

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACOC
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

EVERSON FERREIRA DUARTE

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO
ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL - OBRAS COMERCIAIS EM
CURITIBA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2014

EVERSON FERREIRA DUARTE

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO
ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL - OBRAS COMERCIAIS EM
CURITIBA**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil - DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Construções Sustentáveis”

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

CURITIBA - PR

2014

Everson Ferreira Duarte

**DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO ACARTONADO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL – OBRAS COMERCIAIS EM CURITIBA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a):

Prof. Dr. André Nagalli
Professor do II CECONS, UTFPR

Banca:

Prof. Dra. Cassia Ugaya,
Departamento Acadêmico de Mecânica - DAMEC, UTFPR

Prof. Dr. Adalberto Matoski,
Departamento Acadêmico de Construção Civil - DACOC, UTFPR

Curitiba

2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

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.

O crescimento da produção e utilização do gesso acartonado no Brasil contribui 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.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Objetivo geral	8
1.2 Objetivo específico	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 O material	9
2.2 A produção do gesso	10
2.3 O Histórico do gesso acartonado	11
2.4 Produção da chapa de gesso acartonado.....	12
2.5 O Sistema construtivo.....	12
2.6 O resíduo de gesso acartonado	13
2.7 Contaminação do resíduo de gesso.....	13
2.8 A legislação	14
2.8.1 A Resolução CONAMA nº 307/02	14
2.8.2 Curitiba – Decreto Municipal nº 1068/2004.....	15
2.8.3 Paraná	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 Caracterização das obras	17
3.1.1 Obra 01	18
3.1.2 Obra 02	18
3.1.3 Obra 03	18
3.1.4 Obra 04	19
3.1.5 Obra 05	19
3.2 Método Expedito	20
3.3 Dados das Obras	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Figura 4.1 - Volume de gesso total demandada (VGD) x Área total da obra (AT)	24
4.2 Figura 4.2 - Área de paredes de gesso (APG) x Área total da obra (AT).....	25
4.3 Figura 4.3 - Área de forro de gesso (AFG) x Área total da obra (AT).....	25
4.4 Figura 4.4 - Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG) x Área total da obra (AT)	26
4.5 Figura 4.5 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Área total da obra (AT)	27

4.6	Figura 4.6 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Volume de gesso total demandada (VGD).....	28
4.7	Figura 4.7 - Área total da obra (AT) x Dias de trabalho (DT)	28
4.8	Figura 4.8 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total da obra (AT).....	29
4.9	Figura 4.9 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG)	30
4.10	Figura 4.10 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Volume de gesso total demandada (VGD).....	31
4.11	Figura 4.11 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ).....	32
4.12	Figura 4.12 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)	33
4.13	Figura 4.13 - Taxa de desperdício (TD) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 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 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.

1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como finalidade diagnosticar a geração de resíduos de gesso acartonado em cinco obras de reforma em estabelecimentos comerciais na cidade de Curitiba.

1.2 Objetivo específico

Constituem-se objetivos específicos deste trabalho:

- Quantificar o volume de resíduos de gesso acartonado gerados na etapa de execução do drywall.
- Avaliar a relação entre a taxa de desperdício e a qualificação dos trabalhadores envolvidos na execução dos trabalhos.
- Verificar se há correlação entre a quantidade de geração de resíduos de gesso e a área executada das obras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O material

Segundo Thiessen (2010), o mineral gipsita que dá origem ao gesso é um sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), geralmente é encontrado na forma de material compacto, de granulação fina ou média, sendo esta a variedade de maior importância econômica. Ocorre em diversas regiões pelo mundo, e possui um amplo e diversificado campo de utilizações. O interesse maior em sua utilização se deve ao fato de possuir como característica peculiar a facilidade de desidratação e re-hidratação. A gipsita perde 3/4 da água de cristalização durante o processo de calcinação, convertendo-se a um sulfato hemidratado de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) que, quando misturado com água, pode ser moldado e trabalhado antes de endurecer e adquirir a consistência mecânica da forma estável re-hidratada.

A denominação geral do gesso é o sulfato de cálcio (CaSO_4). Já o aglomerante usado na construção civil é o sulfato de cálcio hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Entretanto, também existem as formas de sulfatos do cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e anidrita (CaSO_4) sem molécula de água.

De acordo com a NBR 13207 (ABNT, 1994), o gesso é classificado em dois tipos: fundição (para pré-fabricados de construção civil) e revestimento, sendo subdivididos em fino e grosso. A diferença principal entre os dois é o teor de anidrita II, sendo mais elevado no tipo para revestimento. Os de uso interno, em edificações, sofrem alterações de suas propriedades pela ação da água, sendo chamados de gesso comum.

Segundo Bauer (2000), gesso é o termo genérico de uma família de aglomerantes simples constituídos basicamente de sulfatos mais ou menos hidratados e anidros de cálcio, obtidos através da calcinação (decomposição à quente) da gipsita natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) à cerca de 160°C , constituída de sulfato bi hidratado de cálcio geralmente acompanhado de uma certa proporção de impurezas, como sílica, alumina, óxidos de ferro, carbonatos de cálcio e magnésio. O total das impurezas varia desde uma porção muito pequena até um máximo de cerca de 6%.

As reservas brasileiras de gipsita concentram-se na região nordeste do país, sendo que o principal produtor é o estado de Pernambuco, mais precisamente a região do Sertão do Araripe. O Estado responde por cerca de 90% da produção brasileira (PERES *et al.*, 2008).

2.2 A produção do gesso

A produção do gesso se dá através da calcinação da gipsita, que ocorre quando o minério é submetido a altas temperaturas, representado pela seguinte reação:



O sulfato de cálcio hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), conhecido comercialmente como gesso, possui a propriedade de tornar-se plástico quando misturado à água, podendo ser moldado na forma desejada, e endurecer rapidamente dando rigidez e dureza ao produto final, pela recuperação de sua estrutura natural.

O tipo de hemidrato produzido (gesso alfa ou gesso beta), ou ainda a produção de anidrita, é determinado pelas condições da calcinação, ou seja, pela temperatura e pressões usadas no processo. As etapas para a produção do gesso por desidratação térmica da gipsita são:

- a) Extração da gipsita: a lavra é realizada em minas a céu aberto, através de explosões, resultando no minério com grandes diâmetros denominados matacões;
- b) Britagem da gipsita: é a fragmentação dos matacões até atingir a granulometria desejada;
- c) Calcinação: é a desidratação térmica, etapa mais importante na produção do gesso, onde as variáveis termodinâmicas e cinéticas são bem definidas para cada tipo de produto desejado. A temperatura estabelecida para que a reação de desidratação da gipsita ocorra é de 106°C , porém a velocidade da reação só será razoável para temperaturas superiores (SANTOS, 1996). A produção do hemidrato beta (seco) se dá a temperatura de operação de 160°C com uma pressão de 1atm, mais conhecido como processo de produção por via “seca”. Na produção do gesso alfa (úmido), o processo mais utilizado é através do aquecimento direto com um fluido térmico (água ou vapor), sob pressões maiores que a atmosférica. Assim, a produção do gesso alfa tem a denominação de “via-úmida”, sendo um processo relativamente lento e resultando na formação de cristais com maior regularidade;
- d) Mistura: nesta fase é assegurada a homogeneidade adequada ao produto final, dosando-se hemidrato e anidrita II, ou ainda eventuais aditivos nas proporções adequadas;
- e) Armazenamento;
- f) Embalagem.

2.3 O Histórico do gesso acartonado

Em 1894, nos Estados Unidos, Augustine Sackett criou a “Sackett Board” ou a Placa Sackett, constituída de quatro camadas de gesso dentro de quatro folhas de papel, lã e camurça. Medindo 91x91cm e 3cm de espessura com bordas sem acabamentos. A tecnologia evoluiu entre 1910 e 1930, utilizando-se bordas encapadas e eliminando duas camadas de papel camurça em favor do suporte do papel das faces, passando então a ser chamada de “Gypsum Board” ou Placa de Gesso.

Com o tempo criaram-se chapas mais leves e menos quebradiças e o conjunto dos materiais e sistemas de tratamento também sofreram melhorias. Passou então a ser empregado em larga escala a partir da década de 1920, sendo adotado como alternativa para vedação em várias partes do mundo. Atualmente cerca de 95% das residências americanas usam paredes, forros e revestimentos em chapas de gesso. Está presente na construção civil europeia a mais de 70 anos, sendo considerada uma tecnologia totalmente consolidada.

No Brasil sua utilização teve início na década de 1970, porem o mercado da construção civil mostrou-se resistente quanto a sua efetiva utilização. Foi somente em meados da década de 1990 que a produção do gesso acartonado no Brasil alcançou escala industrial, através da abertura do mercado e a chegada de empresas estrangeiras que verificaram então o potencial de crescimento desse sistema no país, instalaram unidades de produção nos estados de Pernambuco, São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo a Associação Brasileira do Drywall, a produção de chapas no Brasil alcançou em 2011 a marca de 39 milhões de metros quadrados, a Figura 1 mostra a evolução anual do consumo no país.

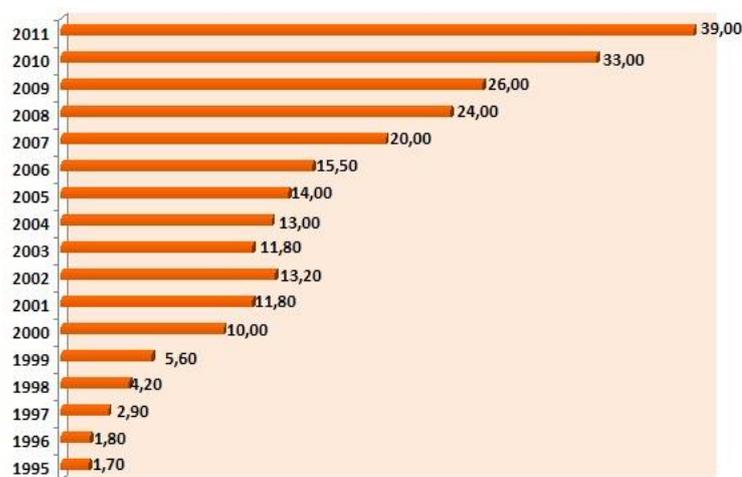


Figura 1. Evolução Anual do Consumo de Chapas para Drywall no Brasil (milhões de m²)

Fonte: Associação brasileira do Drywall - 2011

2.4 Produção da chapa de gesso acartonado

Segundo JOHN e CINCOTTO (2003), a composição típica do gesso acartonado é constituída por uma parcela predominante de gesso natural hidratado (gipsita), papel (referências mencionam entre 4 a 12%), fibras de vidro, vermiculita, argilas (até 8%), amido, potassa (KOH), agentes espumantes (sabões), dispersantes e hidro-repelentes nas placas resistentes a água. Sobre o produto nacional não existem dados disponíveis sobre a real composição. A bibliografia registra ainda a presença de metais pesados, e a preocupação maior é em relação a presença de boro, particularmente em placas resistentes ao fogo.

As normas técnicas da ABNT NBR14715:2001, NBR14716:2001 e NBR 17717:2001 regem a produção das chapas de gesso acartonado. São produzidas por meio de um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos prensada entre duas lâminas de papel cartão. As placas de gesso acartonado dividem-se em três categorias:

- ST (Standard): para uso geral em áreas secas;
- RU (Resistente à umidade): contém hidrofugantes em sua fórmula e é indicada para uso em áreas sujeitas a umidade por tempo limitado e de forma intermitente;
- RF (Resistente ao fogo): contém retardantes de chama em sua fórmula e é indicada para áreas secas nas quais se exija um desempenho superior frente ao fogo.

Existe ainda outros tipos, como chapas acústicas para forro e chapas com pequena espessura para uso em superfícies curvas, todas derivadas das citadas acima.

2.5 O Sistema construtivo

O sistema construtivo Drywall com chapas de gesso acartonado é composto por três elementos básicos: Placas de gesso, elementos estruturais (metálicos ou madeira) e os acabamentos e acessórios. Sendo que cada elemento possui diversos componentes para adaptações de acordo com a necessidade de cada caso.

2.6 O resíduo de gesso acartonado

As perdas no canteiro de obras com relação as chapas de gesso acartonado, segundo a Associação Drywall, é da ordem de 3% a 5% do consumo. Porém RESENDE (2003) em seu estudo levantou valores entre 7% e 8%. Segundo JOHN e CINCOTTO (2003) no Brasil a estimativa da indústria é de 5%, os retalhos de chapas de gesso acartonado resultantes do processo de montagem do sistema correspondem por uma parcela significativa da geração do resíduo.

Além da modulação da obra, os índices de perdas podem ainda variar conforme a falta de especificação técnica detalhada e de forma clara, resultando em erros no processamento de pedidos e/ou na entrega ao canteiro de obras, no armazenamento e movimentação do material no canteiro, na qualificação e seleção de fornecedores e mão-de-obra, bem como no estabelecimento de um vínculo de parceria entre estes fornecedores e mão-de-obra, procurando reter os profissionais mais qualificados.

Em seu estudo MARCONDES (2007), analisando empresas construtoras, encontrou valores próximos aos indicados pelos fabricantes, entre 4% e 5%. Porém ressaltou que todas as empresas construtoras analisadas possuíam um estreito relacionamento com os fabricantes, estabelecendo boas relações de parceria, possuíam ainda procedimentos implantados para garantir o controle de projetos e a compatibilização dos mesmo, adoção de placas personalizadas e paletizadas, além da mão-de-obra qualificada, o que possibilitava atingir estes índices de perdas. Ainda segundo MARCONDES (2007), infelizmente tais práticas não fazem parte da realidade de todas as empresas construtoras e tampouco dos instaladores, e são os instaladores pesquisados que apontam perdas da ordem de 12%.

2.7 Contaminação do resíduo de gesso

Segundo MARCONDES (2007), o impacto gerado pela deposição do resíduo de chapas de gesso acartonado em aterros, se dá em função do gesso e dos aditivos presentes na composição, o papel é desconsiderado já que é biodegradável.

Para JOHN e CINCOTTO (2003), como o gesso é solúvel em água, a presença em um aterro traz a longo prazo vários problemas, devido a formação de vazios pela lixiviação do gesso, além de afetar a composição e pHs da água e do solo. Em contato com umidade e em

condições anaeróbicas, com baixo pH, e sob ação de bactérias redutoras de sulfatos, o gesso pode formar gás sulfídrico (H₂S), que possui odor forte, é tóxico e inflamável. O H₂S em altas concentrações, ou seja, acima de 1000 ppm (partes por milhão) causa problemas à saúde humana, podendo levar ao óbito.

Os resíduos incluem ainda contaminantes diversos, originados do processo de construção, podem estar contaminados com metais, madeira, tinta. O gesso utilizado como revestimento apresenta-se parcialmente aderido a base de alvenaria e não pode ser segregado no canteiro.

2.8 A legislação

2.8.1 A Resolução CONAMA nº 307/02

Publicada em julho de 2002, entrou em vigor em janeiro de 2003, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, através da implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. A medida mais relevante é a que obriga as construtoras a elaborarem o PGRCC (Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil) como condição para que possam obter o alvará de funcionamento de seus canteiros de obras junto às prefeituras. Conforme a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 2002 no seu artigo 3º, até 24 de maio de 2011, os resíduos de gesso eram classificados como classe C, ou seja, resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para a sua reutilização ou reciclagem. Então, esses resíduos não podem estar misturados com outros materiais, para evitar uma possível contaminação. Porém, a partir de 24 maio de 2011 a Resolução nº 431 alterou o texto do artigo 3º da Resolução Conama nº 307/2002 e o gesso passou a ser classificado como resíduo Classe B, ou seja, totalmente passível de reciclagem. No artigo 10 desta Resolução, a forma de destinação é definida como, devendo ser reutilizado, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário.

Segundo Herbst (2011), consultor em meio ambiente do SindusCon-PR (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Paraná), apenas 37% dos municípios brasileiros

possuem legislação adequada sobre a gestão de resíduos da construção e falta ainda uma maior fiscalização por parte destes municípios.

2.8.2 Curitiba – Decreto Municipal nº 1068/2004

Curitiba é um dos primeiros municípios brasileiros a tornar obrigatória a apresentação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para emitir o alvará de novos empreendimentos. Foi publicado em 2004 o Decreto Municipal nº 1.068 (Curitiba, 2004), onde institui o regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) do município de Curitiba. Neste decreto, o poder municipal aborda disposições gerais, diretrizes técnicas e procedimentos, o programa integrado de gerenciamento de RCC (resíduos da construção civil), projetos de gerenciamento de RCC, procedimentos para o licenciamento ambiental, define quem são os pequenos e os grandes geradores de resíduos, cria o cadastramento de transportadores, destinação de resíduos, ações educativas, incentivos e penalidades. Este decreto está de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02.

2.8.3 Paraná

No Estado do Paraná além de Curitiba contam com o PGRCC os municípios de Londrina e Cascavel. Em Londrina o Decreto Municipal nº 768/2009 Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportadores de resíduos em geral e dá outras providências. Em Cascavel o Decreto nº 9.775/2011 institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Outras iniciativas começam a tomar corpo e podem incentivar a criação de legislação semelhante em outros município, como por exemplo a instalação de usinas de reciclagem de resíduos da construção. Segundo o SINDUSCON-PR em Ponta Grossa, Londrina e na região metropolitana de Curitiba, mais especificamente os municípios de Colombo, São José dos Pinhais e Almirante Tamandaré contam com usinas para esse fim.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho adotou, assim como Soares Junior (2009), o método denominado como método expedito para a coleta dos dados, que se baseia no levantamento de dados relacionando o material demandado que ele chama de massa de gesso total demandada (MGD) e o de resíduos gerados chamado de massa de resíduos gerados (MRG) calculados em kg. Porém, neste trabalho optou-se por levantar o volume (m^3) dos materiais. Assim o MGD é substituído pelo VGD, volume de gesso total demandado e o MRG é substituído pelo VRG, volume de resíduos gerados.

O levantamento dos dados relacionados à quantidade de resíduos gerados na execução foi feito de maneira visual, tomando como base a capacidade de carga das caçambas utilizadas que é de $5m^3$.

Os objetos de estudo são obras comerciais na cidade de Curitiba, todas reformas, sendo três obras situadas dentro de shoppings centers e dois estabelecimentos localizados em via pública. Em geral o prazo para a execução deste tipo de obra é pequeno, variando entre vinte dias a um mês e meio, e no caso dos shoppings centers são executados no período noturno. Na pesquisa foram computados também os dias trabalhados na execução da instalação do gesso acartonado (DT).

Por se tratarem de reformas, não foi computado aqui o volume de resíduos gerados na demolição e limpeza dos estabelecimentos anteriores, somente foi levantado o volume gerado de resíduos de gesso acartonado na execução do novo estabelecimento, para tanto 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 possuem dimensão de 1,20 x 2,40m e 12,5mm de espessura, totalizando um volume por chapa de $0,036m^3$. A caçamba utilizada para a remoção dos resíduos tem a capacidade de $5m^3$ (Figura 2).



Figura 2. Caçamba de resíduo de gesso acartonado (obra 02) - Fonte: Autor

Em todos os casos, os profissionais envolvidos na execução da instalação do gesso acartonado são terceirizados. Foi questionado a cada um dos profissionais envolvidos na execução se haviam recebido um treinamento formal na área, e do total de 15 profissionais questionados, apenas seis haviam passado por treinamento qualificado para executar o revestimento em drywall, os outros nove profissionais aprenderam no dia a dia da obra. Foi então quantificado o número de funcionários qualificados (FQ) e os não qualificados (FNQ), resultando no total de funcionários (TF).

Neste trabalho, as cinco obras de referência foram assim denominadas: Obra 1, Obra 2, Obra 3, Obra 4 e Obra 5.

3.1 Caracterização das obras

Como mencionado anteriormente, todas as obras analisadas são reformas, que aconteceram entre maio de 2011 e agosto de 2012 na cidade de Curitiba. No total são cinco obras, sendo três lojas do ramo do vestuário, uma loja do ramo alimentício e um estabelecimento de ensino de línguas. As suas características são definidas na sequência.

3.1.1 Obra 01

A Obra 01 refere-se a uma loja do ramo de vestuário situada dentro de shopping center, com área total (AT) de 74,37m², composta de piso térreo 53,05m² e mezanino 21,32m², localizada em uma esquina e portanto com duas vitrines. As chapas de gesso acartonado foram usadas para fechamentos laterais, paredes e forro. Nos fechamentos e paredes foram usados 193,12m² e no forro 36,14m², totalizando 229,26m² de área demandada de gesso acartonado. Esta obra foi executada no período da noite, durante três dias e ocupou a mão de obra de três funcionários, dos quais somente um havia recebido treinamento formal para a execução do serviço. Ao final dos trabalhos foi levantado que a quantidade de resíduos de gesso acartonado gerados nesta obra foi de 3,75m³ (75% do volume da caçamba).

3.1.2 Obra 02

Situada em via pública, a Obra 02 é uma loja térrea com pé-direito duplo do ramo de vestuário feminino, com área total (AT) de 121,00m². As chapas de gesso acartonado foram usadas principalmente no forro, cobrindo uma área de 101,91m² com muitas sancas e recortes, e 67,63m² de paredes executadas no sistema de gesso acartonado, resultando um total de 169,55 m² de área demandada de gesso acartonado. Esta reforma foi realizada durante horário comercial, e trabalharam na execução do gesso acartonado somente dois funcionários, sendo que nenhum deles tinha o treinamento formal para tal, gastando no total cinco dias para completar o serviço. A quantidade de resíduos gerados no final da obra foi de 5m³ (100% do volume da caçamba).

3.1.3 Obra 03

A Obra 03 é referente a uma loja do ramo de vestuário feminino situada dentro de shopping center, com área total (AT) de 85,84m² distribuídos entre piso térreo com 57,26m² e mezanino com 28,58m². As chapas de gesso acartonado foram usadas para fechamentos do

mezanino, paredes laterais e forro. Nos fechamentos e paredes foram usados $38,22\text{m}^2$ e no forro $53,73\text{m}^2$, no total a área demandada de gesso é de $91,95\text{m}^2$. Realizada no período da noite, trabalharam na execução do gesso acartonado três funcionários, sendo que dois deles passaram por treinamento, e levaram quatro dias para concluir o trabalho. Os resíduos gerados no final da obra totalizaram $1,25\text{m}^3$ (25% do volume da caçamba).

3.1.4 Obra 04

A Obra 04 refere-se a uma loja do ramo alimentício situada dentro de shopping center, é a obra analisada com menor área total (AT), de $28,09\text{m}^2$ com pé-direito simples. As chapas de gesso acartonado foram usadas para o fechamento da parede que separa o atendimento da área de produção, totalizando $31,53\text{m}^2$ e no forro totalizando $28,09\text{m}^2$. A área total demandada de gesso é de $59,62\text{m}^2$. Somente dois funcionários trabalharam nesta obra e nenhum deles passou por treinamento, levaram três dias para concluir o trabalho que foi executado no período da noite. No término da obra a quantidade de resíduos gerados foi de $1,25\text{m}^3$ (25% do volume da caçamba).

3.1.5 Obra 05

A Obra 05 é referente a maior obra analisada, uma escola de línguas situada em via pública com área total (AT) de $576,85\text{m}^2$, sendo térreo com pé-direito duplo totalizando $276,52\text{m}^2$ e um subsolo usado como estacionamento com $300,33\text{m}^2$. Toda a área do térreo e do subsolo foi subdividida em salas, sendo 12 salas de aula e salas para o setor administrativo, financeiro e comercial. As chapas de gesso acartonado foram usadas para o fechamento de paredes totalizando $849,31\text{m}^2$ e para o forro foram utilizadas $267,85\text{m}^2$. A área total demandada de gesso é de $1117,16\text{m}^2$. A obra foi executada no horário comercial e levou 15 dias de trabalho, ocupando a mão de obra de cinco funcionários, sendo que três deles tiveram treinamento. Ao final dos trabalhos a quantidade de resíduos gerados na execução foi de 10m^3 (100% do volume de duas caçambas).



Figura 3. Instalação de Chapas para Drywall (obra 05) - Fonte: Autor



Figura 4. Instalação de Chapas para Drywall (obra 05) – Fonte: Autor

3.2 Método Expedito

Método de aplicação simples, onde inicialmente é feito o levantamento quantitativo do volume de gesso demandado para a execução (VGD) através dos projetos arquitetônicos.

Visando a obtenção do volume de resíduos gerados de gesso acartonado em cada obra (VRG), fez-se acompanhamento diário da quantidade gerada e depositada nas caçambas exclusivas para este resíduo. Tomando como base a capacidade de carga das caçambas utilizadas que é de 5m^3 , visualmente fez-se a estimativa do volume de resíduo gerado.

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

$$TD (\%) = VRG / VGD * 100$$

Equação (1)

3.3 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 (M2)	APG (M2)	AFG (M2)	ATDG (M2)	VGD (M3)	VRG (M3)	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

Fonte: Autor

Legenda da Tabela 1:

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será apresentado o levantamento dos dados compilados na Tabela 2 por meio de gráficos, em busca das correlações entre as variáveis, tentando avaliar e verificar quais dessas relações podem ou não impactar na quantidade de resíduos de gesso acartonado nas referidas obras.

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. Os dados resultantes das correlações para as cinco obras foram compilados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Correlações

(continua)

	VGD /AT	APG /AT	VGD /APG	AFG /AT	ATDG /AT	VRG /AT	VRG /VGD	AT/D T
OBRA 1	0,39	2,60	0,15	0,49	3,08	0,05	0,13	24,79
OBRA 2	0,18	0,56	0,31	0,84	1,40	0,04	0,24	24,20
OBRA 3	0,13	0,45	0,30	0,63	1,07	0,01	0,11	21,46
OBRA 4	0,27	1,12	0,24	1,00	2,12	0,04	0,17	9,36
OBRA 5	0,24	1,47	0,16	0,46	1,94	0,02	0,07	38,46
MÉDIA	0,24	1,24	0,23	0,68	1,92	0,03	0,14	23,65
DESV PAD	0,10	0,87	0,08	0,23	0,77	0,02	0,06	10,37

Fonte: Autor

(conclusão)

	VRG/DT	VRG / (FQ+FNQ)	VRG/DT/ (FQ+FNQ)	VRG/ DT/AT	VRG/DT/ ATGD	VRG/DT/ VGD	TD / (FQ+FNQ)
OBRA 1	1,25	1,250	0,417	0,017	0,005	0,044	0,043630017
OBRA 2	1	2,500	0,500	0,008	0,006	0,047	0,117980179
OBRA 3	0,3125	0,417	0,104	0,004	0,003	0,027	0,036263417
OBRA 4	0,4166667	0,625	0,208	0,015	0,007	0,056	0,083892617
OBRA 5	0,6666667	2,000	0,133	0,001	0,001	0,005	0,014322544
MÉDIA	0,73	1,358	0,273	0,009	0,004	0,036	0,059
DESV PAD	0,39	0,888	0,176	0,007	0,003	0,020	0,041

Fonte: Autor

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. Segundo Nagalli (2013), o grau de correlação conforme o valor do coeficiente R^2 pode ser definido de acordo com o apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Grau de correlação conforme R^2

CORRELAÇÃO		
FRACA	MODERADA	FORTE
$0,00 < R^2 < 0,33$	$0,34 < R^2 < 0,66$	$0,67 < R^2 < 1,00$

Fonte: Nagalli (2013)

A sequência dos gráficos parte das 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 taxa de desperdício, finalizando com as correlações onde o número de funcionários qualificados ou não são introduzidos.

4.1 Figura 4.1 - Volume de gesso total demandada (VGD) x Área total da obra (AT)

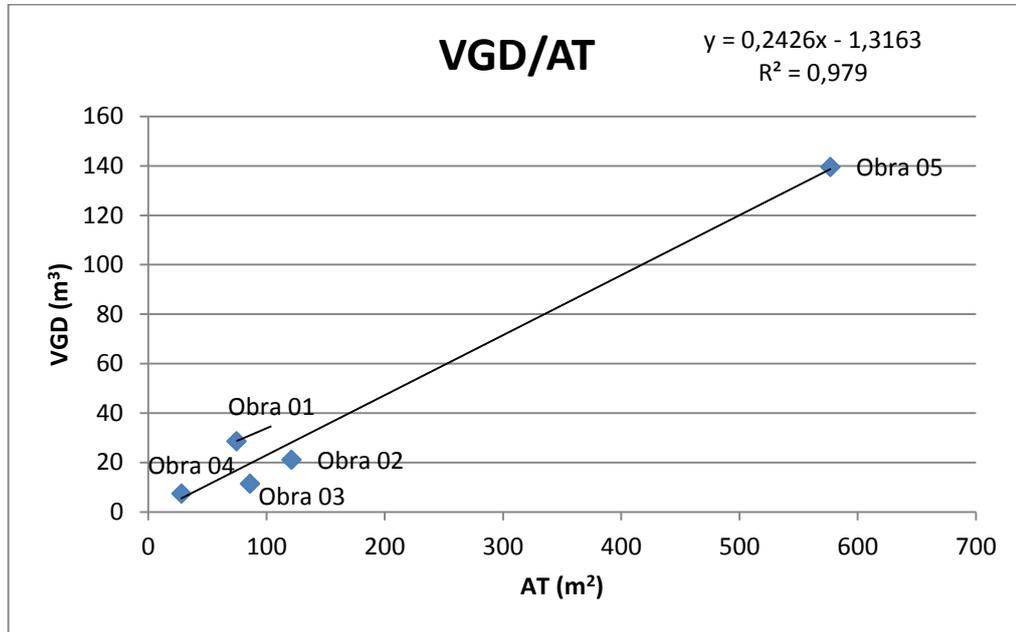


Figura 4.1: Volume de gesso total demandada (VGD) x Área total da obra (AT)

A primeira correlação analisada na Figura 4.1 é entre o volume de gesso total demandada frente a área total da obra, neste caso é possível sugerir que existe uma correlação direta entre as variáveis. Essa correlação de acordo com a Tabela 3 é considerada forte ($R^2 = 0,979$) o que 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. Nesse gráfico o coeficiente de proporcionalidade varia de 0,13 na Obra 03 a 0,39 na Obra 01, revelando que esta possui maior densidade de material em relação à área, enquanto a Obras 03 apresentam uma densidade menor de gesso acartonado no volume total da obra.

4.2 Figura 4.2 - Área de paredes de gesso (APG) x Área total da obra (AT)

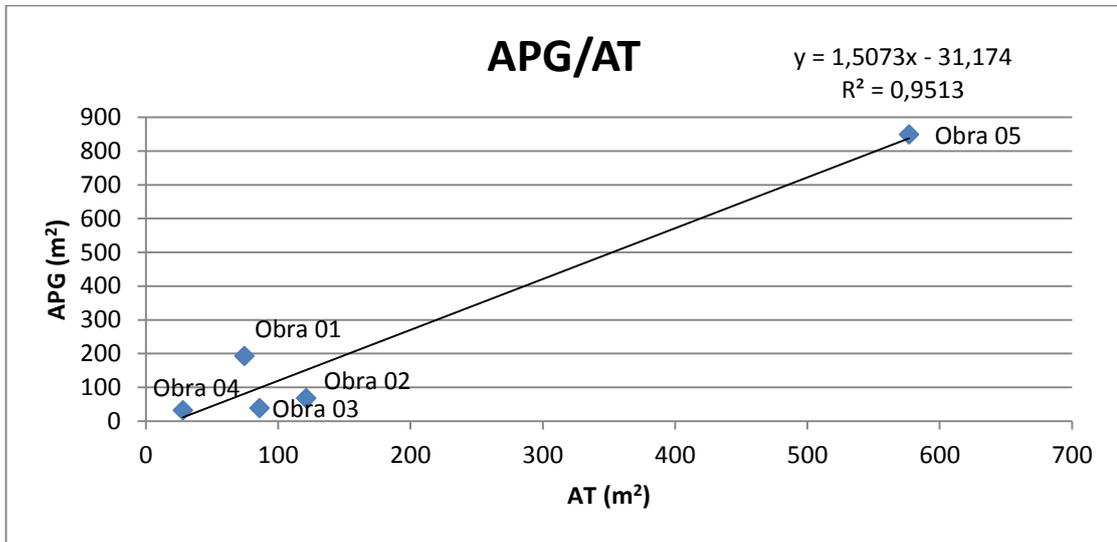


Figura 4.2: Área de paredes de gesso (APG) x Área total da obra (AT)

Na Figura 4.2, a correlação Área de paredes de gesso versus Área total da obra (AT) também a exemplo da Figura 01 é considerada forte ($R^2 = 0,9513$), é visível aqui também a correlação entre a quantidade versus área nos casos analisados. O coeficiente de proporcionalidade para esta correlação variou de 0,45 na Obra 03, a 2,60 na Obra 01, revelando que esta possui maior densidade de material nas paredes em relação à área.

4.3 Figura 4.3 - Área de forro de gesso (AFG) x Área total da obra (AT)

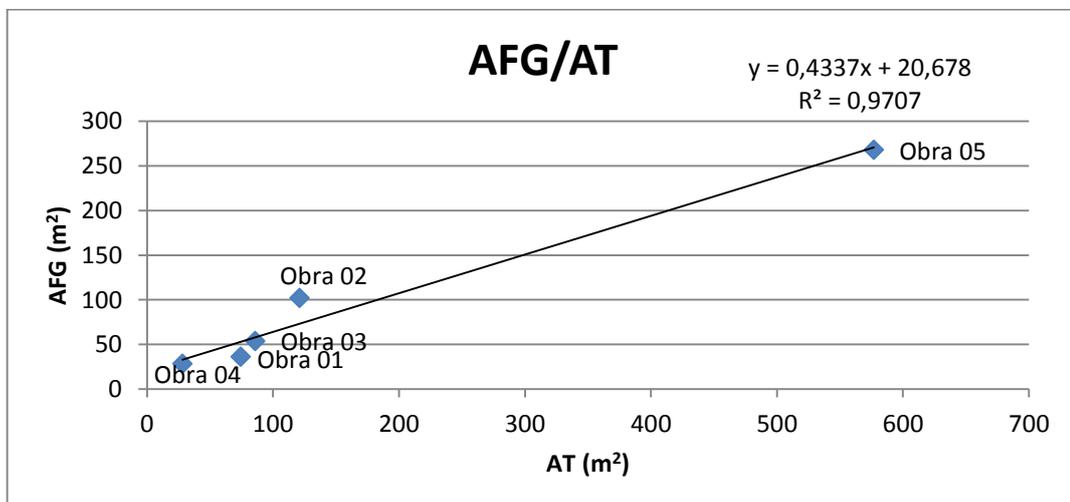


Figura 4.3: Área de Forro de gesso (AFG) x Área total da obra (AT)

Na Figura 4.3 a correlação ente a Área de forro de gesso em relação a Área total, demonstra uma correlação forte ($R^2 = 0,9707$), assim como nos gráficos anteriores aqui se reflete a quantidade necessária de gesso acartonado frente a área de trabalho definida no projeto arquitetônico. O coeficiente de proporcionalidade para esta relação variou de 0,46 na Obra 05 a 1,00 na Obra 04, portanto aqui verifica-se que a Obra 04 possui uma maior densidade de gesso acartonado no forro em relação a área e a Obra 05 é a de menor densidade em comparação com as demais obras.

4.4 Figura 4.4 - Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG) x Área total da obra (AT)

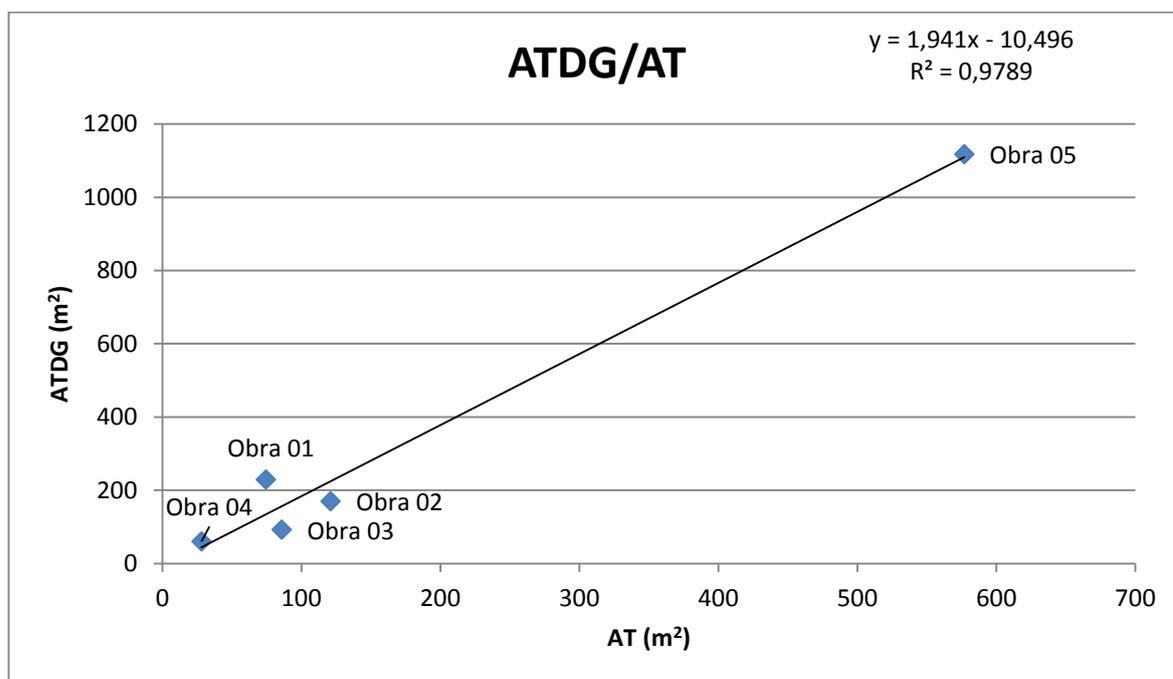


Figura 4.4: Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG) x Área total da obra (AT)

A Figura 4.4 apresenta a Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG) que resulta da união das variáveis APG e AFG apresentadas nos gráficos 2 e 3 frente a área total da obra, reforça a forte correlação vista anteriormente ($R^2 = 0,9789$), em suma é possível dizer que em relação as obras analisadas a quantidade de gesso utilizada é proporcional ao tamanho do estabelecimento, não significando que isso seja uma regra para todas as obras comerciais. O coeficiente de proporcionalidade para esta relação variou de 1,07 na Obra 03 a

3,08 na Obra01, portanto, entre as obras analisadas a Obra 01 apresenta a maior densidade total de gesso acartonado utilizado em relação a área.

4.5 Figura 4.5 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Área total da obra (AT)

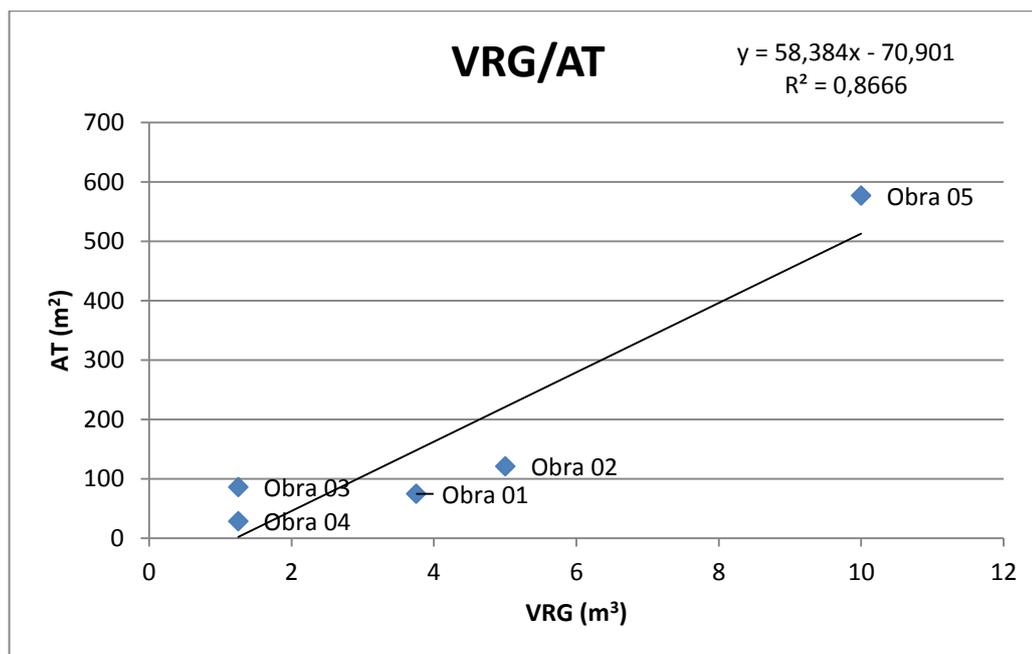


Figura 4.5: Volume de resíduos gerados (VRG) x Área total da obra (AT)

Na Figura 4.5 é representada a correlação entre o Volume de resíduos gerados (VRG) em relação a Área total (AT), e de acordo com a Tabela 3 é considerada forte ($R^2 = 0,8666$), aqui o coeficiente de proporcionalidade variou de 0,01 na Obra 03 a 0,05 na Obra 01. Na Obra 05 de maior área ($576,85m^2$) e com VGD de $139,64m^3$ gera no total $10m^3$ de resíduos, o coeficiente de proporcionalidade fica praticamente na média (0,02), entende-se então que a quantidade de resíduos gerados não pode ser analisada levando em consideração somente a quantidade de material demandado ou a área de trabalho, outras variáveis devem ser computadas.

4.6 Figura 4.6 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Volume de gesso total demandada (VGD)

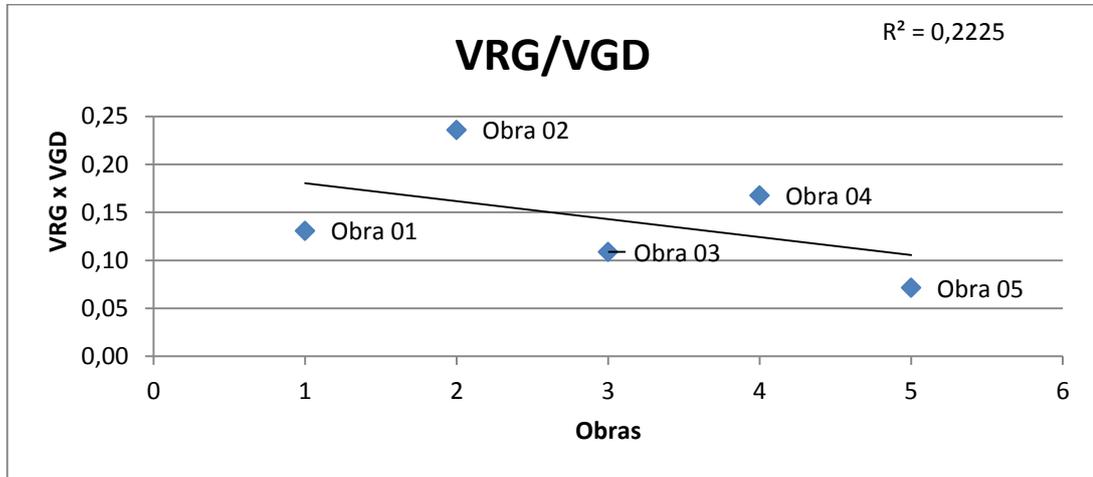


Figura 4.6: Volume de resíduos gerados (VRG) x Volume de gesso total demandada (VGD)

A Figura 4.6 mostra uma correlação fraca ($R^2 = 0,2225$) entre Volume de resíduos gerados (VRG) e Volume de gesso total demandada (VGD), reforçando o que foi vista no Gráfico 05, aqui que o coeficiente de proporcionalidade na Obra 05 com maior área total ($576,85 \text{ m}^2$), VGD de $139,64 \text{ m}^3$ e VRG de 10 m^3 é de 0,07, enquanto que na Obra 02 com área de 121 m^2 , VGD de $21,19 \text{ m}^3$ e VRG de 5 m^3 o coeficiente fica em 0,24. Pode-se atribuir esta pequena ordem de correlação às variações nos projetos arquitetônicos.

4.7 Figura 4.7 - Área total da obra (AT) x Dias de trabalho (DT)

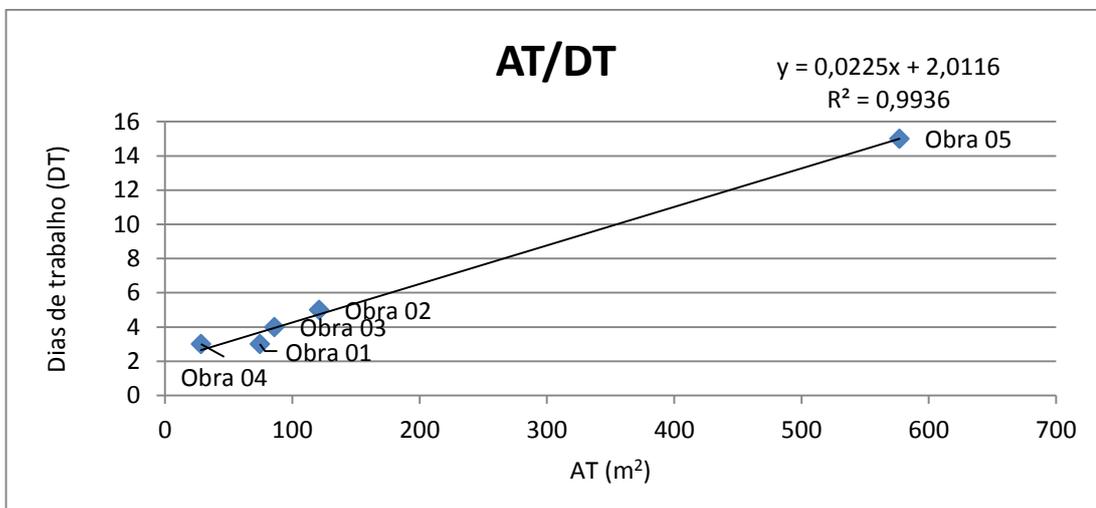


Figura 4.7: Área total da obra (AT) x Dias de trabalho (DT)

Na Figura 4.7 nota-se que a correlação entre os dias necessários para executar o serviço (DT) e a área total (AT) no caso das obras acompanhadas é considerada forte ($R^2 = 0,9936$), o coeficiente varia entre 9,36 na Obra 04 de menor área construída ($28,09\text{m}^2$) e com duração de 03 (três) dias, a 38,46 na Obra 05 com $576,85\text{m}^2$ e duração de 15 (quinze) dias. É compreensível que obras maiores demandem mais tempo para serem concluídas, porém nos casos analisados, como visto anteriormente o fator tempo deve ser considerado juntamente a outras variáveis no sentido de determinar a quantidade de resíduos gerados.

4.8 Figura 4.8 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total da obra (AT)

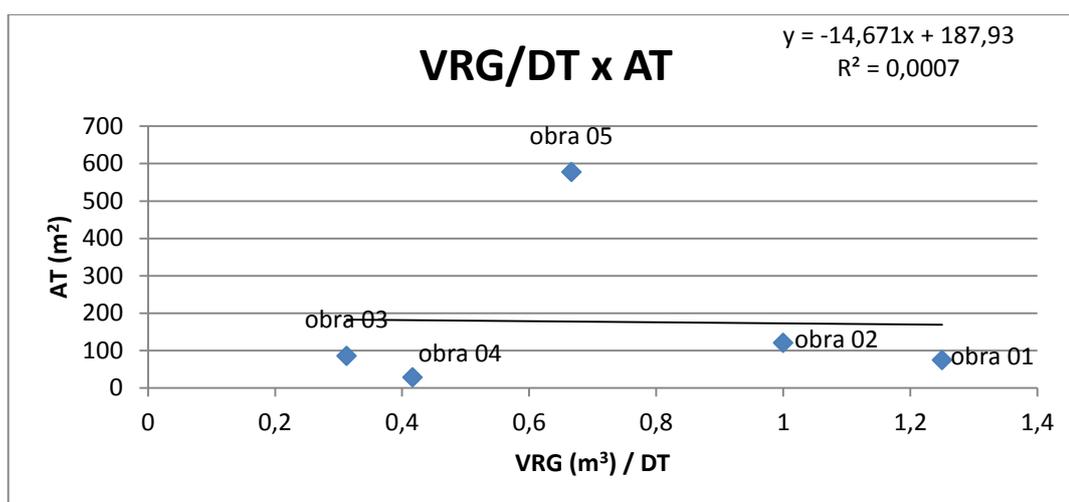


Figura 4.8: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total da obra (AT)

A Figura 4.8 apresenta em síntese a correlação entre Volume de resíduos gerados (VRG) versus Dias de trabalho (DT) frente à área total da obra, sendo considerada fraca ($R^2 = 0,0007$). Fica evidente nestes casos que o tempo necessário de execução das obras em relação a área não é determinante para o volume de resíduos gerados. A variação do coeficiente de proporcionalidade é de 0,001 na Obra 05 a 0,017 na Obra 01.

4.9 Figura 4.9 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG)

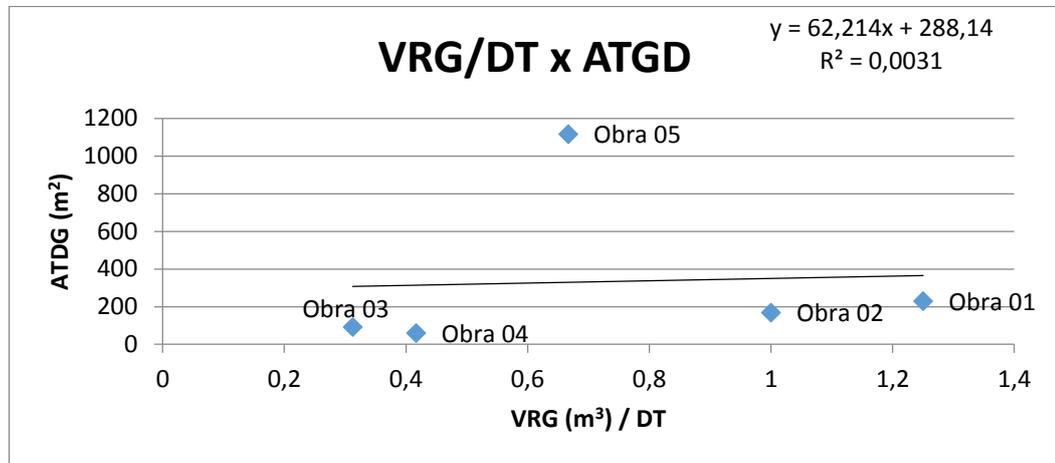


Figura 4.9: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Área total demandada de chapas de gesso acartonado (ATDG)

A Figura 4.9 mostra a correlação entre Volume de resíduos gerados (VRG) versus Dias de trabalho (DT) frente à área total de chapas de gesso acartonado, aqui a correlação é fraca ($R^2 = 0,0031$), o coeficiente de proporcionalidade varia de 0,001 na Obra 05 a 0,007 na Obra 04. Pode-se concluir que a quantidade de resíduos gerados nas obras analisadas não tem ligação direta com o tempo de execução, mesmo quando relacionamos a quantidade de material utilizada, assim como visto na Figura 4.8.

4.10 Figura 4.10 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Volume de gesso total demandada (VGD)

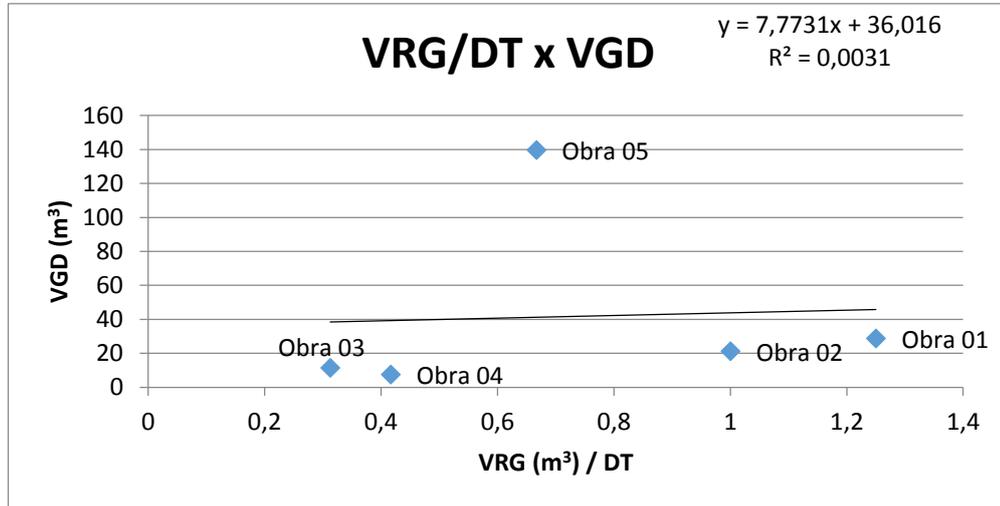


Figura 4.10: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Volume de gesso total demandada (VGD)

A Figura 4.10 correlaciona Volume de resíduos gerados (VRG) versus Dias de trabalho (DT) frente ao Volume de gesso total demandada, correlação fraca ($R^2 = 0,0031$). A exemplo dos gráficos das duas figuras anteriores nota-se aqui que o tempo de execução não é a variável com maior influência no volume gerado de resíduos de gesso acartonado. Na Obra 05 com área de $576,85\text{m}^2$ foram necessários 15 dias para executar o serviço e foi utilizada a maior quantidade de material ($\text{VGD} = 139,64\text{m}^3$) obteve o menor coeficiente 0,005, enquanto que na Obra 04 com a menor área ($28,09\text{m}^2$) e VGD de $7,45\text{m}^3$ o coeficiente de proporcionalidade ficou em 0,056.

4.11 Figura 4.11 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

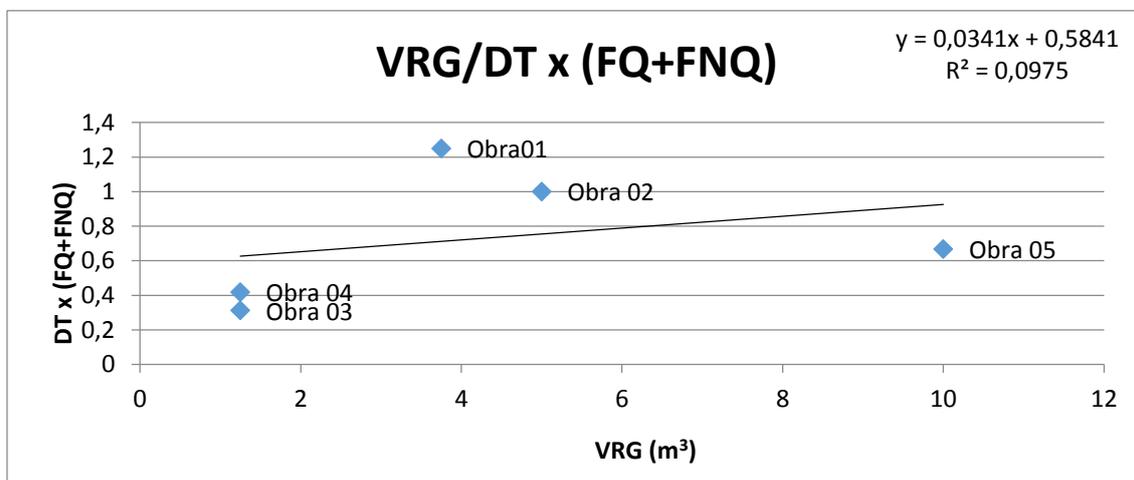


Figura 4.11: Volume de resíduos gerados (VRG) x Dias de trabalho (DT) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

A partir da Figura 4.11 passa a ser introduzida nas correlações a mão de obra, qualificada ou não. Este gráfico mostra uma correlação fraca entre as variáveis ($R^2 = 0,0975$). Na Obra 02 onde o VRG ficou em $5,00\text{m}^3$ trabalharam somente dois funcionários não qualificados por cinco dias e o projeto arquitetônico previa muitos recortes, sancas e nichos, obteve o maior coeficiente de proporcionalidade ficando em 0,5. O menor coeficiente foi 0,104 na Obra 03 com o VRG de $1,25\text{ m}^3$, aqui o projeto arquitetônico definiu linhas mais simples para o gesso acartonado e durante quatro dias trabalharam na obra dois funcionários qualificados e um não qualificado. Pode-se dizer que a mão de obra nos casos analisados tem uma influência mesmo que pequena no tempo demandado para executar o serviço e conseqüentemente na quantidade de resíduos gerados.

4.12 Figura 4.12 - Volume de resíduos gerados (VRG) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

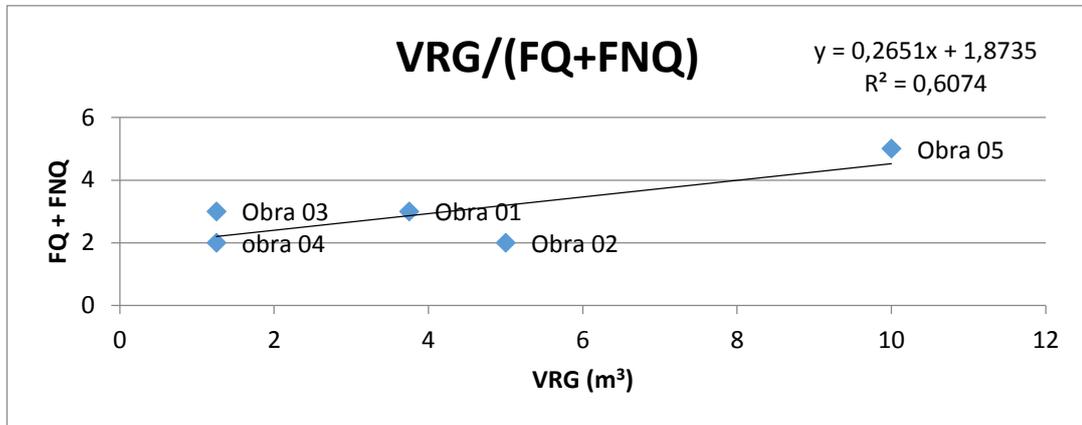


Figura 4.12: Volume de resíduos gerados (VRG) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

Verifica-se na Figura 4.12 uma correlação moderada ($R^2 = 0,6074$), aqui é possível sugerir que a qualidade da mão de obra utilizada tem direta relação com a quantidade de resíduos gerados. Os coeficientes variaram entre 0,417 na Obra 03 onde o MRG é $1,25\text{m}^3$ a 2,5 na Obra 02 onde o VRG é de $5,00\text{m}^3$.

4.13 Figura 4.13 - Taxa de desperdício (TD) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

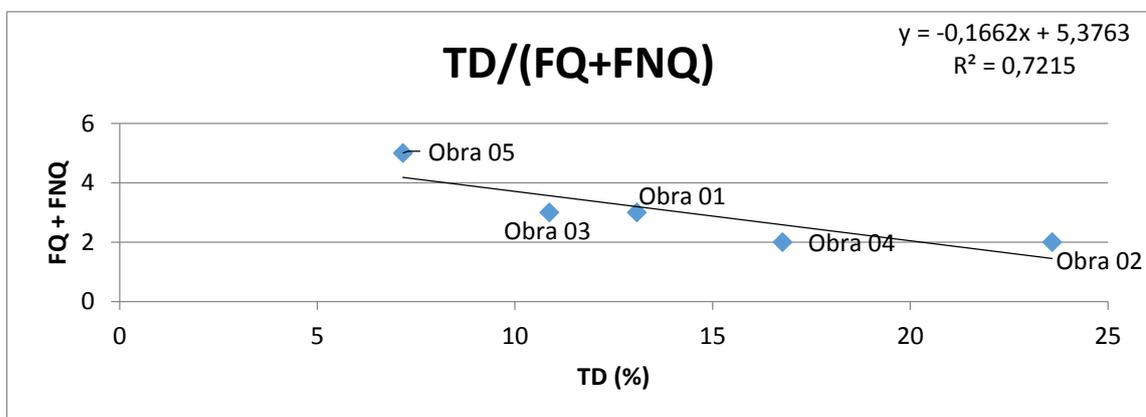


Figura 4.13: Taxa de desperdício (TD) x Funcionários qualificados (FQ) + Funcionários não qualificados (FNQ)

A Figura 4.13 apresenta a Taxa de desperdício (TD) de acordo com a Equação 1, frente ao conjunto FQ + FNQ. Correlação considerada forte ($R^2 = 0,7215$), onde o coeficiente de proporcionalidade varia entre 0,0143 na Obra 05 e 0,11 na Obra 02. O gráfico reforça o que foi visto nos dois gráficos anteriores, sugerindo uma relação direta entre a qualificação da mão de obra e a geração de resíduos. Na Obra 02 TD é da ordem de 23,59%, trabalharam ali dois funcionários não qualificados, já na Obra 05 onde trabalharam três funcionários qualificados e dois não qualificados, TD é de 7,16%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho a análise das correlações verificou quais seriam os fatores que contribuiriam na geração de resíduos do gesso acartonado nas obras comerciais definidas como objetos de estudos através do Método Expedito, fazendo o acompanhamento da etapa de instalação do gesso acartonado e o levantamento do resíduo gerado na referida etapa. Também levaram-se em consideração o tempo necessário para executar o serviço e a qualificação dos funcionários envolvidos.

Nas figuras analisadas, onde a área total da obra é a variável referência para verificação de correlações, é possível constatar que o coeficiente de correlação nos referidos gráficos é considerado forte, o que é compreensível posta a quantidade de materiais utilizados nas obras analisadas e definidos nos respectivos projetos arquitetônicos, bem como a quantidade de dias necessários para a execução dos trabalhos, se mostram proporcionais às áreas dos estabelecimentos. Porém, não significa que a área por si só tenha influência direta sobre a geração de resíduos de gesso acartonado e que isso seja uma regra aplicada a todas as obras, como demonstrado na figura 05 que apresenta a correlação entre o Volume de resíduos gerados (VRG) em relação a Área total (AT).

A correlação fraca entre os volumes demandados e gerados de cada obra analisada 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, o resultado obtido é uma correlação fraca, entretanto, quando a variável mão-de-obra é introduzida nestas correlações verifica-se um leve aumento no grau de correlação. Fica evidente nestes casos que o tempo necessário de execução das obras em relação a 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.

Neste trabalho, 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

Associação Drywall, **Associação Brasileira do Drywall**. www.drywall.org.br .

Acesso em 28/06/2012.

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.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, 5 de julho de 2002.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>

Acessado em 28/06/2012

CURITIBA, PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Decreto nº 1.068 – Regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Curitiba**, 2004.

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.

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.

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.

NAGALLI, A.; BERTOL, A.C. ; RAFFLER, A. ; SANTOS, J. P. . **Analysis of between works characteristics and construction waste generation. In: 14th International Waste Management and Landfill Symposium**, 2013, Santa Margherita di Pula (CA). Symposium Proceedings, 2013.

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...**

PLACO. **Manual de especificação e instalação. Sistema Placosil**. s/d.

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)

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.

SANTOS, V. A., **Análise cinética da reação de desidratação térmica da gipsita na obtenção do gesso beta**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Sistemas Químicos e informática. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 1996. 170 p.

THIESSEN, R. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos de gesso da construção civil em Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso. UTFPR. Curitiba, 2010. 62 p.