra, estimar a quantidade de resíduos gerados, e propor alternativas que visem à diminuição da geração, bem como, sugestões de reutilização destes resíduos.

### 2. Descrição das atividades objeto de estudo

#### 2.1. Concretagem e a confecção de formas para concreto

Dentre as diversas atividades pertinentes à construção de um prédio encontra-se a tarefa de concretagem, a qual demanda formas específicas que geralmente são confeccionadas no local da obra. Na elaboração destas formas são utilizadas chapas de compensado de madeira com superfície plastificada. Na obra objeto deste estudo em cada pavimento são necessárias 223 chapas. Elas chapas podem ser reutilizadas em outros pavimentos e permitem seu reuso por até 10 vezes em cada lado. Para que a forma atenda a dimensão adequada, a chapa é cortada e com este corte ocorrem perdas e geração de resíduo. O resíduo resultante do corte é reutilizado em outro processo.

No procedimento adotado nesta obra não é utilizado desmoldante para a remoção das formas após a concretagem devido a superfície ser plastificada. Porém, no momento da desmoldagem verifica-se a ocorrência de pequenos danos por descolamento da madeira da chapa do compensado. Torna-se necessário a remoção destes danos e esta remoção ocorre por meio de lavagem com água, cujo volume não foi quantificado neste trabalho. A lavagem ainda é adotada para a remoção do plastificante presente na estrutura e para possibilitar a aderência do chapisco na superfície do concreto. Este procedimento é utilizado em função do plastificante dificultar a aderência na aplicação de revestimentos. As chapas de compensado de madeira utilizadas são adquiridas com a dimensão de 2,20 x 1,10 x 0,018 m e o preço médio de cada chapa é de R\$ 73,00.

Na Figura 1 pode ser visualizada a etapa de concretagem sobre as formas e as armaduras de aço. Na Figura 2 é demonstrado o processo de remoção das formas após período de cura do concreto com o auxílio de uma barra de aço.

Figura 1. Etapa de concretagem.



Figura 2. Etapa de remoção das formas.





## 2.2 Confecção de caixas de espera

Para a confecção das formas das caixas de espera é necessário o corte das chapas de compensado de madeira. Estas caixas são utilizadas para pontos de passagens de tubulações hidráulicas, passagens de *shaft*, exaustor e vão para a chaminé da churrasqueira através das lajes.

A quantidade de caixas confeccionadas para cada pavimento é de aproximadamente 150 e, após a concretagem, o percentual de reaproveitamento destas caixas é de 0%, sendo todas elas removidas e descartadas como rejeito. São necessárias, portanto, 15 chapas de compensando por pavimento para a confecção das caixas de espera. No final, são descartados juntamente os pregos utilizados para a fixação das partes do compensado cortadas.

Na Figura 3 são visualizadas as caixas de espera já instaladas para posterior concretagem. Na Figura 4 podem ser observadas as caixas de espera já concretadas para uso de instalações hidráulicas.

Figura 3. Caixas de espera já instaladas.



Figura 4. Caixas de espera já concretadas.



## 2.3 Pregos

Para a fixação das formas e caixas de espera são utilizados dois tipos de pregos, o de cabeça dupla e com cabeça simples (nomes comerciais), onde ambos se diferenciam pela dimensão. Conforme especificação técnica informada pelo fabricante, o prego com cabeça simples possui dimensão de 16x27 e a quantidade aproximada em uma embalagem comercial de 1 quilo é de aproximadamente 312 pregos com preço R\$ 4,42/kg. Já o prego de cabeça dupla possui dimensão de 18x30 e a quantidade aproximada em uma embalagem comercial de 1 quilo é estimada em 173 pregos cujo preço é de R\$ 5,46/kg. Estima-se que na tarefa de confecção das caixas de concretagem são usados 70% do prego com cabeça simples e 30% do prego de cabeça dupla. Nas caixas de espera são utilizados somente prego com cabeça simples. Em média são utilizados 14 pregos de cabeça simples para a confecção de cada caixa de espera.

Conforme disposto na Resolução do CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) os resíduos gerados neste subsistema (chapas de compensados de madeiras e pregos) são classificados como sendo Classe B, ou seja, são recicláveis para outras destinações. O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2010) sugere que estes resíduos devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua reutilização ou reciclagem futura.



### 3 Metodologia

Na realização deste trabalho foi escolhida uma obra de construção civil em andamento no município de Porto Alegre. A edificação trata-se de um condomínio residencial em bloco único com 9 pavimentos e 28 apartamentos. São quatro apartamentos por andar, sendo que dois possuem dimensões de 70,30m<sup>2</sup> e os outros dois de 66,73m<sup>2</sup>. Dentre as várias atividades na construção de um prédio escolheu-se para este estudo o subsistema que é encarregado de confeccionar as formas para a concretagem de lajes e caixas de espera, onde utiliza-se compensados de madeira e pregos. Para o objetivo deste estudo buscou-se avaliar o procedimento utilizado neste subsistema e propor melhorias na gestão dos resíduos do processo. A metodologia consistiu na realização de sete visitas de inspeção no período de julho a agosto de 2013. Nestas visitas foram feitas quantificações das sobras de materiais e entrevistas com funcionários responsáveis pela construção, buscando subsídios para propor alternativas que visem à diminuição da geração e sugestões de reutilização destes resíduos.

### 4 Resultados e discussão

#### 4.1 Geração de Resíduos e Impacto nos Custos

Na obra estudada observou-se que não ocorre a segregação dos resíduos, sendo todos dispostos em local provisório para posterior coleta e disposição final em aterro do município. Este procedimento inviabiliza tanto a reutilização quanto a reciclagem, pois na medida em que não ocorre a correta segregação, acaba sendo comprometida a qualidade do material.

Entretanto, foi verificado que uma pequena parcela do resíduo foi reutilizada, como é o caso do recorte das chapas para a confecção de novas formas. Porém, o potencial de reutilização poderia ser ainda maior se os resíduos fossem segregados e acondicionados em local específico.

Considerando para todos os pavimentos, na etapa de confecção das caixas de espera torna-se necessário o corte de aproximadamente 135 chapas. São confeccionadas em torno de 1.350 caixas de espera. Em custos financeiros, o custo das chapas adquiridas para a confecção das caixas de espera é de aproximadamente R\$ 9.855,00.

Considerando que em todos os pavimentos foram utilizadas e reaproveitadas as 223 formas e, adicionando um fator de perda na remoção de 15% conforme Skoyles, 1976 apud Souza, 2004, resulta-se na utilização em toda a obra de aproximadamente 257 formas. Multiplicadas pelo preço no momento de aquisição, estima-se que o custo seja de aproximadamente R\$ 18.760,00 em chapas de compensado destinadas à confecção das formas.

Quanto à utilização dos pregos, no momento em que ocorre a desmoldagem, estes são descartados no chão sem nenhum processo de recolhimento, já que somente as formas removidas são reaproveitadas. A quantidade total de pregos necessária para a fixação das formas é estimada entre 20 a 22 unidades, e, considerando que em cada pavimento são necessárias 223 formas, o número de pregos pode variar entre 4.460 a 4.906 unidades. Por apartamento a estimativa é de que sejam necessárias quantidades que variam entre 1.115 a 1.227 unidades. Entretanto, foi realizada a coleta e a contagem de pregos com auxílio de um imã (Figura 5) na área de apenas um apartamento e foram contabilizadas mais de 1.800 unidades. Não foram considerados os pregos que estavam fixados em pedaços de madeira conforme visualizado na Figura 6. Este número encontrado pode ser devido à quantidade que caiu no chão sem nenhum uso ou por pertencer à área de outro apartamento.

Foi observado que a grande maioria dos pregos estava em bom estado de conservação: não corroídos e sem deformação. Em um pavimento, considerando a quantidade encontrada, e também a proporção de 70% do prego com cabeça simples e 30% do prego de cabeça dupla, estima-se que são necessários aproximadamente 29 pacotes. Os pregos desperdiçados representam 258 pacotes ou o equivalente ao custo de R\$ 1.256,00 em toda obra.



#### 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014

Já os pregos que são utilizados para a fixação das caixas de espera são descartados juntamente com os pedaços de compensados. É estimado o uso de 14 pregos de cabeça simples por caixa e 150 caixas por pavimentos, totalizando um custo aproximado de compra de pregos de aproximadamente R\$ 30,00. Na obra toda equivale a aproximadamente R\$ 270,00.

Figura 5. Coleta de pregos.



Figura 6. Pregos fixados em madeira.



Na Tabela 1 estão apresentadas as estimativas da quantidade dos resíduos escolhidos para a realização deste trabalho que foram gerados em toda a finalização da obra, bem como, são apresentadas as estimativas de perdas e os custos de aquisição destes materiais. Além dos custos resultantes com a compra dos materiais, há também o custo para destinação em aterro destes resíduos estimado em torno de R\$ 150,00 por contêiner que não foi quantificado neste trabalho.

Tabela 1: Estimativa das quantidades e custos de compra dos materiais estudados para esta obra

Resíduo Gerado	Etapa	Quantidade	Custo de compra (toda obra)
Compensado de madeira	Confecção das caixas de espera	135 chapas	R\$ 9.855,00
Compensado de madeira	Formas	257 chapas <sup>1</sup>	R\$ 18.760,00
Prego	Fixação das formas	258 kg	R\$ 1.256,00
Prego	Fixação das caixas de espera	61 kg	R\$ 270,00
<sup>1</sup> considerando fator de perda de 15% no decorrer da obra		<b>Total custos das chapas</b>	<b>R\$ 28.615,00</b>
		<b>Total custos dos pregos</b>	<b>R\$ 1.526,00</b>
		<b>TOTAL DOS CUSTOS</b>	<b>R\$ 30.141,00</b>

#### 4.2 Proposta para minimização de resíduos

Como forma de redução dos resíduos de compensado de madeira sem alteração no processo na etapa da concretagem, sugere-se que as formas sejam numeradas e que sejam identificadas em projetos de formas, para que possam ser reutilizadas na mesma posição em cada pavimento. Desta forma não há a necessidade de realizar o conserto das irregularidades resultantes através de cortes de passagem de tubulações ou fiações, contribuindo para com a diminuição de tempo com mão-de-obra e gastos extras com materiais.

Na etapa da desmoldagem sugere-se a substituição da lavagem com água pelo tratamento superficial através do método de escovação. Com a utilização deste método se permite atingir o mesmo objetivo, dar aderência ao concreto para aplicar o revestimento, sem



## 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014

a necessidade de consumo de água. É importante saber qual a resistência deste concreto, pois para resistências de até 35 MPa usa-se a escovação manual, acima de 40 MPa o apicoamento e entre estes valores o lixamento mecânico.

Como forma de redução do desperdício de pregos no processo e considerando que a grande maioria dos pregos coletados encontrava-se em bom estado para o uso (sem deformação e sem corrosão), sugere-se que no momento da desmoldagem eles sejam recolhidos separadamente, armazenados e posteriormente sejam verificados através de triagem simples os que apresentem viabilidade de reaproveitamento.

Com alteração no sistema e sugestão de mudança no processo, sugere-se que a empresa realize análise de viabilidade de custos com a substituição das formas de compensado de madeira por formas de metal onde for possível uma padronização. A utilização deste novo sistema evitará o desprendimento de material da forma, não necessitando de reparos e remoção destes no concreto, aumento da vida útil destas formas, reutilização, além de evitar o uso de pregos.

### 5 Conclusão

O maior desafio deste trabalho foi a tarefa de estimar a quantidade de resíduos gerados na obra. Esta dificuldade poderia ter sido evitada se houvesse uma planilha de controle e registro de todo material que foi utilizado para o andamento da construção. O desenvolvimento do trabalho seria também auxiliado se no momento do descarte dos materiais houvesse a segregação de todos os resíduos para que se pudesse quantificar o total gerado, calcular o percentual de perdas, estudar formas de destinação dos resíduos que não puderam ser reutilizados na obra, dentre outras. Tanto o controle de entrada de materiais como as saídas dos resíduos caracteriza-se como um dos primeiros passos para auxiliar a empresa a identificar em quais processos/etapas ocorre maior perda de material, melhorando o controle sobre a execução da obra.

A elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos, bem como a adoção de ferramentas de gestão ambiental, podem vir a ser importantes meios para reduzir a geração de resíduos e contribuir com a melhoria contínua dos processos. Estas práticas auxiliam as empresas a atenderem os requisitos legais que visam em primeira instância a não-geração e em segundo grau de importância a redução do montante de resíduos.

Sabe-se que atualmente existem tecnologias e estratégias disponíveis que auxiliam a empresa a reduzir seus custos com desperdícios através de simples modificações nos processos, substituições de matéria-prima, ou ainda modificações na tecnologia/metodologia utilizada. Então, torna-se necessário a definição de critério e escolha da metodologia que melhor se adapte aos processos desenvolvidos.

Verificou-se que pequena parcela do resíduo gerado foi reutilizada e o total dos custos de aquisição dos materiais necessários foi estimado em R\$ 30.141,00. Entretanto, o potencial de reutilização e reciclagem poderia ser maior caso houvesse um sistema de segregação dos resíduos. Esta destinação final seria eficiente se o poder público municipal organizasse uma central para recebimento deste resíduo segregado. Estas centrais são importantes também para a estocagem do resíduo e garantir volumes significativos suficientes para atender as necessidades dos sistemas que virão a reutilizá-lo e/ou reciclá-lo futuramente.

Com a adequação, aperfeiçoamento e substituição de alguns sistemas sugeridos neste trabalho, os resultados podem vir a contribuir tanto na redução de custos da empresa como também nos benefícios ambientais oriundos da minimização do consumo de matérias-primas.

Finalmente, cabe salientar que é fundamental a conscientização dos funcionários que estão envolvidos diretamente com a geração dos resíduos. Eles devem receber treinamentos e orientação de modo a evitar o desperdício, como também ser incentivados a dar sugestões que melhorem a eficiência de suas tarefas, evitando ou reduzindo a geração de resíduos na obra.



## 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 a 25 de Abril de 2014

### Referências

- BRASIL. **Lei nº 12.305** - Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 18 jul. 2013.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 18 jul. 2013.
- PINTO, T. P. (coord). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_publicacao/125\\_publicacao14102009060137.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao14102009060137.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2013.
- PORTO ALEGRE. **Lei nº 10.847- Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Porto Alegre**, de 9 de março de 2010. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000030975.DOCN.&l=20&u=/netahml/sirel/simple.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 02 set. 2013.
- SINDUSCON – SP. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do SindusCon - SP. Coor: Tarcísio de Paulo Pinto. São Paulo: Obra Limpa: I & T: **SindusCon – SP**, 2005. Disponível em: <[http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2013.
- SOUZA, U. E. L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46. 2004.
- VAZQUEZ, E. Aplicación de nuevos materiales reciclados en la construcción civil. In: **Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, 4 Anais... São Paulo: IBRACON, 2001.
- WIECHETECK, M. **Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos**. MMA. Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/164/\\_publicacao/164\\_publicacao10012011033501.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033501.pdf)>. Acesso em: 8 set. 2013.