

I-019 - DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL – OBRAS COMERCIAIS EM CURITIBA

Everson Ferreira Duarte⁽¹⁾

Arquiteto e Urbanista. Especialista em Construções Sustentáveis pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Paula Fernanda Almeida Gonçalves⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

André Nagalli⁽³⁾

Professor Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Civil, Mestre em Eng. de Recursos Hídricos e Ambiental e Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço⁽¹⁾: Rua Deputado Heitor de Alencar Furtado, 4.900. CEP 81280-340 Curitiba, PR. Fone: (41) 3279-4579 e-mail: eversonduarte@yahoo.com.br

RESUMO

O crescimento da produção e utilização do gesso acartonado no Brasil contribuiu para o aumento da geração de resíduos na construção civil e no impacto que esse tipo de resíduo acarreta ao meio ambiente se não tratado de forma adequada. Por ser um método construtivo ágil e economicamente atrativo, o gesso acartonado é muito utilizado em reformas de estabelecimentos comerciais, onde geralmente os prazos são apertados e os custos tendem a ser otimizados. Tendo como base de estudo cinco obras de reformas em estabelecimentos comerciais na cidade de Curitiba, este trabalho pretende fazer um diagnóstico da geração do resíduo de gesso acartonado. Para tanto, utiliza-se gráficos de correlação entre as variáveis a fim de verificar quais seriam os fatores que contribuiriam na geração de resíduos do gesso acartonado nas obras comerciais. Os resultados obtidos mostram fortes coeficientes de correlação quando a área total ou a mão-de-obra são confrontados as outras variáveis, e coeficientes fracos quando a variável volume de resíduos gerados é posta frente a outras variáveis como tempo e área. A análise das cinco obras sugere que devam ser ampliados os estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Gesso acartonado, geração de resíduos, Resolução CONAMA nº 307/02, Drywall.

INTRODUÇÃO

O uso do gesso, mais especificamente do gesso acartonado, vem crescendo gradativamente na construção civil brasileira ao longo dos últimos 20 anos. Segundo a Associação dos Fabricantes de Chapas de Drywall, estima-se que o consumo de chapas de Drywall no Brasil em 2011 foi da ordem de 39 milhões de metros quadrados.

Em paralelo ao crescimento da produção e do uso do gesso na construção civil, o conceito do desenvolvimento sustentável tomou corpo e sabendo-se que, a construção civil é uma das atividades que mais causam impacto ao meio ambiente, acentuou-se a discussão sobre os aspectos sociais, econômicos e ambientais dos resíduos gerados nesta atividade. Os resíduos de gesso contribuem com uma boa parcela desse impacto, e de acordo com a Resolução nº 307/2002 do Conama, até a data de 24 de maio de 2011, o gesso era classificado como resíduo Classe C, ou resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. A partir de maio de 2011 a Resolução Conama nº 431 alterou o texto do artigo 3º da Resolução nº 307/2002, e o gesso passou a ser classificado como resíduo Classe B, ou seja, passível de reciclagem.

Segundo Nita et al. (2004), a geração de resíduos de gesso, compreendendo aí tanto o gesso acartonado, divisórias, blocos e pasta de gesso utilizada para revestimento é da ordem de 45% em volume total do material utilizado.

Para Soares Junior (2009), recomenda-se que em trabalhos futuros busque-se fazer um acompanhamento das obras procurando a separação dos tipos de resíduos de gesso. Desta forma, os dados seriam mais precisos, se houvesse individualmente caçambas para pastas e pré-moldadas de gesso (divisórias e placas). Assim, os resultados obtidos refletiriam melhor a realidade.

Partindo da sugestão apresentada por Soares Junior (2009), resolveu-se então, fazer um diagnóstico da quantidade de resíduos de gesso acartonado gerados em obras comerciais na cidade de Curitiba. Reformas em obras comerciais ocorrem com certa frequência e em sua grande maioria utilizam chapas de gesso acartonado nas vedações internas (paredes e forros), geralmente com prazos de execução apertados, a geração de resíduos pode ser significativa.

METODOLOGIA UTILIZADA

Neste trabalho, foram utilizadas cinco obras de referência, denominadas: Obra 1, Obra 2, Obra 3, Obra 4 e Obra 5. Sendo que, três estavam situadas dentro de shoppings centers e as outras duas localizadas em via pública. A execução das obras ocorreu entre maio de 2011 e agosto de 2012.

O levantamento dos dados relacionados à quantidade de resíduos gerados na execução foi realizado de maneira visual, tomando como base a capacidade de carga das caçambas utilizadas que é de 5m³ (Figura 1).



Figura 1: Caçamba de resíduo de gesso acartonado (obra 02).

Foi adotado, assim como Soares Junior (2009), o método expedito para a coleta dos dados, que se baseia no levantamento de dados relacionando o material demandado com o material residual. No trabalho, foi realizado o levantamento quantitativo do volume (m³) de gesso demandado para a execução (VGD). E para obtenção do volume de resíduos gerados de gesso acartonado em cada obra (VRG), fez-se o acompanhamento visual diário da quantidade gerada e depositada nas caçambas pré-estabelecidas exclusivas para este tipo de resíduo.

Calculados os valores VGD e VRG, foi possível calcular a taxa de desperdício (TD), que representa a porcentagem de resíduos gerados na obra através da Equação 1, apresentada a seguir:

$$TD (\%) = VRG / VGD * 100 \quad \text{equação (1).}$$

Foram levantadas as áreas de fechamentos laterais e paredes de gesso acartonado (APG) e áreas de forro de gesso acartonado (AFG), resultando na área total demandada de chapa de gesso acartonado (ATDG). As chapas de gesso acartonado nestas obras possuíam dimensão de 1,20 x 2,40m e 12,5mm de espessura, totalizando um volume por chapa de 0,036m³ ou 0,125m³ a cada metro quadrado de chapa de gesso acartonado.

Na pesquisa foi também quantificado o número de funcionários qualificados (FQ) e os que não eram qualificados (FNQ), resultando no total de funcionários (TF). Foram computados também os dias trabalhados na execução da instalação do gesso acartonado (DT).

DADOS DAS OBRAS

A Tabela 1 apresenta a compilação dos dados obtidos nas cinco obras analisadas, bem como as médias e os desvios padrões respectivos.

Tabela 1: Dados levantados em obra.

	AT (m ²)	APG (m ²)	AFG (m ²)	ATDG (m ²)	VGD (m ³)	VRG (m ³)	TD (%)	FQ	FNQ	DTG	FQ + FNQ
OBRA 1	74,37	193,12	36,14	229,26	28,65	3,75	13,08	1	2	3	3
OBRA 2	121	67,64	101,91	169,55	21,19	5	23,59	0	2	5	2
OBRA 3	85,84	38,22	53,73	91,95	11,49	1,25	10,87	2	1	4	3
OBRA 4	28,09	31,53	28,09	59,62	7,45	1,25	16,77	0	2	3	2
OBRA 5	576,85	849,31	267,85	1117,1	139,64	10	7,16	3	2	15	5
MÉDIA	177,23	235,96	97,54	333,51	41,68	4,25	14,29	1,20	1,80	6,00	3,00
DESV. PAD	225,85	349,02	99,42	443,06	55,38	3,60	6,26	1,30	0,45	5,10	1,22

Sendo que: AT – área total da obra; APG – área de paredes de gesso; AFG – área de forros de gesso; ATDG – área total demandada de chapas de gesso acartonado; VGD – volume de gesso total demandada; VRG – volume de resíduos gerados; TD – taxa de desperdício; FQ – funcionários qualificados; FNQ – funcionários não qualificados; DT – dias trabalhados.

A partir dos dados obtidos nas obras e apresentados na Tabela 1, foram selecionados os dados a serem confrontados, e apresentados na forma de gráficos a fim de investigar as correlações entre as características das obras (área, número de funcionários, etc.), de modo que esta informação possa, se houver correlação, balizar futuras estimativas de geração de resíduos de gesso acartonado. Esta informação pode subsidiar o processo de planejamento da gestão de resíduos em obras civis.

O critério usado para a avaliação das correlações existentes foi definido com base no coeficiente de correlação R^2 , obtido no ajuste das curvas dos gráficos gerados através do software MSO Excel. De acordo com Bertol et al. (2013) valores de R^2 maiores que 0,0 e menores que 0,33 define uma fraca correlação; quando o R^2 for maior que 0,34 e menor que 0,66 a correlação é considerada moderada; e quando os valores de R^2 forem maiores de 0,67 até 1 considera um forte grau de correlação entre os dados.

RESULTADOS OBTIDOS

Todos os dados obtidos foram compilados uma sequência de 13 gráficos referente às correlações entre as quantidades de materiais e as áreas, em seguida entre os volumes de resíduos e volume de material demandado, passando pelos dias de trabalhos e a taxa de desperdício, finalizando com as correlações onde o número de funcionários qualificados ou não são introduzidos.

Dessa forma, a Tabela 2 apresenta o resultado de todas as correlações estudadas nos gráficos compilados, de acordo com o resultado dos coeficientes de correlação R^2 e seu respectivo grau de correlação.

Tabela 2: Resultado de todas as correlações estudadas.

Gráficos	Correlação	R ²	Grau de correlação
Gráfico 1	VGDxAT	0,979	Forte
Gráfico 2	APGxAT	0,9513	Forte
Gráfico 3	AFGxAT	0,9707	Forte
Gráfico 4	ATDGxAT	0,9789	Forte
Gráfico 5	VRGxAT	0,8666	Forte
Gráfico 6	VRG x VGD	0,2225	Fraca
Gráfico 7	ATxDT	0,9936	Forte
Gráfico 8	VRGxDTxAT	0,0007	Fraca
Gráfico 9	VRGxDTxATDG	0,0031	Fraca
Gráfico 10	VRGxDTxVGD	0,0031	Fraca
Gráfico 11	VRGxDTxFQ+FNQ	0,0975	Fraca
Gráfico 12	VRGxFQ+FNQ	0,6074	Moderada
Gráfico 13	TDxFQ+FNQ	0,7215	Forte

Os resultados obtidos apresentaram coeficientes de grau de correlação forte quando a área total ou a mão-de-obra são confrontados as outras variáveis, como é o caso do Gráfico 1 (Figura 1).

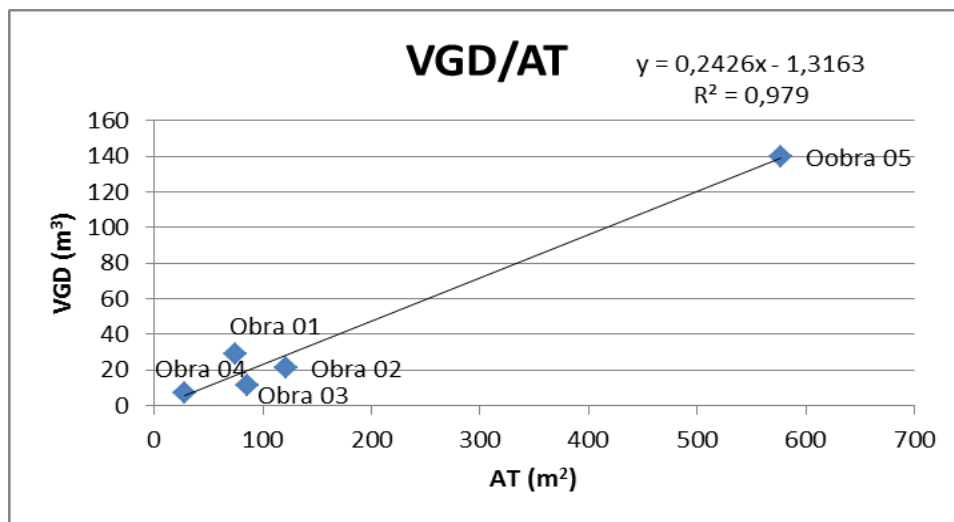


Figura 1- Gráfico 1: Volume de gesso total demandada (VGD) x Área total da obra (AT)

Esse fato pode ser justificado levando em consideração o projeto arquitetônico das obras analisadas, e a proporção entre a área de trabalho e a quantidade de gesso acartonado demandada nestas obras em particular, bem como a quantidade de dias necessários para a execução dos trabalhos, se mostram proporcionais às áreas dos estabelecimentos.

A correlação fraca entre os volumes demandados e gerados de cada obra analisada, apresentado no Gráfico 6, vem confirmar a necessidade da inclusão das outras variáveis nas análises, já que existem as particularidades de cada obra.

Quando se correlaciona o volume de resíduos gerados (VRG) em relação aos dias trabalhados (DT) frente a outras variáveis, como nos Gráficos 8 (Figura 2) a 11, o resultado obtido é uma correlação fraca, entretanto, quando a variável mão-de-obra é introduzida nestas correlações a exemplo do Gráfico 11 (Figura 3), verifica-se um leve aumento no grau de correlação.

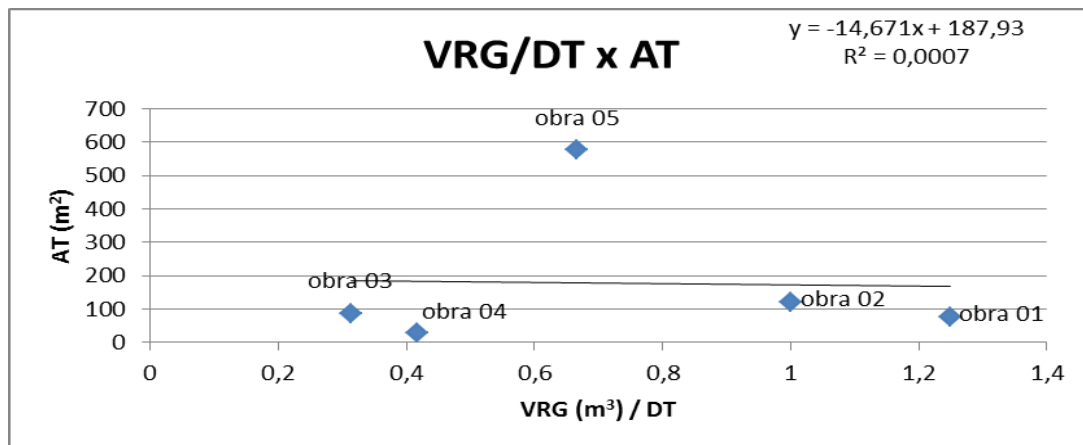


Figura 2 - Gráfico 08: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total da obra (AT)

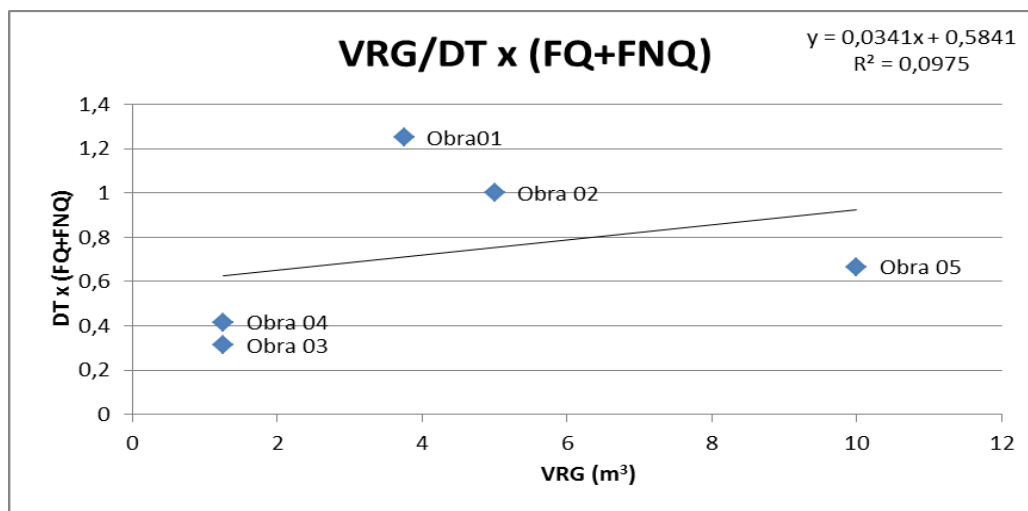


Figura 3 - Gráfico 11: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

Portanto, fica evidente nestes casos que o tempo necessário de execução das obras em relação à área não é determinante para o volume de resíduos gerados, entretanto, a mão-de-obra tem um impacto tanto na geração de resíduos quanto no tempo demandado na execução da obra, como verificado nos Gráficos 12 e 13.

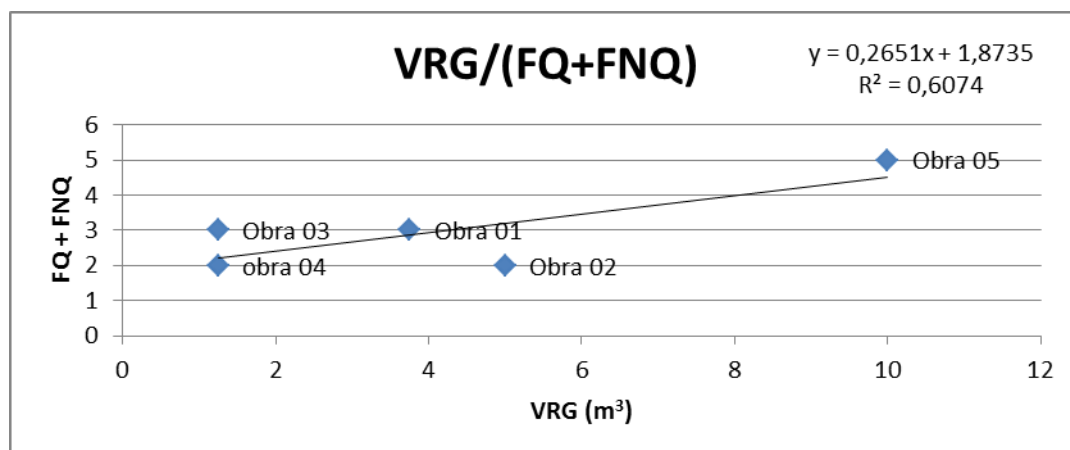


Gráfico 12: Volume de resíduos gerados (VRG) x Funcionários qualificados (FQ) +

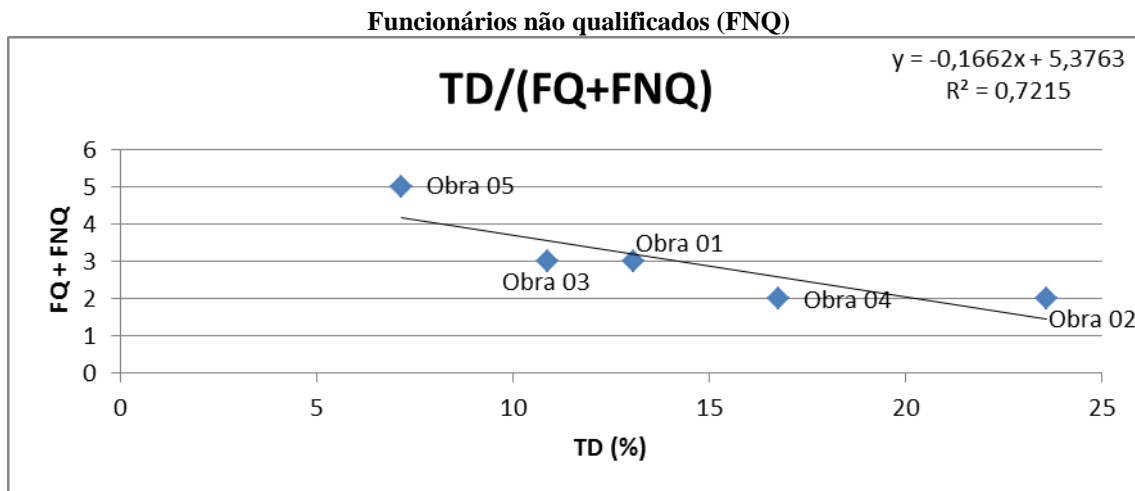


Gráfico 13: Taxa de desperdício (TD) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

Vale ressaltar que foram elaborados dos 13 gráficos elaborados, no presente trabalho são apresentados apenas os mais salubres à discussão. Os demais gráficos e informações adicionais estão disponíveis em Duarte (2014).

CONCLUSÕES

Neste trabalho a análise das correlações tentou diagnosticar e verificar quais seriam os fatores que contribuiriam na geração de resíduos do gesso acartonado nas obras comerciais definidas como objeto de estudo, através do Método Expedito apresentado por Soares Junior (2009), fazendo o acompanhamento da etapa de instalação do gesso acartonado e o levantamento do resíduo gerado na referida etapa. Também foi levado em consideração o tempo necessário para executar o serviço e a qualificação dos funcionários envolvidos.

Apesar do pequeno número de amostras, apenas cinco obras, e partindo dos resultados obtidos, as referidas análises dão um panorama de como ocorre essa geração de resíduos de gesso acartonado nestas obras comerciais na cidade de Curitiba.

Os resultados obtidos nas cinco obras analisadas demonstram a necessidade de se ampliar a avaliação, tanto quantitativamente como qualitativamente, a fim de obter mais dados para balizar futuros trabalhos relacionados ao tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERTOL, Alessandra Cardoso; RAFFLER, Andréia e SANTOS, Jaqueline Pimentel dos. Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.
2. DUARTE, Everson Ferreira. Diagnóstico da geração de resíduos de gesso acartonado na construção civil – Obras comerciais em Curitiba. 2014. 39f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2014.
3. LIMA FILHO, Hilário J. B. de, Tratamento dos resíduos de gesso da construção e da demolição – RCD para a produção de gesso beta reciclado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Pernambuco. Recife: 2010. 110 p.
4. MARCONDES, Fábica C. Segatto, Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil – estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: 2007. 364p.

5. JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Alternativas da gestão de resíduos de gesso. Contribuição para reformulação da Resolução CONAMA 307, São Paulo. Julho 2003. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos1.htm>. Acessado em 29/06/2012.
6. NITA C.; PILLEGI R. G.; CINCOTTO M.A.; JOHN V.M. Estudos de reciclagem do gesso na construção. In I Conferência latino-americana de construção sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. 2004 Anais...
7. RESENDE, F. Produtividade na execução de forros e divisórias de gesso acartonado, São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. 42f. (trabalho de curso de pós-graduação)
8. SOARES JUNIOR, F. F., Análise quantitativa dos resíduos de gesso oriundos de obras da construção civil no município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará. 2009. 83 p.
9. THIESSEN, R. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos de gesso da construção civil em Curitiba. Trabalho de Conclusão de Curso. UTFPR. Curitiba, 2010. 62 p.