



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

PRINCIPAIS CAUSAS PARA A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO EM REVESTIMENTO DE TETOS E PAREDES, INCORPORADOS E DESCARTADOS POR MEIO DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS E FLUXO DE VALOR

Débora de Gois Santos (1); Sandra Carla Lima Dórea (2); Patrícia Menezes Carvalho (3); Leonardo Teixeira Rocha (4); Felipe Renan da Silva Santana (5)

(1) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, Brasil - e-mail: deboragois@ufs.br

(2) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, Brasil – e-mail: sandracldorea@globocom

(3) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe e diretora e consultora da M&C Engenharia Ltda., Brasil – email: p_carvalho@infonet.com.br

(4) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, Brasil – e-mail: leo2etil@yahoo.com.br

(5) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, Brasil – e-mail: feliperenansantana@hotmail.com

RESUMO

É sabido que a Construção Civil gera uma grande quantidade de resíduos classe C, principalmente pelo uso cada vez mais freqüente do gesso liso em revestimento de tetos e paredes. O principal objetivo do trabalho foi identificar as principais causas para a geração de resíduos de gesso em revestimento de tetos e paredes, tanto dos resíduos incorporados como dos descartados. Como método de trabalho, utilizou-se pesquisa bibliográfica e estudos de caso em obras de médio porte, duas com sistema construtivo convencional e duas em alvenaria estrutural. Foram mapeadas as causas que levaram à geração de resíduos incorporados e descartados, bem como a quantidade de resíduos gerada, em interação com demais serviços desenvolvidos no canteiro e que passam a influenciar o revestimento. Para esta investigação fez-se uso de planilhas, acompanhamento diário do serviço e da quantidade de resíduos gerada, com medição nos locais de trabalho, registros fotográficos e elaboração de mapas de processos. Como resultado, constatou-se que as causas relacionam-se com etapas anteriores como concepção de projeto e execução de serviços anteriores, como elevação de alvenaria e embutimento de instalações. Com os mapas elaborados, viu-se que a interação entre estes agentes levou a maior ou menor geração deste tipo de resíduo, de acordo com os mapas elaborados, com o agravante deste tipo de resíduo não poder se reintegrar ao sistema.

Palavras-chave: resíduos sólidos da construção civil, revestimento de gesso, resíduo incorporado, resíduo descartado.

1 INTRODUÇÃO

Verifica-se que a indústria da construção encontra-se em desvantagem quando comparada à manufatura, por possuir poucos métodos registrados e poucos dados de produtividade, bem como pelo fato de nem sempre o processo formal de controle da qualidade poder ser usado. Neste contexto, constata-se que as principais melhorias estão associadas aos processos e não às operações, uma vez que com os primeiros alcançam-se as principais metas de produção (SHINGO, 1996). Ademais, os gerentes em geral não dispõem do tempo necessário para pensar sobre os problemas, de uma forma mais abrangente e aprofundada. Deste modo, as soluções encontradas em canteiro de obras são aquelas possíveis para o momento e não aquelas mais adequadas ou eficazes, o que, muitas vezes, leva à geração de resíduos. Desta forma, quando os processos não são protegidos erros (retrabalhos) são gerados e necessitam ser corrigidos, requisitando novos recursos (materiais e de mão de obra). Tal situação só contribuiu para a elevação da quantidade de resíduos no ambiente.

Assim, para fazer uma análise mais aprofundada do processo deve-se considerar o próprio processo e suas atividades constituintes. Nestas últimas destacam-se as atividades que não agregam valor ao produto, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho. Neste contexto, conclui-se que as empresas japonesas foram as primeiras a utilizarem o Gerenciamento de Processos (GP), o que resultou no desenvolvimento de processos rápidos e eficientes (GONÇALVES, 2000).

1.1 Gerenciamento de processos (GP)

Conforme Rados *et al.* (2000, p.4), “O GP é uma metodologia usada para definir, analisar e gerenciar as melhorias nos desempenhos dos processos nas empresas, para atingir as condições ótimas para o cliente”. O GP auxilia na segmentação da produção e identificação de suas partes, com o uso de instrumentos como mapeamento do processo, ao possibilitar o conhecimento global da produção para melhor uso dos recursos e a implementação de mudanças para beneficiar o produto.

Assim, o mapeamento de processos (fluxograma) registra estágios na passagem de informação, produtos, trabalho ou consumidores, ou seja, qualquer coisa que flua através da operação. Desta forma, solicita que os tomadores de decisão identifiquem cada estágio no fluxo do processo como ações ou questões. Este destaca ainda áreas problemáticas onde não existe nenhum procedimento para lidar com um conjunto particular de circunstâncias (SLACK *et al.*, 1996). O fluxograma é um instrumento visual. Cria um ambiente informal de acompanhamento e avaliação, como ocorre no ambiente do canteiro de obras. Situa o processo frente a seus anteriores, posteriores, decisões gerenciais, verificações para controle (em suas diversas etapas), fatores de segurança, fornecimento de materiais e interseção entre processos (SANTOS, 2004). Muitas vezes, os fluxogramas são associados com os mapofluxogramas, em busca da qualidade de determinado subproduto da edificação. Conforme Winch e Carr (2001), os mapas em duas dimensões têm a magnitude da sequência ou do tempo ao longo do eixo axial, bem como dos atores ou das funções responsáveis pelos subprocessos (tarefas) no eixo vertical. Os fluxos de informação e de material ligados a estas tarefas são, então, representados no corpo do mapa.

Desta forma, o fluxograma é utilizado para registrar e analisar o processo de fluxos físicos e que permite uma melhor visualização das atividades de fluxo e de conversão, a redução de atividades que não agregam valor ao produto final, e as distâncias percorridas em cada atividade (SANTOS, 2004).

1.2 Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil

1.2.1 Problemática dos resíduos

O conceito de desenvolvimento sustentável mais aceito pela sociedade é o definido pelo WWF (2008), ou seja, “aquele que é capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações”. Na construção civil, a iniciativa destas melhorias veio por meio da Resolução CONAMA nº. 307 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (BRASIL, 2002). Na referida resolução, vários atores possuem suas responsabilidades, cabe então aos geradores elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O projeto deve cuidar dos aspectos de transporte, manejo, transformação e disposição final dos grandes volumes de resíduos da construção civil, de modo a contribuir para a sustentabilidade do setor.

Segundo a Resolução CONAMA nº. 307 (BRASIL, 2002), o resíduo de construção e demolição (RCD) é definido como aqueles resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras, resultantes da preparação e da escavação de terrenos, como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, ferros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica. Este RCD causa danos ao meio ambiente, que em geral são: ocupação de áreas urbanas; modificação do espaço físico, com retirada da vegetação, impermeabilização de áreas, ilhas de calor; exploração de minerais, para obtenção de matérias-primas; além de transporte e disposição inadequada dos resíduos.

1.2.2 Cadeia produtiva da construção civil

Em contraponto a geração de resíduos, verifica-se que a construção civil tem crescido muito nos últimos anos, com grande participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, chegando à ordem de 15,5% (ESTUDO PROSPECTIVO, 2008). Esse percentual reflete a representatividade da cadeia no âmbito social, pois lhe cabe proporcionar um ambiente construído adequado para os seres humanos e suas complexas atividades econômicas. O setor produz os bens de maiores dimensões físicas do planeta, sendo o maior consumidor de recursos naturais. Além disso, mais de 60% do investimento bruto nacional é realizado pelo setor da construção (ARAÚJO *et al.*, 2005).

Para Silva e Silva (2000), a extração descomunal de recursos naturais pode levar ao esgotamento de reservas e a perdas irreparáveis de biodiversidade. Seu consumo depende de: vida útil; manutenção, inclusive para corrigir falha construtiva; perdas incorporadas nas construções; e tecnologia empregada. Neste contexto, a construção civil é responsável pela redução do impacto ambiental, ao não gerar ou minimizar a redução de resíduos nos canteiros de obras, ou ainda reutilizar ou reciclar os resíduos gerados. Porém, constata-se que avanços são feitos em termos de reciclagem de RCD, enquanto o trabalho nos canteiros de obra continua a gerar resíduo.

Gehbauer (2004) afirma que a questão de desperdícios, com geração de resíduos, relaciona-se com a racionalização de obras, ao buscar a continuidade do trabalho ou a utilização adequada do produto na relação cliente-fornecedor, de modo a evitar retrabalhos e manter o local limpo. Conforme Santos (2004) e Santos e Lima (2007), as causas para os retrabalhos podem ser devidos a ausência ou alterações no projeto, materiais não conforme, decisões equivocadas, dentre outros.

Vê-se que a construção civil tem um importante papel no desenvolvimento da sociedade, logo sua forma de atuação e sua contribuição precisam ser conhecidas e adequadas às dimensões citadas, de modo a torná-la comprometida com a sustentabilidade urbana. Observa-se um impacto econômico negativo, que se refere ao dispêndio anual com coleta e destinação (gestão corretiva) de resíduos dispersos pelas cidades que, segundo Pinto (1999), variam de R\$ 0,31/hab. a R\$ 4,39/hab.

Em termos sociais, a informalidade constitui-se num sério problema social do setor, atingindo a competitividade das empresas formais, a dignidade dos trabalhadores e de toda a sociedade que, de uma forma ou de outra, arcará com os custos da aposentadoria de uma grande força de trabalho que não contribui para a previdência (CARVALHO, 2008). Em termos ambientais, quanto ao problema da destinação, Pinto (1999, p. 2) descreve que “os resíduos das atividades construtivas são gerados em expressivos volumes, não recebem solução adequada, impactam o ambiente urbano e constituem local propício à proliferação de vetores de doenças”. Além disso, representam de 41% a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos.

A construção sustentável preocupa-se em atender às três dimensões de sustentabilidade para cada fase do ciclo de vida de um edifício, considerada como concepção, projeto, execução da obra, uso e demolição (CARVALHO, 2008). Em termos de projeto, Ceotto (2007) apresenta o resumo com as principais soluções tecnológicas hoje disponíveis em função do seu custo de implantação (em relação ao custo de construção) e do seu impacto benéfico para o meio ambiente, adotando custo alto (acima de 3,0% do custo total de construção), médio (entre 3,0 e 0,5%) e baixo (menos de 0,5%).

1.2.3 Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação

Em termos conceituais, o gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002). Conforme comentado anteriormente, dentre as responsabilidades dos geradores, destaca-se o transporte interno de resíduos entre os armazenamentos inicial e final, dentro do canteiro, para que se mantenha segregado e evite sua contaminação, imprescindível para uma destinação ambientalmente adequada.

A Resolução CONAMA nº. 307 (BRASIL, 2002) classifica estes resíduos em: Classe A – reutilizáveis ou recicláveis como agregados; Classe B – recicláveis, como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeira e outros; Classe C – que ainda não foram desenvolvidas tecnologias viáveis para sua reciclagem/ recuperações (gesso); e Classe D – perigosos de construção ou ainda de demolição. Neste contexto, vê-se, atualmente, um grande consumo do insumo gesso, responsável pelo resíduo de gesso proveniente de revestimentos de paredes e tetos.

Segundo Pinto (1999), foi registrado na Bélgica um total de 0,2% de gesso na composição dos resíduos de construção e/ou demolição. De acordo com Daltro Filho *et al.* (2005), na composição média dos resíduos de Aracaju constavam 3,39% de gesso, comparado com a massa total. As principais causas, para a geração de resíduos de gesso relacionam-se com etapas anteriores como concepção de projeto, coordenação de projetos, mas também com a execução de serviços anteriores, como elevação de alvenaria e embutimento de instalações e a programação de obras.

Por fim, de acordo com Pinto (2005), a coleta e remoção de resíduos do canteiro devem conciliar fatores como compatibilização com a forma de armazenamento final, minimização de custos, possibilidade de valorização e adequação dos equipamentos com a legislação. Ainda, as soluções de destinação devem combinar compromisso ambiental e viabilidade econômica, garantindo sustentabilidade.

2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é identificar as principais causas para a geração de resíduos de gesso em revestimento de tetos e paredes, tanto dos resíduos incorporados como dos descartados.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do objeto de estudo

Foi realizada a pesquisa de campo em canteiros de obras de Aracaju/Sergipe, nos meses de janeiro de 2007 a outubro de 2009. Foram 04 (quatro) estudos de caso, denominados Obras C, D, E e F. O primeiro deles são 02 edifícios de 14 pavimentos cada, padrão médio (Obra C); os dois seguintes tratam de 12 edifícios cada, com 04 pavimentos cada, padrão popular (Obras D e E); e o último 16 edifícios de médio padrão, com 04 pavimentos cada; todos construídos por empresas de médio porte. Durante o período de trabalho todos os canteiros estavam com a gestão de resíduos em andamento. As Obras C e F possuem sistema construtivo convencional e as Obras D e E em alvenaria estrutural. As empresas e os respectivos canteiros de obras foram selecionados por estarem executando, durante o período de coleta de dados, revestimento interno em gesso em pasta em tetos e paredes.

3.2 Descrição da pesquisa

Como método de trabalho, a pesquisa caracteriza-se como descritiva e utilizou em sua estratégia pesquisa bibliográfica e estudos de caso (YIN, 2001). Foram mapeadas as causas que levaram à geração de resíduos incorporados e descartados, bem como a quantidade de resíduos gerada, em interação com os serviços desenvolvidos no canteiro e que passam a influenciar o revestimento. Fez-se uso de planilhas; acompanhamento diário do serviço e da quantidade de resíduos gerados, com medição nos locais de trabalho; registros fotográficos; análise de documentos (projetos e

procedimentos); entrevistas não estruturadas com pessoas envolvidas com geração, manejo e coleta de resíduos; de forma a contribuir para a elaboração de mapas de processos e de fluxo de valor.

Os trabalhos iniciaram com um diagnóstico da situação nos canteiro de obras. Para o levantamento das quantidades de resíduos gerados adotou-se planilha específica e procedeu-se ao acompanhamento do serviço, comparando quantidades previstas e reais.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Quantificação de resíduo sólidos da Construção Civil

Para o acompanhamento do serviço de revestimento interno de gesso nas obras pesquisadas, apresentou-se o impacto da geração do resíduo de gesso nos canteiros pesquisados e na cadeia produtiva da construção civil, entendendo aqui como a rede que envolve fornecedor de matéria prima, gerador, transportadores e responsáveis pela destinação final.

A Tabela 1 apresenta as percentagens de perda para o serviço de revestimento de gesso, comparando a quantidade de gesso total adquirida com a desperdiçada. Na Obra E não foi possível realizar o cálculo do volume de resíduo por área construída, realizou-se apenas a quantificação final.

Na Obra C, para uma primeira análise dos serviços, foi elaborada a planilha de acompanhamento da gestão de resíduos. Após acompanhamento, pode-se concluir que o resíduo incorporado do serviço de revestimento de gesso era da ordem de 4,005 m³. Isto aconteceu porque a aplicação do gesso na obra estava prevista para ser executada sem a utilização de mestra e com espessura nominal de 10 mm. Contudo, erros no prumo das paredes fizeram com que o revestimento de gesso dos primeiros pavimentos fosse reprovado pelo gestor da obra, que optou por utilizar mestras nas paredes. Estes dados foram então descartados para efeito da pesquisa. Foram acompanhados 20 apartamentos com aplicação de revestimento de gesso, utilizando-se mestras, e pode-se notar que a quantidade de resíduo incorporado foi elevada (13,04%).

Tabela 1 – Percentagem de perda para o revestimento de gesso de paredes e tetos

	Obra C	Obra D	Obra E	Obra F
Perda no revestimento de gesso	13,04 %	12,01 %	129,93 %	121,03 %
Volume de resíduo /área construída (m³/m²)	0,0254	0,0153	-	0,0259
Número de unidades acompanhadas (apartamentos)	20	16	16	02
Área construída (m²)	68,00	59,68	59,68	50,00

Ainda, na Obra C, verificou-se que eram previstos 88,65m³ de perda de material e até o mês de setembro, faltando três meses para o término da obras, a perda já estava em 58,50m³, ou seja, 66% do total estimado. Nas Obras D e E, executadas em alvenaria estrutural, verificou-se que o retrabalho foi freqüente e comprometeu a quantificação de resíduos gerados. Na Obra D Assim, na Tabela 1 vê-se que a perda de gesso (para a Obra D) correspondeu a 12,01% do material utilizado.

Apesar do processo construtivo em alvenaria estrutural estar associado à planicidade da superfície vedante, nas Obras D e E tal fato não aconteceu, resultando em espessuras variáveis de revestimento de gesso nas paredes. Soma-se a isto o fato de ser produzida mais massa de gesso do que a necessária para o período, sendo necessário descartar o material que tinha ultrapassado o tempo de pega. Em menor escala, ocorreram resíduos de gesso e de alvenaria decorrentes de embutimentos e/ou correções tanto devido às instalações elétricas e hidro-sanitárias, como à localização das vergas. Constatam-se divergências entre os valores de resíduos das Obras D e E. A Obra D possuía um setor de gestão da produção atuante. Por sua vez, a Obra E foi caracterizada por desorganização do modo de produção e pouco interesse na gestão de resíduos. Nesta, as espessuras de revestimento de gesso foram elevadas, assim como a quantidade de pasta de gesso que foi descartada por estar endurecida, resultando em uma perda de 129,93%.

Na Obra F, foram acompanhadas duas equipes de execução, ambas terceirizadas. Verifica-se que a quantidade de resíduos produzidos diverge de equipe para equipe, mesmo com treinamento similar. Além disso, ao final do processo o resíduo descartado pelos gesseiros era misturado aos demais, demonstrando a falta de comprometimento com o meio ambiente e com as recomendações da Resolução CONAMA 307/2002. Verifica-se na Tabela 1 que tanto a Obra E como a Obra F apresentam quantidades elevadas de resíduos de gesso, o que demonstra além de falta de treinamento descuido no manuseio e na aplicação do material.

Em termos das principais causas para a geração de resíduos, verificou-se que são frequentes as visitas para correções e sua natureza é diversa. Na Figura 1 tem-se os exemplos para a Obra D, para a aplicação de revestimento, bem como da execução de outros serviços, como elevação de alvenaria e assentamento de piso. Na referida figura destaca-se a interferência ‘Serviços anterior não concluído’, o que comprova a observação feita sobre os serviços se intercalando devido a atrasos.

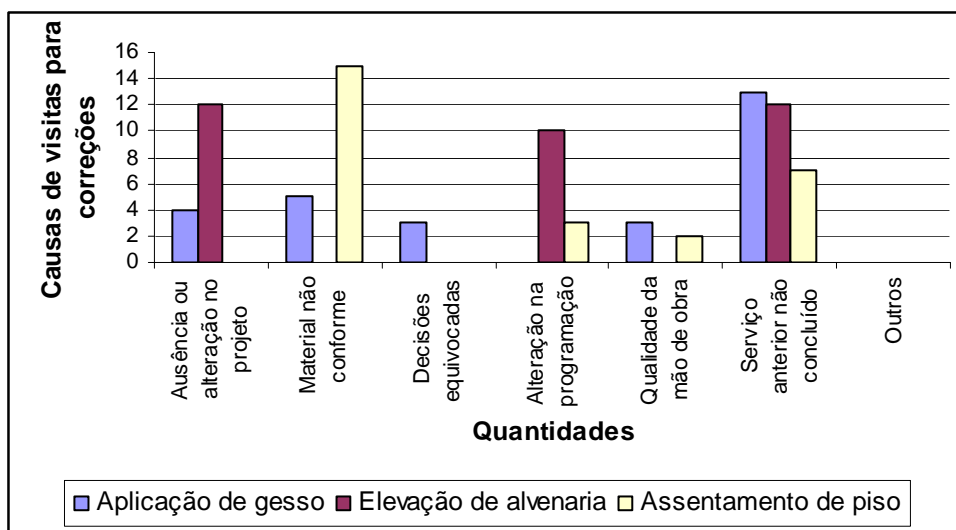


Figura 1 – Causas das visitas para correção do serviço de revestimento de gesso na Obra D em comparação com elevação de alvenaria e assentamento de piso

4.2 Considerações sobre quantidade de resíduo gerado

Após o início da pesquisa, viu-se que os resíduos gerados nos canteiros de obras passaram a ser separados para uma destinação mais adequada. A exceção é o canteiro E, que reunia todos os resíduos e depositava-o em caçambas estacionárias. Nas demais obras a separação dos resíduos foi frequente. Em termos de quantidade de resíduos gerados, como as obras estavam em fase de acabamento, ao final da pesquisa, verificou-se que não houve controle por parte dos executores das obras com relação à quantidade de resíduos produzida. Isto aconteceu porque as obras estavam atrasadas e nem sempre os processos construtivos foram executados de modo racional. Sendo assim, os consumos de resíduos incorporados e as quebras devidas ao retrabalho foram frequentes.

Os serviços de acabamento comprometeram também a armazenagem de resíduos em canteiro. Inicialmente eram armazenados nos próprios apartamentos, aguardando serem recolhidos e levados às caçambas estacionárias, posteriormente passaram a ser depositados no hall dos pavimentos, misturado, comprometendo assim um possível reaproveitamento e/ou uma possível reciclagem.

Com relação aos convênios com as empresas coletoras de resíduos, ocorreram descontentamentos por parte de todas as empresas construtoras quanto a: empresas que fornecem as caçambas estacionárias, pela descontinuidade no recolhimento de caçambas, e, principalmente, no descompasso entre o recibo entregue na obra e o resíduo levado ao aterro; atrasos no recolhimento do material (sacos), o que impede a deposição de novos resíduos no local.

4.3 Possíveis causas para a geração de resíduos de gesso

Após a quantificação do resíduo de gesso por canteiro de obras pesquisado, bem como suas considerações. Parte-se para a análise do fluxo do trabalho correspondente a esta gestão de resíduos, tanto no local de trabalho (pavimento), como no ambiente de canteiro.

Para esta análise levou-se em consideração os principais fatores que causam visitas para correções do trabalho de revestimento de gesso em pasta. Na Tabela 1 e na Figura 1 constata-se que as obras C e D possuem características semelhantes com relação à gestão de resíduos, resultando em perda no revestimento de gesso (incorporado e descartado) da ordem de 12,5%, enquanto que nas demais obras, que não possuíam uma gestão efetiva dos resíduos, somado ao atraso da programação destas, esta perda estiveram em torno de 127,00%. Isto evidencia que os fatores mais influentes são organizacionais e não puramente técnicos ou relacionados à tipologia construtiva, uma vez que as Obras D e E possuem a mesma tipologia, mas comportam-se de forma diferenciada com relação à gestão de resíduos. Apesar de ter sido acompanhado diretamente, para efeito desta pesquisa, apenas um bloco de cada empreendimento, indiretamente foram acompanhados, para efeito de cálculo de perdas de outros serviços, os doze blocos que cada uma destas empresas estava executando em um mesmo local de trabalho.

Destaca-se grande parte da perda de gesso pode ser atribuído a serviços anteriores não concluídos, o que leva a interrupção deste serviço, uma vez que a mão de obra é terceirizada e nem sempre se planeja o momento adequado de sua entrada em canteiro, resultando em descontinuidades. Em seguida, tem-se a questão de material não conforme. Neste caso, trata-se da superfície que receberá o revestimento, formada por blocos não padronizados ou elementos estruturais não racionalizados. Em seguida tem-se ausência ou alterações de projetos, como a situação do embutimento dos quadro de condicionadores de ar tipo *split*, que levaram a retrabalhos para embutimentos e aumento na espessura do revestimento para conformar o novo material à superfície. Ademais, a ausência de projetos leva a equívocos por colocar a tomada de decisão na mão dos executores da obra que tomam a decisão mais acertada para o momento, que necessariamente pode não ser a mais indicada tecnicamente. Esta última situação pode levar a decisões equivocadas, que somadas a mão de obra não devidamente qualificada, podem comprometer a qualidade do serviço, com geração de resíduos e comprometimento de prazo de execução. Chama-se a atenção para este tipo de mão de obra, que nos empreendimentos pesquisados foi do tipo terceirizada, situação comum para a tecnologia empregada.

4.4 Fluxograma e mapofluxograma

Na Figura 2, para efeito de exemplificação, adotou-se o fluxograma do serviço de revestimento de gesso realizado na Obra C. sendo assim, para uma maior compreensão, selecionou-se este empreendimento para elaborar todos os mapas e assim fazer comentários.

Ressalta-se que quanto mais retilíneo e quanto maior for a quantidade de edifícios em um mesmo empreendimento, sugere-se a construção em partes. Esta postura auxilia não apenas o controle dos insumos e maior transparência dos processos realizados, mas também colabora na gestão de resíduos gerados nestes processos, uma vez que são dois fluxos de trabalho distintos, mas que se interceptam, o que pode levar a interrupções no trabalho ou mesmo ao surgimento de retrabalho, comprometendo assim custo, prazo e qualidade do produto. Verifica-se que grande parte das atividades são fluxo (armazenagem, movimentação, espera e decisão).

Ainda, dentre as atividades que agregam valor ao produto, ocorrem frequentemente retrabalhos, que geram resíduos e requerem novos recursos para correção. No exemplo, assim como para as demais obras, foi necessário a execução de mestras, de modo a melhor orientar a execução do revestimento de gesso. Inicialmente esta etapa de serviço não foi definida, mas em virtude de erros na marcação da estrutura, durante sua concretagem e mesmo no embutimento do ar condicionado tipo *split*, foi necessário reprogramar o serviço. Esta atitude insere mais um material no processo, consome tempo e cria mais uma interface de aderência entre dois produtos diferentes (gesso e alvenaria, gesso e mestras argamassadas), o que pode gerar problemas patológicos.

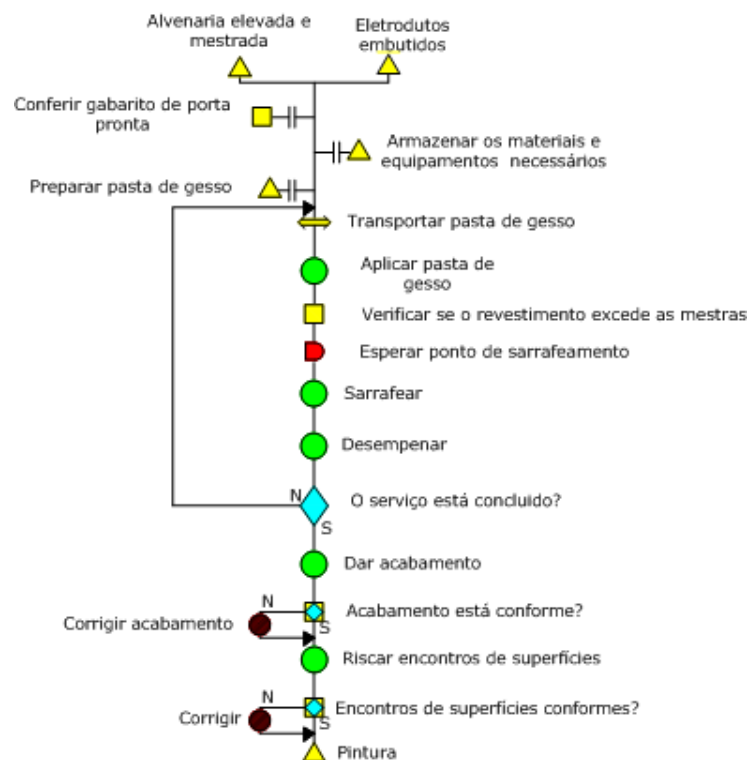


Figura 2 – Fluxograma operacional do revestimento de gesso em pasta, em tetos e paredes, Obra C

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os mapofluxogramas real e proposto para a gestão de resíduos de gesso no canteiro de Obras C. Em ambos, o fluxo da produção encontra-se destacado na cor preta e o de resíduos na cor verde. Constata-se, na Figura 3, o mapofluxograma apresenta a logística de suprimento e distribuição do resíduo de gesso. Verifica-se que os fluxos se interceptam e mesmo causa interferência no dia a dia do canteiro de obras para a sua atividade fim, que é a produção da edificação.

Com isto, ocorrem discontinuidades do trabalho de produção e de recolhimento dos resíduos, devido a vários manuseios não apenas do resíduo a ser recolhido e transportado, mas também dos insumos utilizados na produção. Neste canteiro, simultaneamente à aplicação do revestimento de gesso, estava sendo finalizada a estrutura de concreto armado (reservatórios superiores), alvenaria em pavimentos superiores e embutimento de instalação para o ar condicionado tipo *split*. Situação semelhante ocorre nos demais canteiros de obra pesquisados.

A Figura 4 mostra um fluxo mais limpo, ou seja, mais enxuto, além de primar pela continuidade das atividades desenvolvidas em canteiro de obras. Neste mapofluxograma sugere-se que a produção da obra concentre a realização de revestimentos de gesso em apenas uma das torres, de forma a direcionar o fluxo de resíduos e interferir menos na produção, seja pelo envio dos insumos às duas torres, seja pela retirada de resíduos. No exemplo, o serviço inicia-se pela torre mais próxima da grua. Neste caso, o insumo gesso chega ao local de trabalho pelo elevador de obra, e o resíduo gesso é armazenado na varanda de um dos apartamentos para ser retirado pela grua. Esta foi uma estratégia adotada pela gerência de canteiro durante a realização da pesquisa. Com esta estratégia, sugere-se mudar o local de deposição da caçamba estacionária de resíduo Classe C para que fique mais próxima da grua e assim este equipamento de transporte vertical não necessite interferir no fluxo de trabalho no canteiro. Ao depositar o resíduo na baia, libera-se o elevador de obra para o transporte apenas dos insumos de produção. Como nesta nova localização, a caçamba estacionária está mais próxima da entrada da obra, o que vai facilitar o acesso do caminhão para recolhê-la.

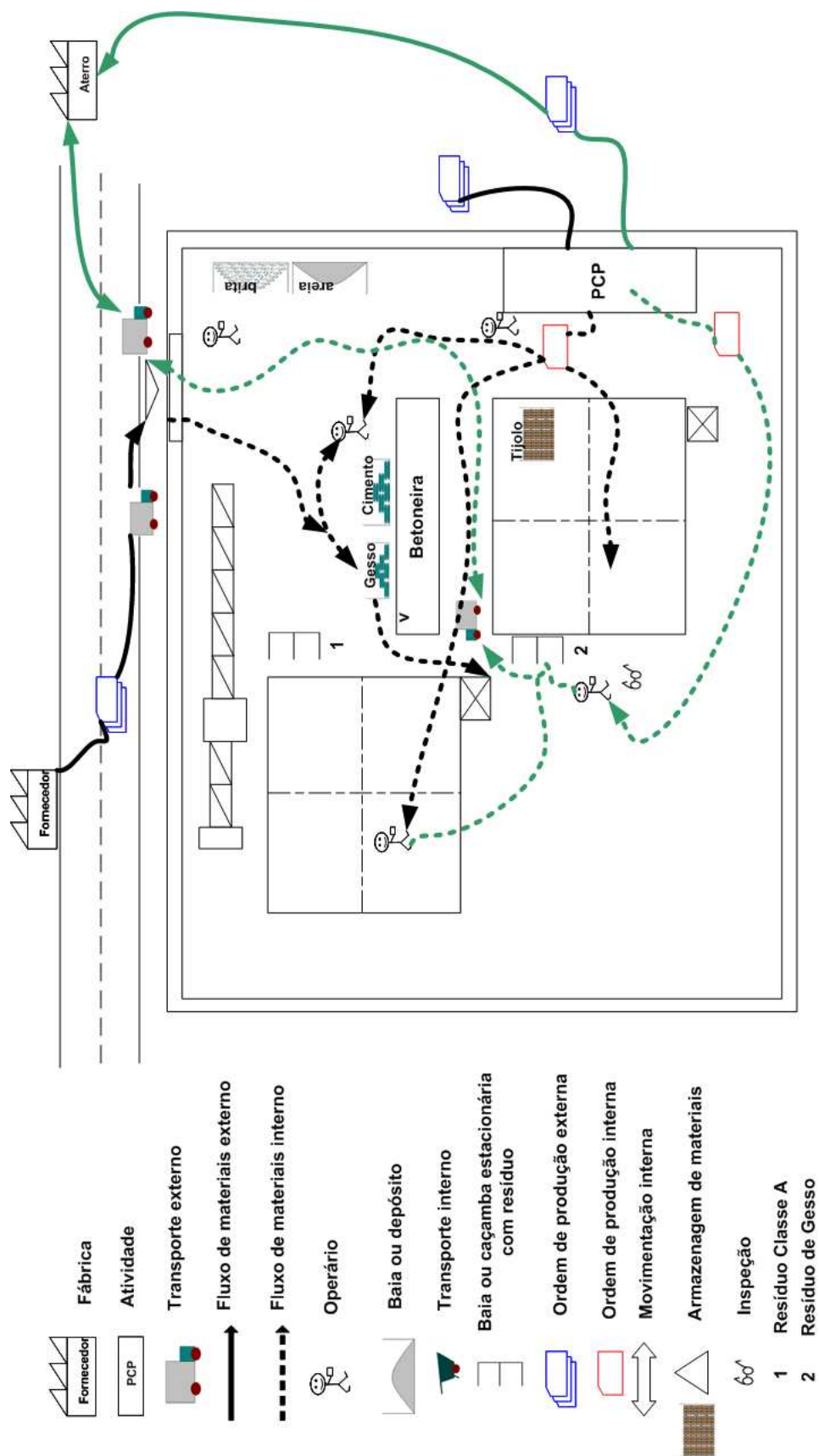
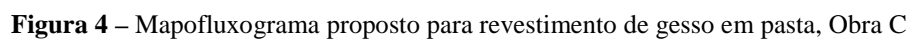


Figura 3 – Mapofluxograma real para revestimento de gesso em pasta, Obra C



5 CONCLUSÕES

Verificou-se considerável quantidade de resíduos incorporados e descartados, embora esteja dentro das expectativas propostas inicialmente pela empresa, caso das Obras C e D. Salienta-se que essa margem deveria ser cada vez mais reduzida, objetivando a não geração e a redução de resíduos durante a execução da obra. Além disso, os retrabalhos foram freqüentes e contribuíram diretamente para o atraso na programação da obra, resultando em um ciclo vicioso entre geração do resíduo e atraso.

Ademais, quanto menor for o controle no processo maior será o resíduo incorporado. Estes fatores acabam contribuindo para o aumento da variabilidade na produtividade da mão de obra que executa o serviço. Por outro lado, quanto mais industrializado for o material de construção e melhor for o seu armazenamento, as perdas antes de iniciar o processo construtivo podem ser minimizadas. Estas ações podem ser vistas por meio da observação da situação no canteiro de obras antes da implantação da pesquisa, onde foi possível avaliar os pontos positivos e negativos em relação ao gerenciamento de resíduos. No caso, dos canteiros sem implantação do sistema de gestão de resíduos ou com implantação na fase inicial foram levantados quais os fatores que seriam necessários para adequar a gestão de resíduos àquela realidade. O grande desafio foi o descarte desnecessário de materiais em excesso e a grande quantidade de retrabalho.

Verificou-se ainda a necessidade de definição prévia de locais de armazenamento de resíduos, bem como os recipientes com essa finalidade, para evitar deposição inadequada ou duplo manuseio, conforme constatado nos mapas de processo. Reforça-se assim a importância da elaboração do projeto de gestão de resíduos, independentemente do porte da obra.

Quanto ao impacto ambiental propriamente dito, buscou-se com a pesquisa apontar as oportunidades de redução na quantidade de resíduos ao longo do ciclo produtivo, em particular, dentro do canteiro de obras; bem como mostra a interação entre os agentes que levam a maior ou menor geração deste tipo de resíduo, com o agravante deste tipo de resíduo não poder se reintegrar ao sistema.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. M. C., *et al.* Empresas construtoras pessoenses x Resolução nº. 307 do CONAMA: pontos positivos e negativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, IV, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução nº. 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2002, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

CARVALHO, P. M. **Gerenciamento de resíduos de construção civil e sustentabilidade em canteiros de obras de Aracaju.** 2008, 178p. Dissertação Mestrado. Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

CEOTTO, L. H. **A construção civil e o meio ambiente** – 3ª. parte. Notícias da Construção, São Paulo, 53, 2007. Disponível *on line* em http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/index.htm. Acessado em 08 set. 2007.

DALTRO FILHO, J., *et al.* **A problemática dos resíduos sólidos da construção civil em Aracaju:** Diagnóstico. Sergipe: Aracaju, 2005. 105 p.

ESTUDO PROSPECTIVO DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em <<http://prospectiva.pcc.usp.br/>>. Capturado em Dez/2008.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil.** Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004. 448p.

GONÇALVES, J. E. L. Processo, que processo? **RAE – Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 8-19, Out./Dez. 2000.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção:** mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996, 175p.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.**

2000. 298p. Doctor of Philosophy, Helsinki University of Technology, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997, 149p.

PICCHI, F. Lean principles and the construction main flows. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton, 2000. 11p. Disponível em: <<http://cic.vtt.fi/lean/>>.

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

PINTO, T. de P (Org.). **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil:** A Experiência do SINDUSCON-SP. São Paulo: Obra Limpa, I&T, SINDUSCON-SP, 2005. 48p.

RADOS, G. J. V., *et al.* **Gerenciamento de processos.** Apostila da disciplina de Gerenciamento de Processos, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2000, 71p.

ROTHER, M., HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo:** um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002, 104p.

ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: The Lean Enterprise Institute, 1998, 100p.

SANTOS, A., *et al.* Método de intervenção em canteiros de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras.** 219p. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SANTOS, D. G.; LIMA, D. M. F. Melhoria da produção em canteiro de obras através do gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: resíduos incorporados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, V, Campinas, 2007. **Anais...** Campinas, 2007, 10p.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 1996, 291p.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Análise do ciclo de vida aplicada ao setor de construção civil: revisão da abordagem e estado atual. Brasil - Salvador, BA. 2000. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VIII, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador, 2000.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção.** São Paulo: Editora Atlas, 1996, 726p.

WINCH, G. M., CARR, B. Processes, maps and protocols: understanding the shape of the construction process. **Construction Management and Economics**, v. 19, p. 519-531, 2001.

WOMACK, J. P., *et al.* **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1992, 347p.

WWF – Brasil. WORLD WILDLIFE FEDERATION. **O que é desenvolvimento sustentável?** Disponível em <<http://www.wwf.org.br/informacoes/>>. Capturado em Nov/2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. São Paulo: Bookman, 2001, 2ed., 205p.

7 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio recebido e às empresas construtoras que participaram desta pesquisa.