

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONCRETO

JEFERSON DARIVA SINGER

**REFLEXÕES SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO EM  
CONSTRUÇÕES SECAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2013

JEFERSON DARIVA SINGER

**REFLEXÕES SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO EM  
CONSTRUÇÕES SECAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Concretos do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli.

CURITIBA

2013

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### REFLEXÕES SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO EM CONSTRUÇÕES SECAS

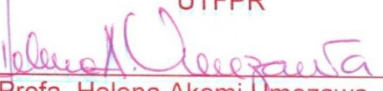
Por

Jeferson Dariva Singer

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Concreto, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 04 de setembro de 2013, pela seguinte banca de avaliação:



Prof. Orientador – André Nagalli, Dr.  
UTFPR



Profa. Helena Akemi Umezawa, MSc.  
UTFPR



Prof. Wellington Mazer, Dr.  
UTFPR

*“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”*

*(Roberto Shinyashik)*

## RESUMO

A competitividade do mercado da construção civil obriga as construtoras a aumentar a produtividade diminuindo prazos e custos em busca de lucro. Neste contexto as construtoras vêm buscando métodos construtivos que corroborem a esta agilização, e em construções secas destaca-se a utilização do gesso acartonado. Trata-se de uma alternativa economicamente viável para a racionalização do processo de produção cíclico, que acontece dentro do canteiro de obras. Esta tecnologia é baseada na *Lean Construction* oriunda de ideias de racionalização do processo, surgidas no período pós-guerra, porém quando mal empregadas podem gerar resíduos ou até mesmo retardar e encarecer o processo construtivo. Com base no estudo de três obras e embasado por leis e as Resoluções do CONAMA, busca-se fazer uma reflexão sobre os fatores que interferem na geração de resíduos associados. Os resultados obtidos mostram que as perdas financeiras associadas ao material gesso acartonado podem representar até 35% do valor construído. A aplicação de paredes em *drywall* apresenta facilidade na aplicação a baixos custos, quando comparado ao método tradicional, porém os índices de perda incorporada ainda são onerosos, variando de 13% á 35% do valor de divisória construído, segundo a presente pesquisa Conclui-se que é possível fazer melhorias no sistema, tais como criar mais modulações para as placas comercializadas e desta maneira evita-se cortes que geram desperdício em canteiro, tornando o método mais eficiente.

Palavras-chave: *Lean Construction*. *Drywall*. Geração de resíduos. Resolução CONAMA nº 307/02. Gesso acartonado.

## **ABSTRACT**

The competitiveness of the market of the civil construction compels the constructors to increase the productivity diminishing stated periods and costs in profit search. In this context, the constructors search for constructive methods that increase their productivity, and in dry constructions contending plaster are more and more used. This is an economically viable alternative to the rationalization of the production process cyclical, which happens inside the construction site. This technology is based on Lean Construction from ideas to streamline the process, which occurred in the postwar period, but when evil maids can generate waste or even slow and endear the constructive process. Based on the study of three works and supported by laws and resolutions of CONAMA, this research seeks to make a reflection about the factors that interfere with the generation of waste associated with. The results obtained show that the financial losses associated with the cardboard plaster material can represent up to 35% of the constructed value. The application of drywall walls offers ease in applying the low-cost, when compared to the traditional method, but the indexes are still onerous corporate loss, ranging from 13 to 35% the value of partition built, according to the present research. It is concluded that it is possible to make improvements in the system, such as creating more modulations for the commercialized and thus avoids cuts that generate waste in construction site, making the most efficient method.

Key-words: Lean Construction. Drywall. Waste Generation. Resolution CONAMA n° 307/02. Plasterboard.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fórmula química gesso Beta. ....	14
Figura 2 - Processo de produção de chapas de <i>drywall</i> .....	15
Figura 3 - Acabamento para bordas das chapas de <i>drywall</i> .....	16
Figura 4 - Fixação do perfil inferior, após aplicação da fita e já com as chapas fixadas lateralmente. ....	19
Figura 5 - Ciclo do RCC de gesso, na indústria da construção civil. ....	23
Figura 6 - As <i>hachuras</i> representam as paredes executadas em <i>drywall</i> . ....	27
Figura 7 - As <i>hachuras</i> representam as paredes construídas em <i>drywall</i> . ....	28
Figura 8 - Vãos nas divisórias. ....	29
Figura 9 - Detalhe da parede em <i>drywall</i> . ....	30
Figura 10 - As <i>hachuras</i> representam as paredes construídas em <i>drywall</i> . ....	31
Figura 11 - Divisória em <i>drywall</i> . ....	32
Figura 12 - Estocagem das chapas de gesso. ....	33
Figura 13 - As <i>hachuras</i> representam as paredes constuídas em <i>drywall</i> . ....	34
Figura 14 - As <i>hachuras</i> representam as paredes construídas em <i>drywall</i> . ....	34
Figura 15 - Argamassa para vedação das juntas em paredes de <i>drywall</i> . ....	36
Figura 16 - Vãos nas divisórias em <i>drywall</i> . ....	37
Figura 17 - Caçamba para descarte de RCC. ....	38
Figura 18 - Resíduo proveniente de lixamento de parede após emassamento. ....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação em relação á aplicação. ....	17
Quadro 2 - Alternativas atualmente utilizadas para reuso de resíduos de gesso. ....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Quantificação de fatores que geram RCC e custos envolvidos. ....	39
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
CONAMA	Conselho nacional do meio ambiente
CREA	Conselho regional de engenharia arquitetura e agronomia
IPPUC	Instituto de pesquisa e planejamento urbano de Curitiba
JIT	Just In Time
NBR	Norma Brasileira
PVC	Policloreto de Vinil
RCC	Resíduo de Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
RF	Resistente ao fogo
RU	Resistente á umidade
ST	Standard (categoria de chapa de drywall, utilizada no presente trabalho).
TQM	Total Quality Magnament
URBS	Urbanização de Curitiba



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 OBJETIVOS .....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	12
2.1 CHAPAS DE GESSO ACARTONADO DRYWALL .....	14
2.2 EMPREGO DO DRYWALL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL ....	17
2.2.1 Divisórias verticais em gesso acartonado .....	18
2.2.2 Geração de RCC durante a aplicação do drywall.....	20
3 ESTUDOS DE CASO .....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	44

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as empresas construtoras vêm buscando aumentar a sua produtividade e competitividade no mercado da construção civil, adotando medidas entre elas a racionalização construtiva.

Para atuar em um mercado tão competitivo é fundamental reduzir os custos de produção bem como obter maior produtividade sem desperdício e retrabalho, principalmente em empresas onde a ausência de um controle tecnológico acaba por resultar em produtos de má qualidade.

A Construção Civil é um grande polo gerador de resíduos como a calça, oriunda de construções, reformas e demolições de diferentes padrões de edificações. Em muitas regiões geradoras de resíduos, não existe um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil, sendo muitas vezes os mesmos descartados em aterros sanitários, em bota-fora, lotes vagos, encostas, áreas protegidas por lei e em áreas próximas a córregos, causando, ao longo do tempo, grande impacto ambiental.

Muitas construtoras, empresas terceirizadas e empreiteiras não investem em treinamento da mão de obra para capacitar seus colaboradores sobre gestão de resíduos de construção e demolição (RCD). Frequentemente, estes profissionais, carentes de uma formação adequada durante a execução da obra, ignorantes das características físico-químicas e econômicas de cada material como madeira, bloco cerâmico, bloco de alvenaria, ferro e gesso, não fazem a correta separação dos mesmos que depois de inutilizados, são misturados e lançados em caçambas metálicas.

Visualizando esta deficiência, presente na maioria dos canteiros, esta proposta de trabalho de conclusão de curso propõe uma análise dos fatores contribuintes à geração de resíduos, baseado num estudo detalhado da perda do resíduo de chapas de gesso acartonado durante a sua aplicação.

## 1.1 OBJETIVOS

Constitui-se objetivo geral da presente pesquisa promover uma análise crítica acerca da geração de resíduos de gesso em obras de construção seca.

Desta maneira cabe ao presente estudo os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar dados quantitativos (área, equipe, cronograma, etc.) sobre estudos de caso para avaliação da geração de resíduos;
- b) Verificação das condições de geração de resíduos *in loco*;
- c) Avaliar criticamente a geração dos resíduos de gesso nos estudos de caso analisados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O gesso empregado em obras de arte e decoração é um dos mais antigos materiais utilizados pelo homem conforme descobertas arqueológicas. Foi encontrado em ruínas do IX milênio a. C. na Turquia em ruínas do IV milênio a. C. em Jericó e na pirâmide de Quéops (2.800 anos a. C.). A existência de jazimentos de gipsita no Chipre, Fenícia e Síria, foram apontadas, pelo filósofo Teofratos, discípulo de Platão e Aristóteles, em seu “Tratado sobre a Pedra”, escrito entre os séculos III e IV a. C. (PERES e SANTOS 2001).

De acordo com Stochi Fiano e Pimentel (2009) o gesso é um dos mais antigos materiais empregados na construção pelo homem, assim como a cal e a terracota. Utilizado desde o século XVIII nas construções europeias. Seu conhecimento científico data de 1768 quando foi apresentado na Academia de Ciências um estudo sobre os fenômenos que servem de base para sua preparação por Lavoisier. Pouco tempo depois Le Chatelier e Van Hoff apresentam uma explicação para desidratação.

O gesso é cada vez mais utilizado na construção civil como revestimento de paredes internas, devido à praticidade de aplicação e fino acabamento que pode ocorrer diretamente sobre o substrato quando do uso de blocos de concreto, ou cerâmicos, dispensando a argamassa e reduzindo assim o custo e tempo de execução. (STOCHI FIANO e PIMENTEL, 2009).

De acordo com Baltar; Bastos e Luz (2005) a gipsita é um sulfato de cálcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). O interesse por este mineral ocorre devido à sua facilidade em desidratar e reidratar. A gipsita perde  $\frac{3}{4}$  de água de cristalização durante o processo de calcinação a temperaturas que variam de 125° a 180°C, convertendo-se a um sulfato hemihidratado 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 resistência mecânica da forma reidratada.

Sob o ponto de vista da mineralogia a gipsita cristalizada encontrada na natureza pode apresentar-se sob as formas espato acetinado que possui aspecto fibroso e brilho sedoso, alabastro que é maciça, micro granular e transparente

(usada em esculturas) e selenita que são cristais com clivagens largas, incolores e transparentes (BALTAR; BASTOS e LUZ, 2005).

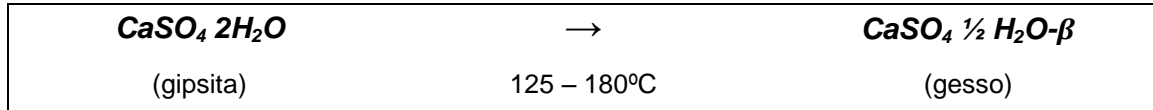
De acordo com Stochi Fiano e Pimentel (2005 apud THIESSEN, 2010) os minerais de gipsita encontram-se, em depósitos de origem evaporítica, cuja formação resulta da precipitação de sulfato de cálcio a partir de soluções aquosas concentradas e condições físicas favoráveis. A evaporação, e, conseqüente concentração do sal é favorecida em ambientes quentes e secos.

Ocasionado pelo intemperismo alguns componentes das rochas são carregados pelas águas dos rios para o mar formando camadas de sedimentos químicos, esta formação é chamada de rocha sedimentar, caracterizada como uma formação biológica segundo Press (2006 apud THIESSEN, 2010) esta formação é compactada por camadas que são depositadas por cima e cimentadas pela precipitação de minerais dissolvidos, processo conhecido com litificação, onde os sedimentos são transformados em rochas sendo um dos mais abundantes a gipsita formada pela evaporação da água do mar, processo chamado evaporítico.

No Brasil, há grandes reservas de gipsita na região Nordeste, localizadas principalmente no estado de Pernambuco na região do Sertão do Araripe, envolvendo os Municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade, é responsável por 95% da produção brasileira. As jazidas do Araripe são consideradas as de minério de melhor qualidade no mundo e apresentam excelentes condições de mineração. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2006, pag. 07).

A gipsita é um mineral encontrado abundantemente no Brasil principalmente na região nordeste. A calcinação deste minério, ou seja, decomposição á quente faz com que o sulfato de cálcio bihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) perca uma molécula e meia de água transformando-se em gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ). KNAUF (2012, pag. 19).

O método de exploração das jazidas de gipsita no Brasil é o de bancadas á céu aberto, que permite maior produtividade á menor custo, o acesso ás cavas é feito por rampas. Na lavra da gipsita são empregados equipamentos como: rompedores hidráulicos, martelotes hidráulicos, vagon drill, tratores de esteira e pás mecânicas. (PERES, 2001 apud THIESSEN, 2010).



**Figura 1 - Fórmula química gesso Beta.**  
**FONTE: Adaptado de: CINCOTTO (1988 apud THIESEN, 2010).**

Catação manual, britagem e moagem consistem em etapas para fabricação do gesso  $\beta$ , a calcinação é um processo de queima á quente que acontece em fornos especiais, tipo rotativo horizontal de queima indireta, sob pressão atmosférica com temperaturas entre 125 e 160°C. Neste processo a água de cristalização é liberada formando cristais de aspecto físico irregular e poroso tipo esponjoso. O gesso  $\beta$  produzido no Brasil divide-se em tipo “A” e tipo “B” sem adição de aditivos químicos. (BALTAR, 2004).

De acordo com (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR – 13207: Gesso para Construção Civil, 10/2004) o gesso com características próprias para construção civil é definido como:

Material em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita, constituído predominantemente de sulfato de cálcio, podendo conter aditivos controladores de tempo de pega.

O gesso deve colar entre si, ter aderência, de elementos pré – moldados de gesso na execução de fechamentos (paredes e tetos), construídos essencialmente de gesso. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORAMS TÉCNICAS, 2004).

Para obter-se o pó de gesso com a resistência e plasticidade requerida para ser utilizado na construção civil segundo Cincotto (1988 apud THIESEN, 2010) é necessário submeter o produto da calcinação a um novo processo de hidratação que lhe proporcionará as qualidades desejadas á ser moldado antes de ter início de pega e a cura.

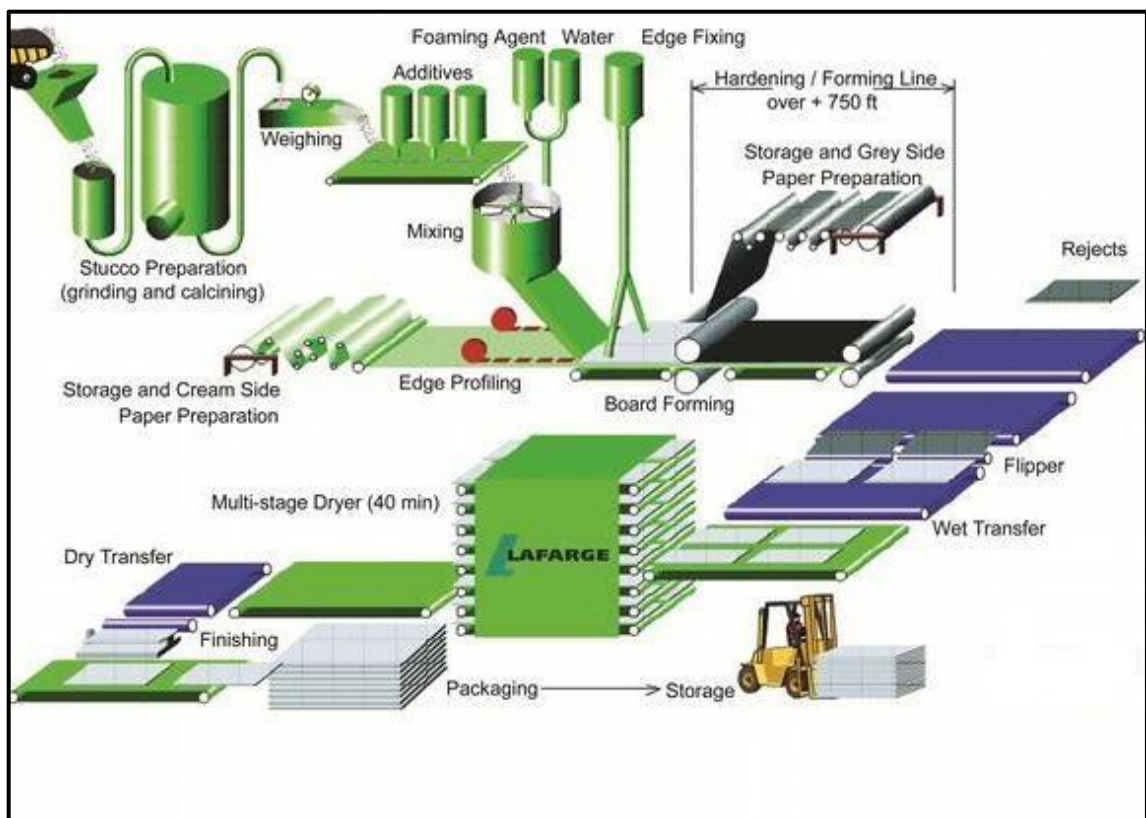
## 2.1 CHAPAS DE GESSO ACARTONADO DRYWALL

De acordo com a NBR 14715:2001 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos, define a chapa de gesso acartonado da seguinte maneira:

Chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de

cartão, onde uma é virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra.

O processo de fabricação das chapas para *drywall* ocorre mecanicamente, com poucas variações entre uma fábrica e outra. Atualmente as maiores produtoras de chapas para *drywall* associadas á Associação Brasileira do *Drywall*, são a Gypsun *drywall*, Knauf *drywall* e Placo Saint-Gobain. O processo produtivo é semelhante como mostra a figura 2.



**Figura 2 - Processo de produção de chapas de *drywall*.**  
**FONTE: Adaptado de (LAFARGE, /2013).**

De acordo com Placo (2013), o processo de fabricação das chapas de gesso acartonado utilizadas para construir divisórias em *drywall* acontece conforme descrito abaixo:

- a) O minério gipsita é extraído de jazidas selecionadas que garantem alto grau de pureza mínima adequada ao padrão de qualidade;
- b) O minério, trazido da jazida é depositado na tremonha, equipamento através do qual o minério é introduzido no processo produtivo;
- c) Como é possível visualizar na figura 2, o minério é transformado em semi-hidrato, também conhecido como stucco. O processo de

- beneficiamento inclui moagem, calcinação – remoção das moléculas de água através de calor – e resfriamento controlado;
- d) O papel especial de fibras longas, obtido através de matéria prima reciclada, é introduzido continuamente na linha de produção, os papéis superior e inferior são devidamente tensionados e alinhados;
  - e) O misturador especialmente desenvolvido recebe o gesso calcinado (stucco), os aditivos e a água convertendo-os numa massa homogênea, que é continuamente depositada sobre o papel inferior;
  - f) Este é o cérebro da fábrica, onde todo processo fabril, da alimentação das matérias primas a paletização das placas, é integrado, monitorado e continuamente ajustado;
  - g) Uma vez formado e endurecido o tapete de gesso acartonado, é cortado em placas nos comprimentos programados;
  - h) Depois de cortadas, as placas são transferidas para uma mesa elevatória que alimenta os oito níveis do secador;
  - i) O secador de doze estágios é responsável pela eliminação da água excedente existente nas placas. Nele também se conclui o processo de aderência papel/miolo de gesso;
  - j) Ao deixar o secador, as placas são transferidas para o acabamento, onde são esquadrejadas, identificadas e paletizadas;
  - k) Os *pallets* são transferidos para o setor de armazenagem, em áreas pré-definidas e identificadas, para despacho.

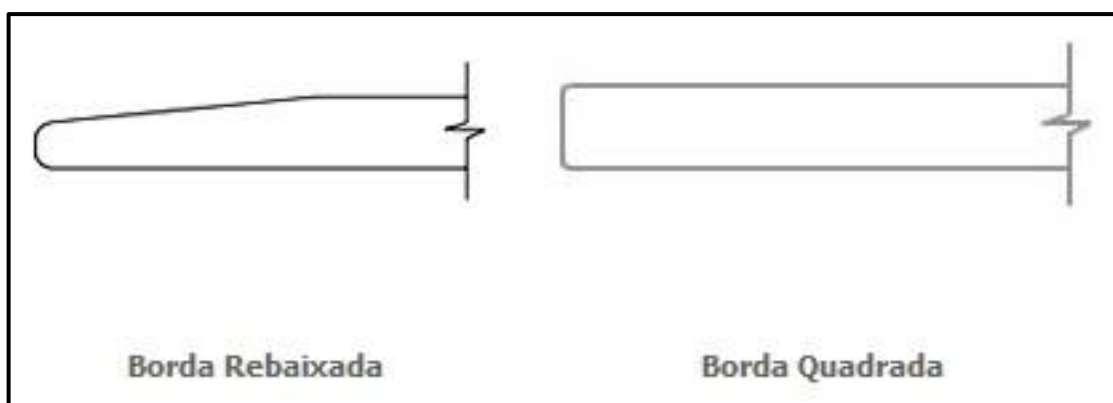


Figura 3 - Acabamento para bordas das chapas de *drywall*.

FONTE: Adaptado de (NBR 14715 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos).



As chapas de drywall utilizadas na construção civil para dividir os ambientes internos, sob a forma de paredes sanduíche, têm dimensões que variam de 1,20 x 1,80 até 3,00m, podendo ser fabricadas em outras medidas e com dois tipos diferentes de acabamento como visualizado na figura 3, acima. A chapa é composta por massa de gesso, com aditivo, prensada entre duas lâminas de cartão, basicamente com três aplicações diferentes como mostrado no quadro 1.

CHAPAS DE GESSO	SIGLA	APLICAÇÃO
Standard	ST	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas.
Resistente á umidade	RU	Paredes, revestimentos e forros em áreas sujeitas à umidade por tempo limitado (de forma intermitente).
Resistente ao fogo	RF	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas, com chapas especialmente resistentes ao fogo.

**Quadro 1 - Classificação em relação á aplicação.**

**FONTE: Adaptado de (NBR 14715 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos).**

De acordo com Peres (2008) durante o processo de acabamento das juntas entre as placas de drywall utilizando argamassa de gesso, ocorre perda deste material, seja por aderir aos utensílios que são constantemente raspados derrubando material no chão, seja pela própria pasta desempenada que escorre para o chão. Esta perda caracteriza-se como geração e resíduo de construção.

## **2.2 EMPREGO DO DRYWALL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A construção civil é uma atividade na qual são incorporadas técnicas de produção em série. Ainda sob o ponto de vista tecnológico pode ser definida como o resultado da interação da tecnologia que se materializa ora no próprio processo ora no produto, e por ser um processo de produção repetitivo e cíclico utilizando mão de obra humana e sendo a construção civil um dos mercados que mais absorve mão de obra carente de aperfeiçoamento há influência do operador nos resultados como resistência estética e geração de resíduos. (GEHBAUER, 2004).

Entre as décadas de 1980 e 1990, no Brasil, buscou-se a eficiência no mercado da construção civil aplicando-se as ferramentas da gestão da qualidade total: *Total Quality Management* (TQM) como um dos requisitos para obtenção da ISO, 9000. Passou-se a pensar em *Lean Construction* com algumas adaptações dos conceitos de Gestão de produção, porém, apesar de sua contribuição benéfica para o setor ainda atendia apenas de forma parcial às necessidades das empresas. Desta forma foi necessário continuar estudando métodos para “melhorar” o sistema produtivo e a grande contribuição destes estudos é a incorporação das ideias do *Just in Time* (JIT) ao TQM já utilizadas pela TOYOTA no Japão, aonde tal sistema vem se desenvolvendo desde os anos 50 e esta adaptação, por assim dizer, criou o termo Construção Enxuta. A utilização do gesso acartonado como alternativa para vedação de paredes em ambientes internos faz parte da aplicação da *Lean Construction* no sentido de dar flexibilidade ao cronograma de atividades do canteiro levando em consideração a eficiência do sistema de produção (ROCHA, 2008).

### **2.2.1 Divisórias verticais em gesso acartonado**

De acordo com a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL* (2012) o processo de montagem das paredes compostas por painéis de gesso acartonado segue o seguinte processo:

- a) As chapas devem ser acondicionadas em local seco, abrigado e ventilado, sobre apoios de no mínimo 10x40cm com comprimento igual ao da chapa;
- b) Utilizando uma trena, fazer as marcações, inclusive locar a posição das aberturas;
- c) Esticar um cordão para melhor visualização da posição das guias;
- d) Posicionar as guias, e onde for necessário cortar, fazê-lo utilizando tesoura para corte de perfil metálico;
- e) Revestir a face voltada para o piso/teto com a fita de isolamento. Este procedimento garantirá melhor desempenho acústico das paredes;

- f) Cada 60 cm deverá ser fixado, através de acessórios fornecidos pelo fornecedor das placas como mostrado na figura 04;

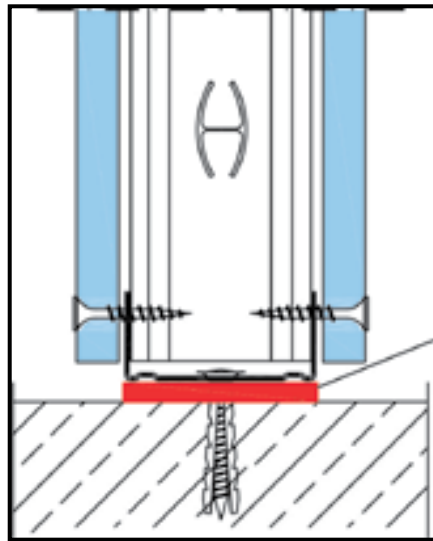


Figura 4 - Fixação do perfil inferior, após aplicação da fita e já com as chapas fixadas lateralmente.

FONTE: Adaptado de (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2012).

- g) Observar o mesmo procedimento para as guias verticais e superiores, tomando o cuidado com o alinhamento;
- h) O comprimento do montante deve ter aproximadamente a altura do pé direito com 10 mm a menos. O espaçamento entre os eixos dos montantes deve ser de 400 ou 600 mm. Caso haja necessidade de emendar os montantes sobrepôr; pelo menos 300 mm ou utilizar um pedaço de guia de no mínimo 600 mm. Nunca coincidir as emendas em uma mesma linha; elas devem ser sempre defasadas. Caso seja necessária a utilização de montantes duplos, estes podem ser em forma de caixão;
- i) As guias terminais ou de aberturas tais como portas, devem ter um comprimento de aproximadamente 200 mm a mais do que a abertura. Este comprimento adicional deve ser dobrado, remontando sobre o montante e fixado neste com auxílio de um punçador.

As paredes em gesso acartonado têm ampla aplicação principalmente em edifícios, onde se busca agilidade no processo executivo com menores custos e melhor controle de qualidade. Inicialmente monta-se os montantes em estrutura metálica aos quais são parafusadas as placas de gesso acartonado, composto também por guias superiores e inferiores, podendo haver guias horizontais em

lugares estratégicos definidos em projeto, as chapas são fixadas de ambos os lados dos perfis, o espaço interior é chamado de “espaço modular” que dependendo da exigência do cliente, ou necessidade do ambiente pode ter efeito termo acústico sendo então preenchido com um “colchão” em lã de vidro. Este interior pode também ser utilizado para passagem de instalações elétricas, hidráulicas e de comandos lógicos. (YAZIGI, 2009).

### **2.2.2 Geração de RCC durante a aplicação do drywall**

O homem constrói para garantir seu conforto, proteção e criar sua prole, construindo naturalmente há geração de resíduos, porém a consciência, gerada através de uma necessidade para a reutilização de resíduos de construção civil data da segunda guerra mundial, tendo em vista que para reconstruir rapidamente as cidades com poucos recursos de mão de obra, materiais e dinheiro o reaproveitamento foi uma forma rápida, econômica e prática para eliminar o excesso de entulho. Então, fundamentados por pesquisas que datam de 1928 sobre o consumo de insumos e quantidades de água e o efeito granulométrico dos agregados provenientes de resíduos reciclados de alvenaria e concreto optou-se pela reciclagem maciça de resíduos (MARQUES NETO, 2005).

A eficiência na realização das atividades dentro do canteiro no que se diz respeito à redução de desperdícios de materiais e conseqüentemente geração de resíduos está na capacidade da mão de obra contratada de acordo com GRIGOLI (2000 apud MARQUES NETO, 2005).

Segundo Fontes (1982 apud MARQUES NETO, 2005) o aumento da produtividade no canteiro dependerá da combinação de fatores, ambientais, humanos, tecnológicos seja equipamentos empregados, ambiente físico, circulação de materiais e emprego adequado da mão de obra qualificada.

De acordo com Marques Neto (2005), o setor de edificações da construção civil é marcado pela imprevisibilidade de operações e os produtos ficam abaixo da qualidade esperada devido ao fato de que a construção civil no Brasil trabalha com mão de obra carente de treinamento, outro fator que contribui é a falta

de cultura para o desenvolvimento de qualidade e produtividades nas etapas da obra assim como a falta de textos com procedimentos e a sistematização dos conhecimentos.

Neville (1997) destaca que o controle da produção em canteiro quando comparado com outras tecnologias construtivas, por exemplo, o aço, é bem inferior, até porque o pessoal que trabalha no canteiro, ainda não tem o treinamento e tradição de algumas atividades da construção.

Muitas vezes a má utilização de um equipamento ou seu mau estado de conservação como uma ferramenta serra copos já desgastada, por exemplo, no momento de perfurar a chapa de *drywall* para instalar uma caixa de PVC para tomada, pode danificar a mesma, sendo necessário substituí-la, conseqüentemente gerando resíduo, retrabalho e onerando o custo [...]. Giamusso (1986) ressalta “O bom estado do equipamento não só assegura as qualidades, como gera economia, pois permite ciclos mais curtos, e, portanto obtenção de maiores quantidades em menor tempo”.

Segundo Marques Neto (2005), as perdas na construção civil são inevitáveis, com relação à sua natureza elas podem ocorrer durante o transporte, estocagem, processamento ou aplicação de determinado produto levando em consideração a qualificação do trabalhador.

Formoso (1995) destaca que para o setor da construção civil a necessidade da empresa adotar estratégias para uma maior competitividade através da qualidade é, entre as tendências apontadas, com a gestão do processo que busca aumentar o domínio da empresa sobre o processo de trabalho. Recomendam os autores que através do treinamento é possível à implantação de uma correta tecnologia.

Segundo Novaes (1996 apud MARQUES NETO, 2005), a interação entre os setores produtivos como projetos, recursos humanos e controle de obras aliado a tecnologias construtivas que aumentem a racionalização e diminuam a variabilidade do processo contribui para a melhoria da qualidade e diminuição dos desperdícios.

De acordo com Marques Neto (2005) as empresas de terraplanagem também contribuem na quantificação da geração de RCD por meio de seus caminhões basculantes públicos ou particulares durante a limpeza urbana retirando entulhos de áreas irregulares de descarte e levando para os aterros.

De acordo com Souza (2005), o interesse em conhecer a quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil já não é novidade, mas muitas vezes o assunto está inserido na discussão sobre a redução de desperdícios.

Grande parte da geração de Resíduos de Construção Civil (RCC) deve-se as perdas e desperdício durante o processo de construção aliados à falta de detalhamento em projetos, a má qualificação da mão de obra, manejo incorreto e também o grande número de pequenos empreiteiros que por passarem despercebidos aos olhos da fiscalização agem com menos responsabilidade sobre os resíduos gerados em pequenas obras de reforma que somadas tem consideráveis proporções e contribuem de forma significativa na geração. (CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA, 2009/2011).

LOCAL	FORMA
Indústria de cimentos	O gesso é um ingrediente útil e necessário, sendo adicionado em pequena proporção ao cimento (cerca de 5%), atuando como retardador de pega deste material, ou seja, tornando-o mais "trabalhável", caso contrário endureceria muito rapidamente.
Uso agrícola	a) efeito fertilizante - é fonte de enxofre e de cálcio; b) corretivo de solos sódicos - estes ocorrem geralmente em regiões áridas ou semi-áridas, tornando-os agricultáveis; possibilita também a recuperação de áreas canaviais que tenham recebido aplicação de doses elevadas de vinhaça, apresentando, portanto, excesso de potássio; c) condicionador de subsuperfície - nos solos tropicais, em especial sob vegetação de cerrado, é frequente a deficiência de cálcio associada à toxicidade do alumínio, não só na camada arável, mas também na subsuperfície; o uso do gesso agrícola permite elevar os teores de cálcio e diminuir os de alumínio, favorecendo o maior crescimento das raízes das plantas, dando-lhes mais vigor e maior resistência a doenças e pragas e a situações de déficit hídrico; d) condicionador de esterco - diminui as perdas de amônia e, com isso, torna os esterco mais eficientes como fertilizantes orgânicos naturais.
Reincorporar na fabricação de drywall	Os fabricantes de chapas de gesso para drywall, assim como os de placas de gesso e outros artefatos produzidos com esse material, podem reincorporar seus resíduos, em certa proporção, em seus processos industriais. Essa opção ainda é pouco utilizada na prática, mas é igualmente viável dos pontos de vista técnico e econômico, em especial quando a geração de resíduos ocorre em local próximo a essas unidades fabris.

**Quadro 2 - Alternativas atualmente utilizadas para reuso de resíduos de gesso. FONTE: Adaptado de (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2012).**

De acordo com Marques Neto, (2005) o esgotamento da capacidade das reservas de matérias primas é eminente, e a distância do local de aplicação torna o processo mais caro aumentando o consumo de energia a quantidade de poluentes lançados na atmosfera.

Os benefícios da reutilização trazem vantagens sociais e ambientais gerando economia na aquisição de materiais novos, decréscimo de poluição gerada durante a extração e transporte, preservação das reservas, redução das áreas de aterro de inertes, redução do consumo de energia e geração de CO<sub>2</sub>. (MARQUES NETO, 2005).



porém a falta de fiscalização adequada torna viável o descarte deste material em aterros, beira de estradas e rios. (NETO, 2005).

De acordo com a resolução CONAMA nº 448, de 18 de Janeiro de 2012, artigo 2º inciso XI:

Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Todo gerador seja ele proprietário do empreendimento, construtor ou fornecedor de Curitiba fica subordinado à Lei Nº 17321 de 25 de Setembro de 2012 cujos parágrafos decretam que:

Art. 1º Fica estabelecido em todo território paranaense que a emissão do certificado de conclusão, expedido pelo órgão competente, será condicionado à comprovação de que os resíduos (entulhos) remanescentes do processo construtivo tenham sido recolhidos e depositados em conformidade com as exigências da legislação aplicável à espécie.

Art. 2º A comprovação dar-se-á mediante apresentação da via comprobatória do controle de transporte privado de resíduos do município ou por órgão competente do poder público municipal, responsável pela coleta dos mesmos (CURITIBA, 2012).

Sobre as empresas que estão aptas e legalizadas para fazer o transporte do RCC do local de geração ao local de deposição, a Lei 9.380 dispõe:

Art. 1º As pessoas físicas ou jurídicas que operam com transporte de resíduos de construção civil e escavações no Município de Curitiba, ficam obrigadas a cadastrarem-se junto às Secretarias Municipais do Meio Ambiente e Urbanismo, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC-CTA e Urbanização de Curitiba S/A - URBS-DIRETRAN.

Art. 2º As empresas cadastradas na Prefeitura devem utilizar caminhões apropriados para o transporte de resíduos da construção civil, ou seja, caminhões do tipo "Brooks", com caçamba escamoteável.

Art. 3º Os alvarás concedidos aos prestadores de serviços de transporte de resíduos têm validade de um ano, podendo ser renovados de acordo com as condições de execução dos serviços e cumprimento da legislação vigente.

Art. 4º As indicações dos locais para deposições dos detritos coletados devem atender os aspectos sanitários e ambientais, de posturas municipais, de preservação de fundos de vales ou sistemas naturais ou não de drenagem, fazendo-se acompanhar de prova de propriedade e/ou autorização do proprietário do imóvel.

Art. 5º Cabe ao transportador à responsabilidade pela proteção adequada da carga, sendo que no trajeto, os resíduos não podem ficar expostos, poluir as vias públicas, ocasionar transtornos à população e ao tráfego.



Art. 6º Os resíduos de que trata esta lei deverão ser de característica inerte, resultantes de serviços de construção civil (caliça e entulhos) ou de escavações (terra), não sendo permitida a colocação de lixo doméstico (CURITIBA, 2009).

O inconveniente socioambiental da utilização de caçambas para deposição de RCD, apesar dos benefícios citados acima, é de não possuírem regulação de limite superior como um tampão, por exemplo, que delimitaria uma quantidade máxima de entulho depositado nela, para que durante o transporte não perdesse resíduos pelo caminho, a falta de consciência dos operários que muitas vezes depositam, na caçamba, lixo orgânico em meio à caliça, o mau estado de conservação com ausência de pintura refletora e até mesmo acúmulo de água da chuva que pode tornar-se um vetor de mosquitos da dengue. (MARQUES NETO, 2005).

### 3 ESTUDOS DE CASO

O trabalho investigativo valeu-se da análise de três obras, que atuaram como estudos de caso na crítica ao processo de geração de resíduos de gesso em pequenas obras. Deste modo, procedeu-se avaliação do montante gerado de resíduo de construção, especificamente o gesso acartonado utilizado para construção de divisórias internas, *drywall*.

De igual forma, foi estimada, através de cálculos, a produtividade no canteiro, considerando fatores ambientais, humanos e tecnológicos, seja equipamentos empregados, ambiente físico, circulação de materiais e emprego adequado da mão de obra qualificada.

#### **Obra “1”**

A obra “1” aconteceu na cidade de Araucária, região metropolitana de Curitiba – PR.

Com relação ao projeto, este, estava detalhado em cores e indicações que permitiam até a um leigo identificar o local da instalação das chapas de *drywall* como mostra a Figura 6 e a figura 7. O projeto ficou disponível aos envolvidos no local da execução acessível a todos os graus de hierarquia envolvidos.

#### **Projeto:**

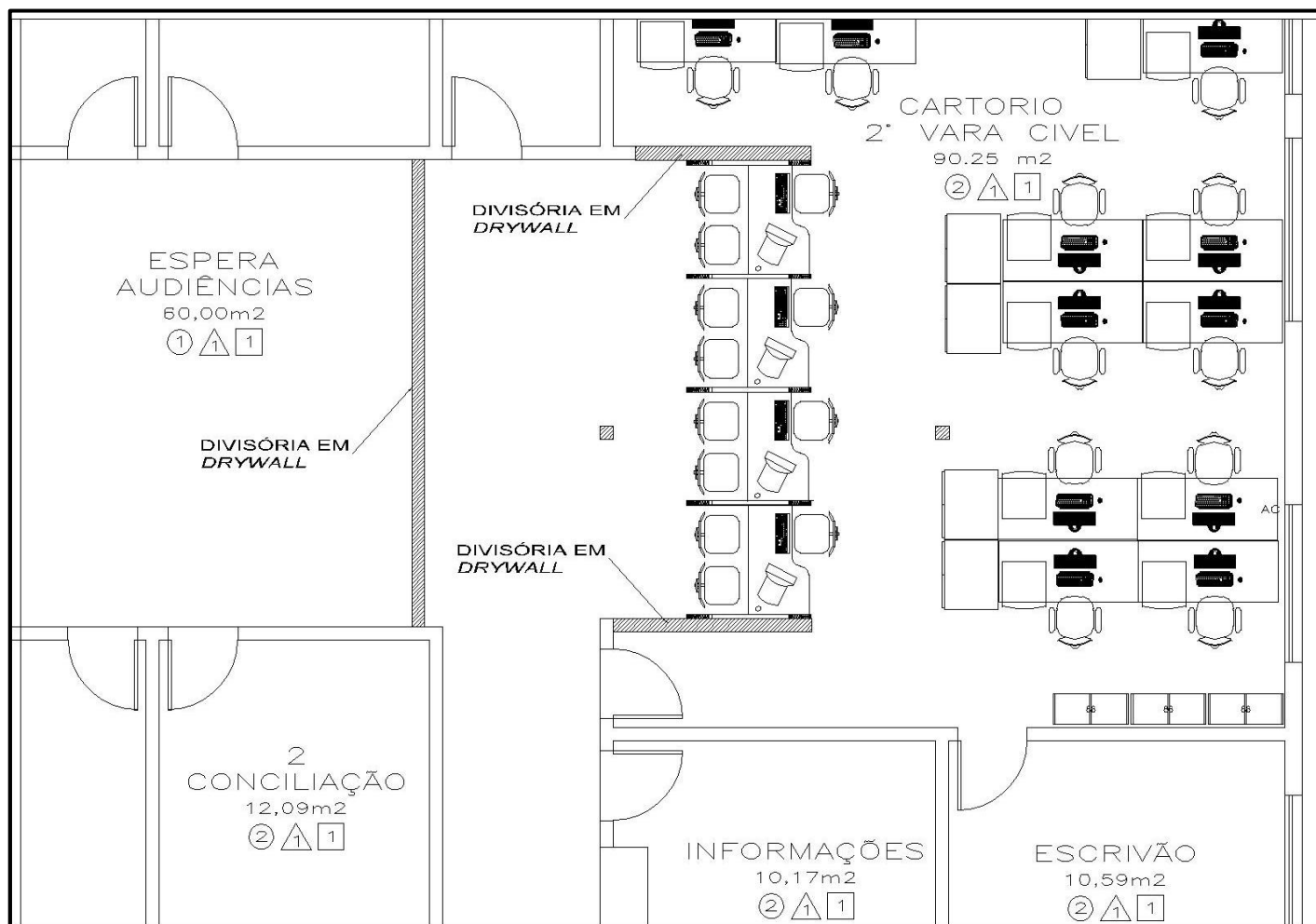


Figura 6 - As hachuras representam as paredes executadas em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Ltda, 2013.

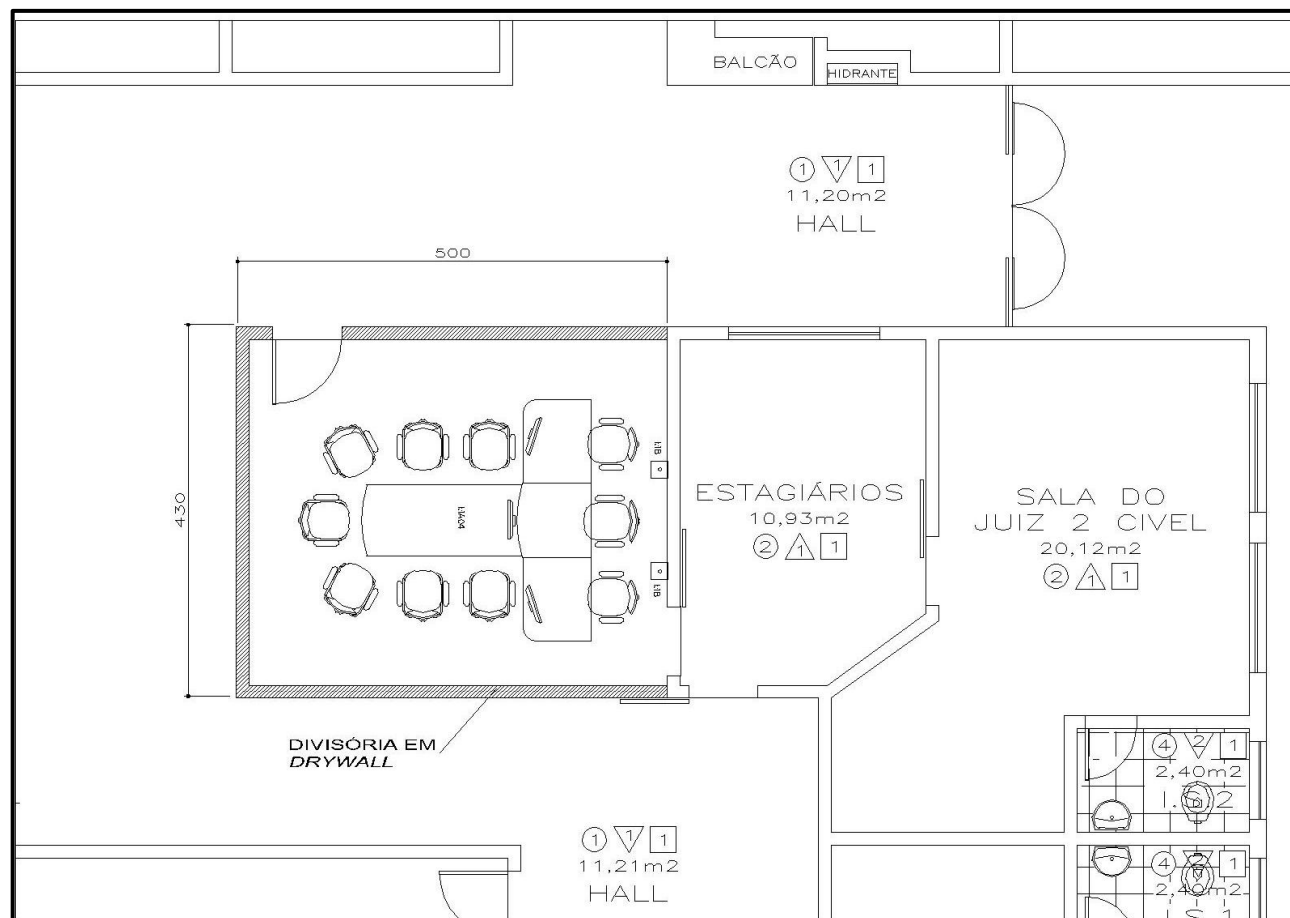


Figura 7 - As *hachuras* representam as paredes construídas em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Lda, 2013.

**Execução:**

A atividade de montagem das divisórias em chapa de *drywall* foi executada por empresa terceirizada, que forneceu o material e mão de obra. O tempo para execução das atividades de montagem, fechamento de juntas e emassamento foi de uma semana, este tempo foi aferido através de visitas técnicas na obra, que além de supervisionar o serviço também foram necessárias para verificar a forma de descarte dos mesmos, que basicamente são gerados devido às perdas por conta da abertura dos vãos, como observado na figura 8. A área de divisórias em *drywall* aplicadas nesta obra foi de 79,20m<sup>2</sup>.



**Figura 8 - Vãos nas divisórias.  
Fonte: Autoria própria.**

Os vãos previstos em projeto são:

- a) 03 janelas medindo (4,00 x 0,7m),  
correspondendo á uma área de perda de 8,40m<sup>2</sup>;
- b) 01 porta medindo (2,10 x 0,8m),  
correspondendo á uma área de perda de 1,68m<sup>2</sup>.

Considerando que a chapa empregada é do tipo Standard (ST) de 0,0120m, e que, são utilizadas duas chapas, o volume de RCC para obra “1” é de 0,242m<sup>3</sup>.

## Obra “2”

A obra “2” aconteceu na cidade de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba – PR. Trata-se de uma divisória pequena, construída por empresa terceirizada da construtora, sob a supervisão da mesma.

## Projeto:

Nesta obra o projeto também mostra clareza nos detalhes e descrições quanto ao local de instalação das chapas, e foi disponibilizado tanto para as equipes de montagem quanto para os departamentos internos da construtora.

A área de divisórias em *drywall* aplicadas nesta obra foi de 5,44m<sup>2</sup>.

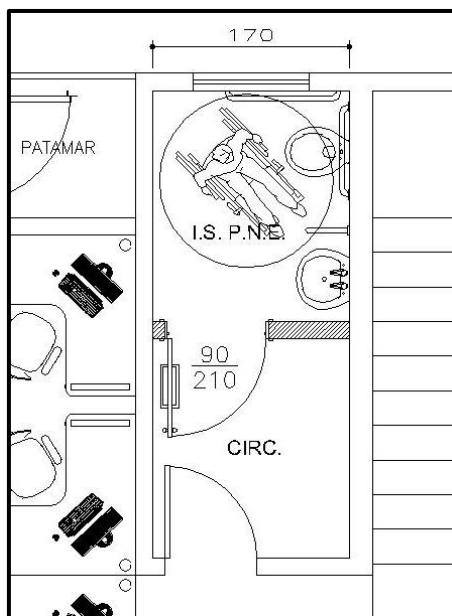


Figura 9 - Detalhe da parede em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Ltda.

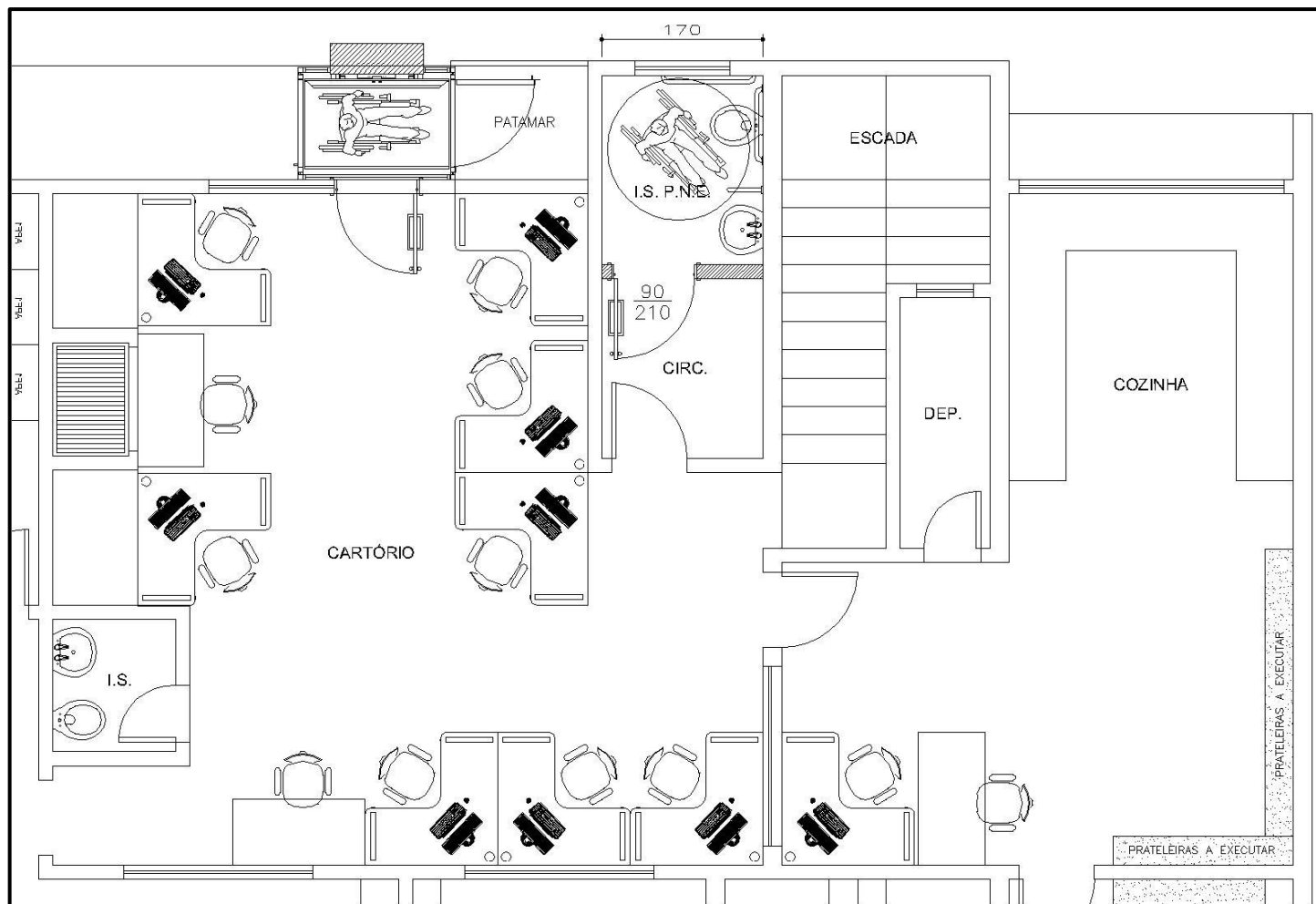


Figura 10 - As *hachuras* representam as paredes construídas em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Ltda.

Esta obra levou um dia para ficar pronta, o RCC gerado foi apenas das sobras devido à abertura do vão para porta como observado na Figura 11.

### **Execução:**

A execução desta divisória teve duração de um dia, envolvendo um profissional e foi inspecionada pelo supervisor de obras da construtora, como observado na figura 12, abaixo.



**Figura 11 - Divisória em *drywall*.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Os vãos previstos são representados por 01 porta medindo (2,10 x 0,9m), correspondendo a uma área de perda de 1,89m<sup>2</sup>.

Considerando que a chapa empregada é do tipo Standard (ST) de 0,0120m, e que são utilizadas duas chapas, o volume de RCC para obra “1” é de 0,045m<sup>3</sup>.

A figura 10 representa as paredes construídas em chapas de gesso acartonado de forma *hachurada* no projeto, para facilitar a visualização.

O material para execução do serviço foi estocado próximo ao local de aplicação para facilitar o transporte, e por apresentar condições adequadas para conservação do mesmo, conforme figura 13.





Figura 12 - Estocagem das chapas de gesso.  
Fonte: Autoria própria.

### Obra “3”

A obra “3” aconteceu na cidade de Colombo, região metropolitana de Curitiba – PR. Trata-se de reforma com mudança de *layout* das salas através do emprego de divisórias em chapas de *drywall*, o total de divisórias aplicado foi de 45,00m<sup>2</sup>.

### Projeto:

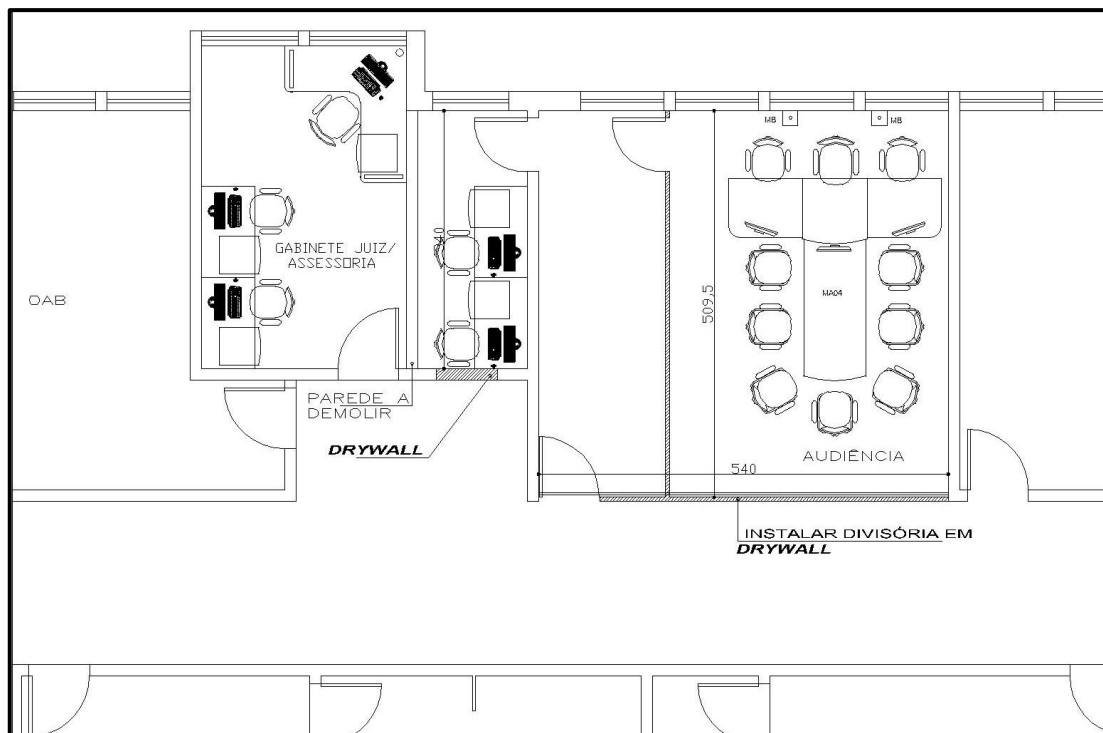


Figura 13 - As *hachuras* representam as paredes construídas em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Ltda.

Nesta obra o projeto também mostra clareza nos detalhes e descrições quanto ao local de instalação das chapas, e foi disponibilizado tanto para as equipes de montagem quanto para os departamentos internos da construtora. Como é possível visualizar na figura 14 e figura 15.

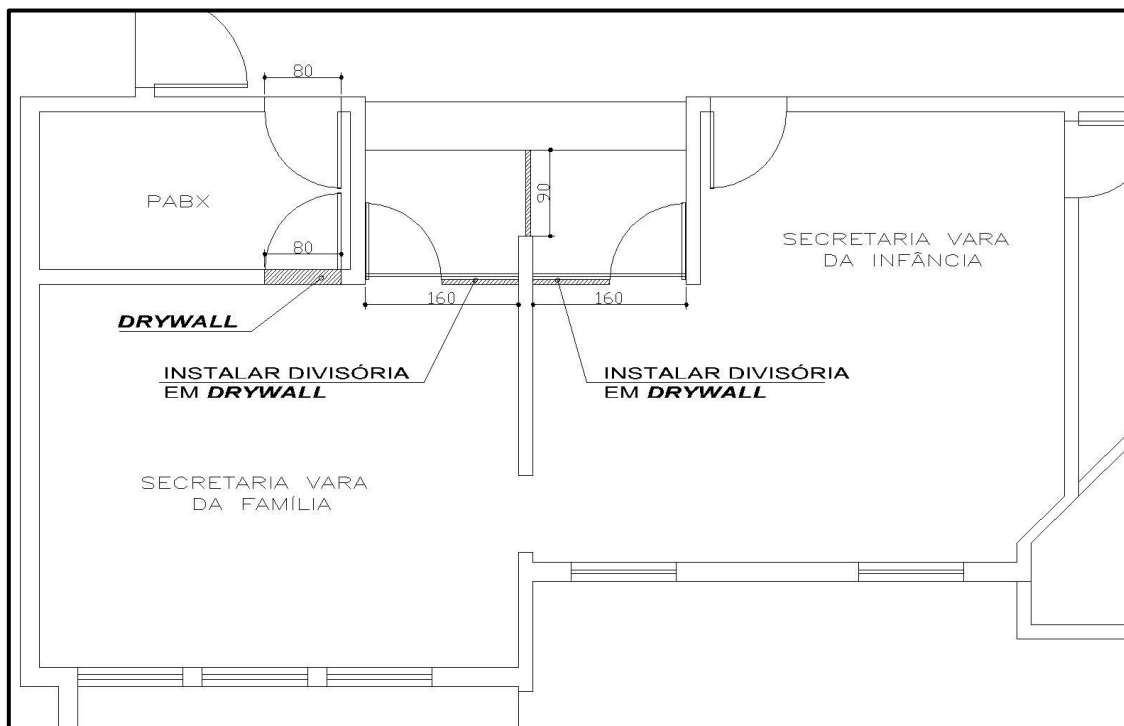


Figura 14 - As *hachuras* representam as paredes construídas em *drywall*.  
Fonte: OMS Engenharia Ltda.

**Execução:**

A execução das divisórias em *drywall* foi terceirizada. A empresa onde o material foi comprado vendia também mão de obra especializada para aplicar o produto á um preço competitivo, a construtora responsável pelo contrato de reforma predial acompanhou o processo de perto.

Os vãos previstos em projeto são representados por 03 portas medindo (0,80 x 2,10m), correspondendo á uma área de perda de 5,04m<sup>2</sup>;

Considerando a espessura da chapa de gesso Standard (ST) de 0,0120m, e que são utilizadas duas chapas, o volume de RCC para obra "1" é de 0,120m<sup>3</sup>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cabe a este tópico apresentar e discutir os resultados obtidos em campo aliado à teoria consultada para embasar o presente trabalho.

A quantidade de perdas durante o emprego da tecnologia do *drywall* deve-se, em geral, à má estocagem, transporte e aplicação. As chapas de *drywall* não são feitas sob medida, então, quando existe um vão, como uma janela, por exemplo, é necessário cortar as chapas, e estes fragmentos são depositados conforme a cultura da empresa construtora, tais fatos ficam mais evidente ao visualizar as Figuras 16 e 17.



**Figura 15 - Argamassa para vedação das juntas em paredes de *drywall*.  
Fonte: Autoria própria.**

Em projeto o orçamentista levanta o comprimento das paredes em *drywall* e multiplica pela altura, desta maneira tem-se a área do material, esta é repassada ao departamento de compras que emite a ordem de compra, desta maneira a quantidade comprada é usualmente maior que a quantidade utilizada de fato.

Ao abrir um vão de janela e/ou porta numa parede de *drywall*, várias placas têm suas dimensões de fabricação alteradas e as partes cortadas tornam-se RCC que na cultura da empresa “1” são descartadas na caçamba de entulho locada para dar destinação ao RCC gerado nesta obra, como mostrado na figura 18.



**Figura 16 - Vãos nas divisórias em *drywall*.  
Fonte: Autoria própria.**

A influência da capacidade técnica da mão de obra empregada também é fator determinante para correto manejo dos resíduos, pois, se havendo uma alternativa para descarte como a caçamba neste caso, cabe ao profissional que está fazendo a montagem da parede coletar os resíduos e transportar até o recipiente de estocagem, pois se fragmentos do mesmo forem deixados no chão podem ser coletados por profissional de limpeza e misturados a outros resíduos é levado para local inadequado como lixo convencional, por exemplo, e a consequência será a deposição inadequada trazendo prejuízos ao meio ambiente. A figura 18 mostra as perdas de tais resíduos e a figura 19 mostra a sujeira gerada em canteiro, resíduo de massa para selar juntas após o lixamento da superfície afim de dar acabamento.



**Figura 17 - Caçamba para descarte de RCC.  
Fonte: Autoria própria.**



**Figura 18 - Resíduo proveniente de lixamento de parede após emassamento.  
Fonte: Autoria própria.**

Os valores de desperdício mensurados em canteiro não representam a quantidade de entulho gerado, mas valores teóricos de consumos utilizados em orçamentos e quantidade de materiais adquiridos, levando em consideração que os fornecedores nem sempre entregam as quantidades de materiais solicitadas e se torna necessário fazer novos

pedidos. Como resultado dos quantitativos estimados de RCC nas três obras visitadas é mostrado na Tabela 1 onde se está correlacionando fatores de interferência como a quantidade de envolvidos e área de parede x quantidade de RCC.

Todas as atividades da construção civil são geradoras de RCD/RCC sendo o alto índice de perdas sua principal causa, levando em consideração que uma parcela destes resíduos ainda pode ser incorporada dentro da obra.

**Tabela 1- Quantificação de fatores que geram RCC e custos envolvidos.**

ITEM	FATORES	ud	OBRA "1"	OBRA "2"	OBRA "3"
1	ÁREA DO EMPREENDIMENTO	m <sup>2</sup>	3133,00	969,44	309,78
2	ÁREA DE DIVISÓRIAS (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	79,20	5,44	45,00
3	NUMERO DE ENVOLVIDOS	ud	3,00	1,00	3,00
4	TEMPO PARA EXECUÇÃO (h)	hr	43,68	3,00	24,82
5	TEMPO PRODUÇÃO	h/h	14,56	3,00	8,27
6	PRODUTIVIDADE EM AREA	m <sup>2</sup> /h	5,44	1,81	5,44
7	VOLUME DE RESÍDUOS GERADOS	m <sup>3</sup>	0,24	0,05	0,12
8	ÁREA DE RCC GERADO	m <sup>2</sup>	10,08	1,89	5,04
9	CUSTO COMPRA (R\$)	R\$	R\$ 5.000,00	R\$ 351,84	R\$ 2.980,00
10	VALOR DESPERDIÇADO	R\$	R\$ 636,36	R\$ 122,24	R\$ 322,08
	Custo total da perda incorporada para a Construtora				R\$ 1.080,68

**Fonte: Autoria própria.**

O volume de resíduos gerados, visíveis na Tabela 1, no item 7, foram calculados multiplicando-se a área dos vãos pela espessura da chapa, no caso *Standard* (ST) de 0.0120m x 2 chapas, já que trata-se de uma parede sanduiche, ou seja uma chapa de cada lado sustentadas por perfis verticais e horizontais em aço.

Nota-se na Tabela 1 que para as obras "1" e "3" há um número de três funcionários, conforme analisado em visita ao canteiro, dois funcionários montavam a estrutura e um terceiro fazia o transporte dos materiais, em dado momento quando parte da estrutura já estava montada, este terceiro funcionário iniciava a parte de acabamentos que consiste na aplicação de uma fita de vedação para as frestas entre as placas com posterior aplicação de massa para drywall. Desta maneira havia mais agilidade e dinamismo no trabalho.

No item 4 da Tabela 1, verificou-se a produtividade da equipe, através da unidade homem hora hh e com este dado, aliado a área de paredes construídas em cada obra pode-se levantar a quantidade em metros quadrados produzido por funcionário no item 5.

Conforme visualizado no item 01 da Tabela 1 do ponto de vista de área construída, as três obras analisadas apresentam diferentes relações entre área de divisórias, iguais a 2,5%, 0,6% e 14%, respectivamente. Esta diferença deve-se ao fato de que as edificações têm áreas construídas distintas devido à sua utilização, a obra “1” trata-se de um prédio público que abriga vários departamentos, já a obra “2” trata-se de um prédio alugado, que passou por esta reforma para abrigar apenas um escritório, já a obra “3” trata-se de prédio público que por atender uma região metropolitana e possuir mais de uma unidade têm área menor em relação aos anteriores.

Nas três obras estudadas, evidenciou-se que o processo de montagem foi executado adequadamente e em tempo hábil, e que o número de funcionários envolvidos foi o necessário para utilização do material, o cronograma de obra foi seguido dentro dos prazos estabelecidos e não foram responsáveis por geração de resíduos decorrentes de erros ou má estocagem, ou perdas em transporte visualizando os vãos de portas e janelas em projeto pode-se mensurar a perda incorporada como foi indicado no item 8 da Tabela 1.

O item 7 da Tabela 1 contém os resultados da quantidade de perdas, incorporadas em volume, tendo em vista que os outros fatores como mão de obra, por exemplo, não contribuíram para geração e resíduos. Uma perda incorporada refere-se à perda de material necessária, “esperada” dentro dos procedimentos de execução de determinada atividade.

Para seleção de fornecedor de material e serviço de montagem de paredes em *drywall*, foram consultadas três fornecedoras, e o critério para contratação foi o menor preço. No item 9 da Tabela 1 estão listados os valores para cada área de parede em cada uma das três obras.

Com a informação do item 9, valor total de cada obra e do item área de divisórias encontra-se o valor unitário por m<sup>2</sup> de parede de *drywall* executado, este valor multiplicado pelo item 8 área de RCC gerado, resulta no item 10 que é o custo da perda incorporada.

É possível observar as porcentagens referentes à área de chapas desperdiçadas no que se refere à área construída. Visualiza-se que a obra “2” foi a que apresentou maior índice de perda incorporada, 35% do valor total da divisória instalada.



Na obra “2” a parede construída tem área de  $5,44\text{m}^2$ , e um vão cuja área é de  $1,84\text{m}^2$  esta última área refere-se também á área de resíduo gerado, em porcentagem sobre o total construído este resíduo é 35% do material comprado, ou seja, 35% de prejuízo sobre o valor total gasto para construir a divisória no sistema construtivo escolhido (*drywall*).

## 5 CONCLUSÃO

Correlacionando-se a área de paredes com a área de resíduos gerados conclui-se que a perda monetária gerada na obra “1” foi de 13%, na obra “2” de 35% e na obra “3” de 11%, o fator responsável pela geração elevada da obra “2” comparado aos índices de geração das outras se deve a grande área de vãos.

O emprego de chapas de *drywall* como alternativa para divisórias em ambientes internos de acordo com os estudos realizados mostrou-se eficaz com relação ao tempo de execução, custo do material, expectativa do cliente e acabamento final.

As divisórias em *drywall* são uma alternativa que vem sendo empregada há décadas devido à sua facilidade de aplicação e agilidade no processo construtivo com base nos princípios da *Lean Construction*, filosofia que vem se desenvolvendo desde a década de 50 em países em desenvolvimento, sobretudo no pós-guerra onde se desejava construir rapidamente ao menor custo com mão de obra cujo treinamento deveria ser rápido e eficiente.

Até a década de 1990 no Brasil não havia uma destinação ambientalmente correta para os resíduos de chapas de *drywall*, porém já foram desenvolvidas tais técnicas, desta forma conclui-se que seu emprego na construção civil não apresenta contraindicações.

Com base nas informações coletadas nas três obras visitadas, pode-se concluir que o problema enfrentado na aplicação desta tecnologia ainda é o treinamento adequado da mão de obra empregada, para que façam o melhor emprego dos recursos, evitando desperdícios e retrabalhos, assim como uma consciência ambiental para que se tornem capazes de entender a importância de descartar corretamente os RCC evitando assim que sejam coletados por outras equipes do canteiro que venham a depositá-los em local inadequado.

Os RCC gerados nas três obras visitadas são decorrentes do próprio processo, esta perda já era prevista devido à abertura de vãos como portas e janelas. Uma alternativa para melhorar ainda mais este sistema construtivo,

seria o desenvolvimento de chapas com tamanhos diversificados, as quais não precisassem ser cortadas ou manipuladas em obra, pelo contrário, os vãos podem ser previstos em projeto e as chapas podem ser fabricadas em tamanhos especiais para evitar que os profissionais percam tempo cortando as mesmas, diminuindo a geração de RCC e tornando o processo mais racional e com melhor controle dos recursos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.715-7.2001 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.758-1.2009** - Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall - Projeto e Procedimentos Executivos para Montagem. Parte 1: Requisitos para Sistemas Usados como Paredes.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.217:2009** - Perfis de Aço para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall - Requisitos e Métodos de Ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Resíduos de gesso na construção civil Coleta, armazenagem e reciclagem**. SindusCon, SINDUSGESSO. SÃO PAULO. Jun. 2012.

BALTAR, Carlos Adolpho Magalhães; BASTOS, Flávia de Freitas e LUZ, Adão Benvindo. **GIPSITA**. CT205-122-00 Comunicação Técnica Elaborada Para Edição do Livro Rochas & Minerais Industriais. Usos e Especificações pag. 449 – 470. Rio de Janeiro, 2005. CETEM Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO PARANÁ, **Resíduos Sólidos** - Arq. Rosimeiri Suzuki Lima e Eng. Civil Ruy Reynaldo Rosa Lima, Resíduos Sólidos - Publicações temáticas da Agenda Parlamentar do Paraná – CREA-PR – Gestão 2009/2011.

FORMOSO, Carlos Torres (Ed.) **Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte**. 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1995. 268 p.

GEHBAUER, Fritz. **Racionalização na Construção Civil**. Recife, Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004

GIAMUSSO, Salvador Eugenio **Manual do Concreto**, São Paulo; Pini 1992.

GRIGOLI, Ademir S. Entulho Em Canteiro De Obra Utilizado Como Material De Construção. Uma Alternativa Inadiável In SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Comitê Técnico CT 206- Meio Ambiente. 2001, p 251-264. SP. Jun. 2001.

KNAUF. **Resíduos de Gesso na Construção Civil**; Coleta, Armazenagem e Estocagem. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. SP – Jun. 2012.

LAFARGE, Building better cities. Gypsum. Manufacturing process. Disponível em: <http://www.lafarge-na.com> . Acesso em 08/08/2013.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos, SP: RiMa, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Agência de Desenvolvimento do Nordeste. Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior. **Diagnóstico energético do setor Industrial do polo gesso da mesoregião do Araripe**. Recife : [s.n.], 2005. 1CD-ROM.

NEVILLE, Adam M.. **Propriedades do concreto**. São Paulo: Pini, 1982. 738 p.

PERES, Luciano; BENACHOUR, Mohand; SANTOS, Valdemir A. dos. **Gesso: produção e utilização na construção civil**. Recife: SEBRAE, 2008.

PLACO, Saint Gobain. PROCESSO DE PRODUÇÃO DRYWALL PLACO. 06/2013. Disponível em: <http://www.placo.com.br>. Acesso em: 08/08/2013.

PRESS, Frank et al. **Para entender a terra**. Tradução: Rualdo Menegat et al. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROCHA, Robson Pereira. **APLICAÇÃO DA TECNICA LEAN CONSTRUCTION EM EMPRESAS CONSTRUTORAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi. 2008.

Revista SANEAMENTO AMBIENTAL AS EMPRESAS DO ANO, ANO XXIII Nº 161. Disponível em: <http://www.sambiental.com.br/SA/>. Acessado em: 19/08/2013.

SHINYASHIKI, Roberto T.; DUMET, Eliana Bittencourt. **Amar pode dar certo**. São Paulo: Gente, 1988. 171 p. ISBN 85852470291 (broch.).

SOUZA, U. E. L. – **Como reduzir perdas nos canteiros. “Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil”**. São Paulo. PINI. 2005.

STOCHI FIANO, Maria Beatriz e PIMENTEL, Lia L. **Estudo da Viabilidade do Reaproveitamento do Gesso Queima Rápida**. Anais do XVI Encontro de iniciação científica da PUC Campinas. 16, 2009 set. 29 – 30. Campinas, SP. Anais.

THIESSEN, Ricardo. **DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CURITIBA**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10 ed. São Paulo: Pini, 2009.