LEVANTAMENTO DA PERDA DE MATERIAIS NA EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E QUENTE: RECORTE DE ESTUDO EM EDIFÍCIO HABITACIONAL

NICOLAU, Maiara F. (1); BARRETO, Douglas (2) ; MARQUES NETO, José da Costa (3)

(1) Mestrado em Estruturas e Construção Civil, PPGECiv/UFSCar, nicolau.maiara@gmail.com; (2) Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, UFSCar, dbarreto@ufscar.br; (3) Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, UFSCar, joseneto@ufscar.br

Resumo: *O consumo de materiais e a disponibilidade de dados sobre o desperdício de material para os sistemas prediais na construção civil são escassos. Geralmente, no período de orçamentação e planejamento de obra, é feita uma estimativa de consumo e custos, devido à inexistência dos projetos de instalações nesta fase ou por estarem incompletos. A realização do acompanhamento executivo e medição dos resíduos é uma forma de avaliar o desempenho dos sistemas de produção permitindo que atividades com potencial de melhoria e as principais causas de ineficiência possam ser identificadas. Com o intuito de suprir essa deficiência, este trabalho tem como objetivo o acompanhamento da execução dos serviços de instalações hidráulicas de água fria e quente de apartamentos tipo de uma edificação habitacional, para investigar as causas do desperdício e consequente geração de resíduos. O bom planejamento, conscientização e treinamento, resultam na melhoria da produtividade e na redução da geração de resíduos diminuindo assim o impacto ambiental, preocupação atual da sociedade. A conclusão dos serviços nos apartamentos estudados mostrou que o material que sobra de um apartamento pode ser utilizado no seguinte, até porque o serviço de instalações em si trabalha com materiais bem maleáveis. O quantitativo encontrado de resíduos foi pequeno, devido ao recorte do trabalho, mas dá margem para um maior aprofundamento da questão da geração de resíduos nos serviços de instalações hidráulicas. É uma proposta de gestão de processos, uma vez que permite que alguns custos operacionais sejam executivamente compostos gerando informações importantes de retroalimentação para a própria empresa que o faz.*

Palavras-chave: *instalações hidráulicas, geração de resíduos, processo construtivo.*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de processos e sistemas construtivos – Características tecnológicas de desempenho.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem uma alta demanda por materiais, recursos naturais, e no seu processo produtivo há grandes perdas de materiais (SOUZA, 2005). As empresas do setor entendem que no momento atual esta situação de extração dos recursos naturais, do desperdício e consequente produção de resíduos são impactantes trazendo problemas para a sociedade num futuro não muito distante. Apesar disso, as medidas de melhoria são mínimas visando somente às responsabilidades legais exigidas pelos órgãos públicos. Isso acontece por não ser um fator de impacto econômico significativo e comprovado nas produções dessas empresas.

A Resolução nº 307, de cinco de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) destacou o significativo percentual dos resíduos da construção civil dentre os resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas, provenientes das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. Teve como principal objetivo estabelecer a necessidade de implementação de diretrizes para reduzir os impactos ambientais gerados pela sua produção e pela disposição inadequada dos mesmos resultando em degradação da qualidade ambiental. É de preocupação atual da sociedade que os geradores de resíduos da construção civil devem ser os principais responsáveis pelos mesmos devendo atuar de forma a reconhecer que a redução na geração dos resíduos da construção civil devem proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Formoso et al (2002), em estudo realizado no Brasil, afirmou que o desperdício de materiais tende a ser muito maior do que os valores nominais assumidos por empresas de construção no seu custo estimativo, podendo ser maior que 100% em alguns casos. Ressaltou ainda que a medição dos resíduos é uma forma de

avaliar o desempenho dos sistemas de produção permitindo que atividades com potencial de melhoria e as principais causas de ineficiência possam ser identificadas. É uma forma de gestão de processos, uma vez que permite que alguns custos operacionais sejam executivamente compostos gerando informações importantes de retroalimentação para a própria empresa que o faz.

O consumo de materiais e a disponibilidade de dados sobre o desperdício de material na indústria da construção, especificamente, para os sistemas prediais são relativamente escassos, pois as investigações sobre a geração de resíduos geralmente é focada nos materiais básicos como concreto, aço, alvenaria e revestimentos. No caso das instalações prediais, é feita uma estimativa para a previsão de consumo de materiais e custos, pois os projetos disponíveis no período de orçamentação e planejamento de obra são incompletos e muitas vezes inexistentes. Essa estimativa é baseada na experiência dos profissionais envolvidos no processo de acordo com os projetos básicos disponíveis.

As empresas que atuam na construção civil ainda não conseguem sistematizar o real consumo de materiais nos canteiros de obra, e, não apresentam metas de consumo/perdas e/ou procedimentos formais de controle e levantamento de dados durante a execução das obras (ESPÍRITO SANTO, 2009). O primeiro erro é notado numa análise de custo através de um projeto básico e pouco detalhado, permitindo o levantamento de quantidade de materiais e serviços necessários para a construção não condizentes, resultando em perdas excessivas ou que surgiriam por modificações projetuais. Posteriormente, durante a execução, o fator relacionado às perdas de materiais identificados por Paliari (1999) como material em excesso incorporado ao produto e ao entulho gerado durante a produção. No caso das instalações prediais, por exemplo, que são elementos de peso considerável no custo executivo de um empreendimento, com um projeto de traçado não otimizado, gera gastos maiores além das perdas evidenciadas na produção em materiais como eletrodutos, condutores e tubos.

Formoso et al (2002) afirmou que ter o controle das causas de geração de resíduos de canos elétricos, fios e tubulações hidráulicas e de esgoto é uma tarefa complexa. Os serviços de instalações são geralmente subcontratados, e os materiais são por vezes fornecidos pela subcontratante especialista ou por ela indicados para a compra. Além de ter atividades muito fragmentadas no local, tais materiais são frequentemente movidos para dentro e para fora do local, muitas vezes os projetos são mal detalhados, e muitas mudanças nas rotas de tubos são feitas durante a instalação. As causas mais importantes de resíduos destinados a estes materiais são peças inutilizáveis curtas produzidas quando tubos são cortados; mau planejamento na distribuição de material; e substituição de elementos por outros que têm desempenho superior. Além disso, deve ser salientado que o desperdício de materiais tende a aumentar a quantidade de atividades que não agregam valor e, assim, o desperdício de outros recursos, como o tempo de trabalho e equipamentos. Por exemplo, o excesso de material que tem de ser comprado tende a aumentar os estoques, a demanda do sistema de transporte, e o esforço necessário para remover detritos do local.

Com o intuito de suprir a deficiência de estudos sobre esta questão, este trabalho tem como objetivo o acompanhamento da execução dos serviços de instalações hidráulicas de água fria e quente, em duas unidades habitacionais de uma edificação vertical, identificando no processo as potencialidades e ineficiências da atividade, dando destaque para os materiais e ferramentas utilizados que resultem na investigação das causas do desperdício e consequente geração de resíduos.

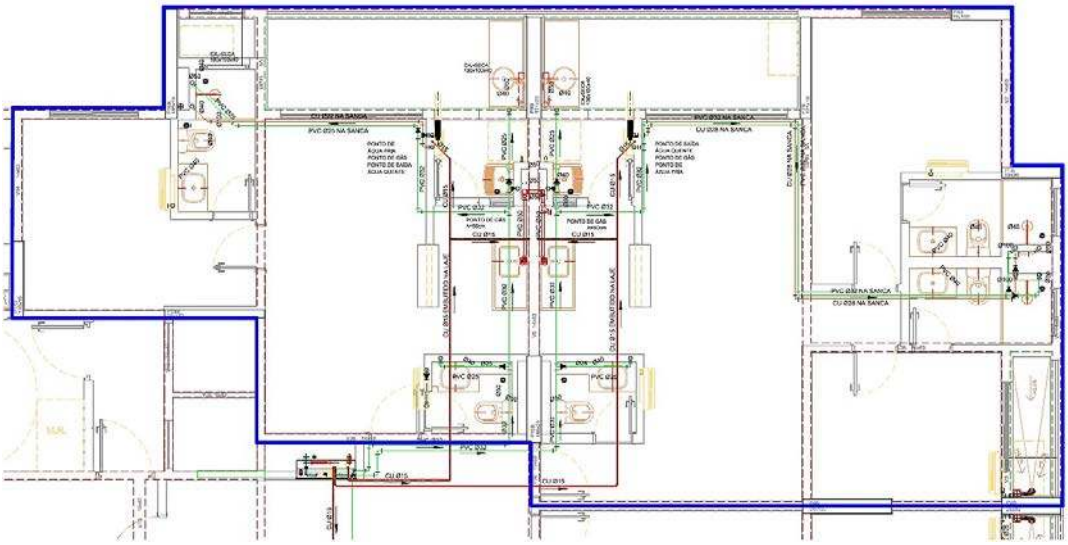
2 ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA DO TRABALHO

Para realizar a pesquisa mencionada foi definido um estudo de caso. Trata-se de uma obra localizada em São José do Rio Preto - SP, numa das principais avenidas da cidade, Avenida Presidente Juscelino Kubtschek, composta de 1 (uma) torre residencial com 17 pavimentos tipo, tendo 7 unidades de apartamentos por pavimento. É uma obra de grande porte e, por isso, foi realizado um recorte para a realização da pesquisa de campo tendo como enfoque a instalação hidráulica de água fria e quente dos apartamentos 3 e 4 de um dos pavimentos tipo da edificação. O apartamento 3 (três) é composto de sala de estar/jantar, um dormitório com banheiro, cozinha, área de serviço, varanda e lavabo. A mesma tipologia do apartamento 3 se repete mais uma vez no pavimento tipo. Já o apartamento 4 (quatro) é composto de sala de estar/jantar, dois dormitórios, sendo um com banheiro e outro não, banheiro, cozinha, área de serviço, varanda e lavabo. Este mesmo apartamento repete mais três vezes no pavimento tipo.

A coleta de dados foi realizada durante o período de um dia trabalhado da equipe que executava especificamente o serviço, composta por um oficial e outro ajudante, que conseguiram executar durante as 8

horas do dia de trabalho, as instalações. Para mostrar o serviço executado, a figura 1 apresenta a planta baixa do projeto executivo de instalações hidráulicas dos apartamentos.

Figura 1 – Planta de instalações de água fria e quente dos apartamentos 3 e 4



Fonte: Próprio autor (2016).

Através da figura 1 é possível identificar a prumada de alimentação de água que abastece os dois apartamentos (linha verde), inicialmente se distribuindo na sua temperatura natural passando pelo lavabo e cozinha, e depois, ao passar pelo aquecedor à gás na área de serviço, que se ramifica em tubulação de material diferente (linha laranja) para distribuir a água quente nos banheiros acompanhando no mesmo traçado a tubulação de água fria.

Com a definição do recorte de estudo, a metodologia do trabalho se desenvolveu da seguinte forma:

1. Acompanhamento da execução do serviço que definiu o recorte de estudo e o período de coleta de dados;
2. Identificação das deficiências e potencialidades das tarefas desenvolvidas no processo;
3. Indicação das atividades que resultaram no desperdício e geração de resíduos;
4. Coleta do resíduo gerado no processo;
5. Pesagem dos resíduos;
6. Aplicação do cálculo da quantificação de resíduo de uma unidade para todas as unidades de mesma tipologia;
7. Análise do processo executivo geral.

3 RESULTADOS

Acompanhando o serviço, que resultou na finalização de dois apartamentos, foi possível entender todo o processo de trabalho desenvolvido, as principais tarefas, os principais materiais, as ferramentas utilizadas e manuseio, que são apresentados neste capítulo.

3.1 Acompanhamento dos serviços: materiais utilizados

Os materiais utilizados, unidade de peças de conexões e metragem linear dos tubos, foram quantificados através de um levantamento realizado sobre os projetos de instalações hidráulicas e foram convertidos em unidade de peso por meio de fichas técnicas de fabricantes e fornecedores para cálculo total do peso utilizado.

Essa unidade servirá posteriormente para análise da quantidade de resíduos gerada e a sua porcentagem em relação à quantidade inicial utilizada.

Quadro 1 – Quantitativo de materiais para instalações hidráulicas de água fria e quente dos apartamentos 3 e 4.

Materiais	Apto 3 (kg)	Apto 4 (kg)	Peso total
Adaptador macho PPR 25 x 3/4"	4,000	6,40	10,400
Adaptador macho PVC 25 x 3/4"	0,135	0,18	0,315
Cotovelo 90° redução fêmea PPR 25 x 1/2"	1,800	3,00	4,800
Cotovelo 90° redução fêmea PVC 25 x 1/2"	0,026	0,03	0,052
Cotovelo PPR 45° x 25 mm	0,200	0,20	0,400
Cotovelo PPR 90° x 25 mm	1,500	3,00	4,500
Cotovelo PVC 45° x 25 mm	0,020	0,02	0,040
Cotovelo PVC 90° x 25 mm	0,360	0,55	0,912
Cotovelo PVC 90° x 32 mm	0,047	0,19	0,235
Tê misturador PPR com inserto metálico 25 x 3/4"	0,170	0,34	0,510
Tê PPR 3/4" - 25 mm	0,320	0,64	0,960
Tê PVC 3/4" - 25 mm	0,217	0,31	0,527
Tê red PVC 32 x 25 mm	0,141	0,14	0,282
Tubo de PVC - 32 mm	2,117	5,40	7,522
Tubo de PVC 3/4"- 25 mm	4,219	3,85	8,072
Tubo PPR 3/4"- 25 mm	4,733	9,10	13,833
	20,005	**33,355**	**53,36**

Fonte: Próprio autor (2016).

No quadro 1 a quantidade de materiais utilizados para o apartamento 3 é de aproximadamente 20 kg e o apartamento 4 a quantidade é de cerca de 33,36 kg, totalizando 53,36 kg. Por não ser possível a quantificação exata dos materiais de fixação como cola para PVC, pinos de finca pinos e as fitas de aço perfuradas, estes materiais não foram considerados no levantamento.

3.2 Acompanhamento dos serviços: caracterização

Na planta de instalações apresentada no capítulo 2 foi possível identificar dois grupos de materiais utilizados nas instalações de água fria e quente. Para a água fria foram utilizados tubos e conexões de material PVC e para a água quente foram utilizados tubos e conexões de material PPR (polipropileno). Para ambos, os procedimentos de execução, ferramentas e seu manuseio são muito parecidos, porém existem algumas diferenças aqui apresentadas. Ao contrário do tubo de PVC que utiliza como procedimento para a junção das peças uma simples colagem, para os materiais em PPR é necessário utilizar a ferramenta termofusora para aquecer os tubos e conexões antes da junção, o que demanda um pouco mais de atenção e cuidados de quem o faz. As figuras de 2(a) a (e) exemplificam, de forma clara, as etapas das instalações de PVC.

Figura 2(a) a (e) – Procedimentos para a instalação dos tubos de PVC



a) Medição b) Corte c) Lixamento d) Colagem e) Encaixe

Fonte: Próprio autor (2016).

As figuras 2(a) e 2(b) mostram a medição do tubo com a utilização de trena e corte no tamanho necessário com a utilização da serra; nas figuras 2(b) e 2(c) há os procedimentos de lixamento da superfície interna e externa do tubo e aplicação de cola para tubo de PVC; já a figura 2(e), a etapa final que consiste no encaixe das peças e conexões e fixação na alvenaria.

3.3 Acompanhamento dos serviços: sobras dos materiais

Durante o acompanhamento do serviço foi possível identificar que há sim uma logística de distribuição dos materiais para execução das instalações. Em todo início de expediente os operários subiam para a edificação carregando uma quantidade de material que já havia sido selecionada pelos responsáveis pela triagem e distribuição de acordo com os serviços a serem executados. Porém, sempre levavam uma quantidade a mais para o caso de perdas ou até mesmo para garantir que não faltasse material no pavimento. Além disso, como os serviços de instalações são muito dispersos, pois várias equipes pequenas desenvolvem o mesmo ou outros serviços num mesmo pavimento, havia também dispersão de materiais ao longo deste, o que gerava certo descontrole. É perceptível, que no início é possível garantir um controle de material maior, porém com o passar do tempo e com o andamento do serviço pelos pavimentos, os materiais e sobras vão se acumulando podendo até serem perdidos durante a limpeza do entulho.

Os tubos cortados tem grande potencial de reutilização já que todo o traçado da tubulação demanda peças de tamanho reduzido. Porém depende da conscientização do reuso por parte dos operários e da própria empresa em instruir e conscientizar sobre essa prática. Ao longo da execução os operários mostraram um bom aproveitamento das peças, mas destacaram que essa prática vinha ocorrendo depois da empresa verificar grandes perdas e chamar a atenção aos funcionários para evitar o desperdício.

Finalizado o trabalho em cada apartamento foi feita uma coleta dos resíduos, ou seja, o que era considerado não ser mais passível de utilização, como lixas usadas, embalagens diversas, pedaços de tubos cortados com tamanhos menores de 15 cm para ser pesado posteriormente (Figuras 3 e 4).

Figura 3 e 4 – Resíduos coletados do apartamento 3 e 4, respectivamente.



Fonte: Próprio autor (2016).

3.4 Acompanhamento dos serviços: perda incorporada

Durante a execução e acompanhamento das instalações foi verificado outro tipo de perda que é por incorporação. Este tipo de perda, a princípio, pode ser irrelevante, mas, persistindo em todos os apartamentos de uma edificação pode gerar gastos consideráveis na compra de materiais a mais do que realmente seria necessário. Neste caso, as principais causas para este tipo de perda foram erros durante o encaixe das tubulações e peças de conexões como mostram as figuras 5 e 6, e interferência das tubulações de esgoto e elétrica, já finalizadas, que resultaram na criação de pequenos desvios como mostram as figuras 7 e 8.

Figura 5 e 6 – Perda incorporada devido a erros de conexão.



Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 7 e 8 – Perda incorporada devido interferências de outras instalações.



Fonte: Próprio autor (2016).

Com os erros de conexão, figuras 5 e 6, foi necessária a utilização de peças para fazer uma nova junção; para o caso da interferência de outras instalações, figuras 7 e 8, utilizou-se mais conexões e tubos para fazer os desvios.

4 DISCUSSÕES

A partir de toda a coleta de dados e do acompanhamento realizado durante a execução é importante destacar algumas observações que são pertinentes para avaliar o processo. Os serviços de instalações, por serem desenvolvidos de forma rápida e limpa, são divididos em várias equipes num mesmo pavimento, e por isso, os materiais acabavam ficando dispersos. Em determinados momentos, apesar de todo o material distribuído, houve falta de material, como conexões de tamanho específico, tendo que ser buscado no depósito/almoxarifado do andar térreo, demandando um atraso na execução e consequente perda de produtividade.

A equipe que executou inicialmente a tubulação de esgoto não é a mesma da tubulação de água fria e quente, o que resultou em alguns casos, numa incompatibilização de traçado de tubulação gerando desvios e utilização de peças a mais, a chamada perda incorporada. O corte na alvenaria geralmente é feito por outra equipe também e antecede a responsável pela execução das instalações, e talvez por isso, em alguns momentos, não atendeu ao desenho de toda a tubulação, como por exemplo, cortes de largura menor e pouco profundos do que o exigido, sendo feitos novos cortes/quebras de alvenaria. Isso resultava em quebra de alvenaria a mais desnecessária, já que era feito sem preocupação, somente com a intenção de que o serviço de instalações pudesse ser finalizado.

A tubulação de PPR exigiu maior atenção devido à utilização da termofusora, pois com inexperiência por parte do ajudante, o mesmo acabou se queimando ao utilizar a ferramenta sem ter atenção e tomar os devidos cuidados. Os procedimentos em si são fáceis e práticos, mas nada impede que uma falta de atenção resulte em algum tipo de acidente.

4.1 Levantamento das sobras e resíduos

Assim como as peças de ligação, haviam sobras de tubos dispersas no pavimento, algumas foram colocadas em sacos, mas nem sempre eram utilizadas. Para facilitar o levantamento, foram separados 3 grupos de peças cortadas que podem ser identificados nas figuras 9(a) a (c).

Figura 9(a) e (c) – Tamanhos das sobras dos tubos cortados.



a) Peças menores que 15 cm



b) Peças entre 30 e 40 cm



c) Peças entre 100 e 120 cm

Fonte: Próprio autor (2016).

Na figura 9(a) estão as peças que foram consideradas resíduos por apresentarem tamanho menor que 15 cm; na figura 9(b) as peças com tamanho entre 30 e 40 cm ainda consideradas reaproveitáveis e na figura 9(c) as peças com aproximadamente 100 cm, estas consideradas com certeza como reaproveitáveis.

Realizada esta separação por potencial de utilização, as peças menores foram coletadas juntamente com os outros resíduos apresentados no capítulo anterior nas figuras 3 e 4, como lixas usadas, embalagens diversas, pedaços de tubos separados por apartamento. Depois desses procedimentos foi feita a pesagem e quantificação também por apartamento executado. As figuras 10 e 11 mostram o momento da pesagem e o valor em quilograma (kg) obtido.

Figuras 10 e 11 – Quantidade de resíduos em quilograma dos apartamentos 3 e 4, respectivamente.





Fonte: Próprio autor (2016).

Pelas figuras 10 e 11, conclui-se que o apartamento 4 por ter uma área maior e ter uma quantidade maior de instalações, um banheiro a mais do que o apartamento 3, consequentemente apresentou uma quantidade maior de resíduos gerados de 0,237 Kg. O apartamento 3, menor como mencionado, apresentou uma quantidade de 0,199 Kg de resíduos gerados.

Aparentemente a quantidade de resíduo para ambos os casos é bem pequena. Mas um dado interessante e que pode ser facilmente obtido, dividindo a quantidade de resíduos gerada pela quantidade de materiais utilizados, ambos em unidade de quilograma, para cada tipologia dos apartamentos na torre, se obtém a porcentagem de geração de resíduos, como mostra o quadro 3.

Quadro 3 – Cálculo da porcentagem de geração de resíduos.

Apartamentos	Materiais (kg)	Resíduos (kg)	Porcentagem de resíduos (%)
Unidade tipo 3	20,005	0,199	0,99
Unidade tipo 4	33,355	0,237	0,71

Fonte: Próprio autor (2016).

O quadro 3 destaca que o apartamento tipo 3 apesar de apresentar uma quantidade de resíduos menor, com relação aos materiais utilizados apresentou uma porcentagem de resíduos maior do que o apartamento tipo 4, isto é, a porcentagem de geração de resíduos para o apartamento 3 foi de aproximadamente 1% enquanto que para o apartamento 4 foi de 0,71%.

Esses dados são relevantes por darem a possibilidade de serem multiplicados pela quantidade de apartamentos total das tipologias analisadas podendo servir como parâmetro de análise para a empresa atuante. Além disso, nesta análise não foram contabilizadas as perdas por incorporação, no caso de desvios de tubulação gerados no momento das instalações, por exemplo, pois demanda uma análise criteriosa sobre os projetos em comparação ao real executado, um *asbuilt.*

5 CONCLUSÕES

De todas as informações e análises realizadas sobre a execução do serviço de instalações de água fria e quente pode-se destacar que se trata de um serviço bastante limpo, salientando que com um treinamento eficiente é possível executar todas as tarefas sem dificuldades. O bom planejamento executivo resulta na diminuição do tempo de execução e na diminuição na geração de resíduos, ou seja, quase que pode extinguir erros como os encontrados, de corte e encaixe de peças que resultam em perda de peça e utilização de conexões (perda incorporada). Com a conscientização e treinamento, os operários entendem a real necessidade do reaproveitamento máximo de materiais diminuindo assim o impacto ambiental gerado com a menor produção de rejeitos.

A conclusão dos serviços nos apartamentos estudados mostrou que o material que sobra de um apartamento pode ser utilizado concretamente no seguinte, até porque o serviço de instalações em si trabalha com materiais bem maleáveis. Deve-se sempre aproveitar essa questão ao máximo. Com isso, a perda de material pode ser mínima: tubos com cortes menores que 15 cm, lixas, embalagens, como apresentado nos capítulos 3 e 4, destacando ainda a análise feita sobre a porcentagem de geração de resíduos gerados para cada apartamento.

Para finalizar, sobre o quantitativo encontrado de resíduos, apesar de ser uma quantidade pequena, tanto do estudo de caso, quanto dos resultados encontrados, é um trabalho inicial que dá margem para um maior aprofundamento da questão da geração de resíduos nos serviços de instalações hidráulicas, já que ainda, é pouco estudado. Uma proposta para futuros trabalhos é ampliar o estudo de caso se aprofundando para além dos resíduos, na perda incorporada, encontrando problemas resultados de erros de projeto e execução.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. 2002. Diário Oficial da União, n. 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96.

ESPÍRITO SANTO, L. S. Diagnóstico quanto à gestão do consumo de materiais nos canteiros de obras. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2009.

FORMOSO, C.; SOIBELMAN, L.; DE CESARE, C. AND ISATTO, E. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. Journal of Construction Engineering and Management, 128(4): 316-325, 2002.

PALIARI, J. C. Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios, 1999. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

SOUZA, U. E. L. de. Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: PINI, 2005. 128p.