



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII - ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

THIAGO ARAÚJO CUNHA

**VIABILIDADE DA PROJEÇÃO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO D'OURO TAMBAÚ RESIDENSE CLUB**

**ARARUNA
2015**

THIAGO ARAÚJO CUNHA

**VIABILIDADE DA PROJEÇÃO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO D'OURO TAMBAÚ RESIDENSE CLUB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual da Paraíba – Campus
VIII, como requisito parcial à obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.
Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof.: Tércio Pereira Jovem

**ARARUNA
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C972v Cunha, Thiago Araújo
Viabilidade da projeção de gesso na construção civil
[manuscrito] : Estudo de Caso: Edifício D'Ouro Tambaú Residence
Club / Thiago Araújo Cunha. - 2015.
71 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências
Tecnologia e Saúde, 2015.
"Orientação: Esp.Tércio Pereira Jovem, Departamento de
Departamento de Engenharia Civil".

1.Engenharia Civil. 2.Gesso. 3.Materias de construções. I.
Título.

21. ed. CDD 624

THIAGO ARAÚJO CUNHA

VIABILIDADE DA PROJEÇÃO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO D'OURO TAMBAÚ RESIDENSE CLUB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual da Paraíba – Campus
VIII, como requisito parcial à obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.
Área de concentração: Construção Civil

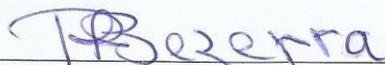
Orientador: Prof.: Tércio Pereira Jovem

Defendida em: 11/06/2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Tércio Pereira Jovem (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Raimundo Leidimar Bezerra
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria José e Deocélio, pois, sem eles jamais teria conseguido realizar este grandioso sonho, muito menos lutado tanto, por terem me proporcionado tudo que há de melhor: amor, carinho, lições, valores e princípios morais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que me vem sendo concedido.

Em segundo lugar gostaria de agradecer a minha família, meu pai Deocélio de Sousa Cunha, minha mãe Maria José de A. Silva Cunha e meu irmão Túlio Araújo Cunha, por estarem sempre presentes me dando força, carinho e apoio nas horas mais difíceis. A minha namorada, Rannábia Pinheiro pelo convívio e compressão nesses anos de faculdade e a minha tia Ivania Gomes, pelo imenso conhecimento e experiência passado à minha pessoa.

Agradeço a todos os meus professores, desde o ensino fundamental até os da graduação, pois me ajudaram na concretização de um sonho de infância, me passando o aprendizado necessário para poder seguir sempre em frente, em especial ao meu orientador Tércio Pereira Jovem e ao saudoso e inesquecível diretor do Campus VIII de Araruna – Dr. Raimundo Leidimar Bezerra e a todos os funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando necessário.

Aos meus amigos Alan Victor, Douglas Cavalcante, Luan Moraes, Lucas Leitão, Pedro Leitão, Phillipy Johny, Gildazio Moraes, Leonardo Victor e Igor Moraes pela parceria, companheirismo, experiências trocadas e muita paciência durante todos esses anos.

Desejo a todos que me ajudaram, direta e indiretamente, toda a felicidade e sucesso do mundo. Deus os abençoe!

Obrigado!

“A única maneira de fazer um trabalho extraordinário é de amares aquilo que fazes. Se ainda não o encontraste, continua a procurar. Não te acomodes. Tal como com os assuntos do coração, tu saberás quando é que o encontraste”

Steve Jobs

RESUMO

A necessidade de acelerar o processo construtivo e otimizar o ramo da construção civil, se faz válida na busca por novos métodos e formas que ajudem no maior desempenho dos materiais utilizados. O objetivo deste trabalho é a análise da viabilidade da implantação do método de projeção de gesso como revestimento, em substituição à argamassa cimentícia aplicada de forma manual, considerando-se a produtividade, qualidade, tempo e custo de cada método, através de comparativo realizado em um edifício residencial localizado na cidade de João Pessoa – PB. A utilização de gesso ganha enfoque principal devido as características e propriedades peculiares apresentadas por ele quando aplicado como matéria-prima de argamassa, apontando significativos ganhos de eficiência se comparado ao cimento. Verificou-se também os procedimentos necessários para o emprego da máquina de projeção. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que, a utilização do método de revestimento é de grande valia, pois proporciona grandes chances de otimizar a velocidade da obra.

Palavras-Chave: Viabilidade. Gesso. Revestimento.

ABSTRACT

The need to speed up the construction process and optimize the branch of construction, it is valid to search for new methods, ways to help the higher performance of the materials used. The objective of this study is to examine the feasibility of implementing the plaster projection method as a coating in place of cement mortar applied by hand, considering the productivity, quality, time and cost of each method through comparative held in a residential building located in the city of João Pessoa - PB. The use of plaster wins main focus due to the characteristics and unique properties presented by him when applied as raw material for mortar, pointing significant efficiency gains compared to cement, also found the necessary procedures for the use of projection machine. The left of the results obtained, we observed that the use of the new coating method is very useful as it provides a good chance to optimize the speed of the work

Keywords: Viability. Plaster. Coating.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01:	Blocos de Gesso Simples	25
FIGURA 02:	Fabricação de Placas de Gesso	26
FIGURA 03:	Execução do Revestimento em Gesso Projetado	27
FIGURA 04:	Cristais de Gesso em Formato de Agulhas Devido à Reação Exotérmica	32
FIGURA 05:	Planta Baixa do Apartamento em Estudo	52

LISTA DE FOTOS

FOTO 01:	Máquina de Projeção	40
FOTO 02:	Colocação de Taliscas	41
FOTO 03:	Parede após o Processo de Chapisco	44
FOTO 04:	Utilização de Cantoneiras	56
FOTO 05:	Apartamento Pronto Após Revestimento em Gesso	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 01:	Reserva e produção de gipsita – 2014	20
TABELA 02:	Determinação química do gesso	35
TABELA 03:	Determinações físicas e mecânicas	35
TABELA 04:	Classificação dos tipos de gesso	36
TABELA 05:	Tipos de cimento existentes	45
TABELA 06:	Divisão dos cômodos e suas respectivas áreas	53
TABELA 07:	Áreas em vigas por ambiente	53
TABELA 08:	Consumo médio por área do apartamento	54
TABELA 09:	Custo pago por cada ambiente em relação a quantidade de sacos de gesso	55
TABELA 10:	Valor do m ² de projeção e acabamento	58
TABELA 11:	Valor por metro linear de capiaço do gesso	59
TABELA 12:	Quantidade do material utilizado na etapa de chapisco	60
TABELA 13:	Material utilizado na etapa de emboço	60
TABELA 14:	Material utilizado na etapa de reboco	60
TABELA 15:	Custo para o chapisco	61
TABELA 16:	Custo para o emboço	61
TABELA 17:	Custo para o reboco	61
TABELA 18:	Valor do m ² de revestimento em argamassa cimentícia	63
TABELA 19:	Valor do metro linear de capiaço em argamassa cimentícia	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiental
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
GRCH – Glass Reiforced Walter Repellent
GRP – Glass Reiforced Gypsium
NBR – Norma Brasileira de Regulamentação

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$ Reais

% Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 GESSO: HISTORICIDADE E UTILIZAÇÃO	19
2.1. Terminologia do gesso	19
2.2. Aspectos históricos e a utilização do gesso no mundo e no Brasil	19
2.2.1. Historicidade	19
2.2.2. Utilização do gesso no Mundo e no Brasil	20
2.3. Importância socioeconômica do pólo gesseiro de Araripe – PE	21
2.4. Usos e funções	22
2.5. Tecnologias empregadas à base de gesso na construção civil	24
2.5.1. Blocos de gesso	24
2.5.2. Gesso acartunado	25
2.5.3. Placas de gesso	26
2.5.4. Revestimentos em gesso	27
2.6. Reciclagem do gesso	27
3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE GESSO	29
3.1. Composição química	29
3.2. Etapas do processo de produção	30
3.2.1. Extração	30
3.2.2. Preparação	30
3.2.3. Calcinação	30
3.2.4. Seleção de gesso empregado	31
3.3. Características funcionais do gesso	31
3.3.1. Hidratação	31
3.3.2. Trabalhabilidade	32
3.3.3. Resistência mecânica	33
3.3.4. Isolamento térmico	33
3.3.5. Isolamento acústico	34
3.3.6. Hidroatividade	34
3.3.7. Aderência	34
3.4. Normativas para o atual emprego do gesso	34
4 MATERIAIS E MÉTODOS	37
5 PROJEÇÃO DE ARGAMASSA EM GESSO OU EM ARGAMASSA CIMENTÍCIA APLICADA MANUALMENTE: VIABILIDADE DOS PROCESSOS DE REVESTIMENTOS	39
5.1. Revestimento em gesso projetado	39
5.2. Materiais utilizados no método de projeção de gesso	39
5.3. Processo de aplicação do revestimento em gesso	40
5.3.1. Preparativos	40
5.3.2. Mestras e taliscas	41

5.3.3.	Execução do projetado	42
5.3.4.	Acabamento	42
5.4.	Revestimento de argamassa cimentícia	42
5.5.	Materiais constituintes de argamassa cimentícia	44
5.5.1.	Cimento Portland	44
5.5.2.	Cal	45
5.5.3.	Areia	45
5.5.4.	Água	46
5.6.	Propriedades da Argamassa Cimentícia	46
5.6.1.	Trabalhabilidade	46
5.6.2.	Consistência	46
5.6.3.	Coesão e tixotropia	47
5.6.4.	Plasticidade	47
5.6.5.	Retenção de água	48
5.6.6.	Adesão inicial	48
5.6.7.	Aderência	48
5.6.8.	Módulo de elasticidade	48
5.6.9.	Resistência mecânica	49
5.7.	Materiais do processo de revestimento	49
5.7.1.	Material de composição da argamassa	49
5.7.2.	Material de uso da equipe	49
5.8.	A desatualização da aplicação da argamassa cimentícia na construção civil e a crescente utilização do revestimento em gesso: vantagens e desvantagens	50
6	ESTUDO DE CASO	52
6.1.	Comparativo entre o emprego de revestimentos: Gesso projetado x argamassa cimentícia aplicação manual	52
6.2.	Gesso projetado	54
6.2.1.	Material	54
6.2.2.	Desempenho da equipe	56
6.2.3.	Custo operacional da equipe	58
6.2.4.	Custo total	59
6.3.	Argamassa cimentícia	59
6.3.1.	Material	59
6.3.2.	Desempenho da equipe	61
6.3.3.	Custo operacional da equipe	62
6.3.4.	Custo total	63
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8.	BIBLIOGRAFIA	66
APÊNDICE		69

1. INTRODUÇÃO

Com o incremento da construção civil nas últimas décadas, a busca por novos métodos construtivos se faz cada vez mais necessário com o objetivo de otimização de tempo e redução de custos, visando o menor desperdício de materiais. Com isso, a utilização de processos mecânicos se torna uma alternativa de grande auxílio nas atividades desempenhadas em obra.

A aplicação de revestimentos, de forma manual, ao se tratar de qualidade e produtividade depende muito da mão-de-obra, apresentando alta variação de produtividade e altos índices de desperdícios, dificultando muitas vezes o avanço da obra, refletindo no prazo final da obra. Então, com o intuito de acelerar o processo de revestimento surgiu o método de projeção de gesso que consiste na aplicação de gesso de forma mecanizada, diminuindo o desperdício e aumentando a área de revestimento por dia, se comparada com os processos manuais.

Desta forma, o trabalho tem como principal objetivo analisar os fatores que fizeram a construtora optar pelo revestimento em gesso projetado, ao invés da argamassa cimentícia aplicada de forma manual, comumente utilizada em obras por todo país.

O trabalho se organiza da seguinte maneira: no primeiro capítulo a introdução. No segundo capítulo apresenta-se o material utilizado, o gesso, esclarecendo a história de seu emprego no ramo da construção civil no mundo e no Brasil. Aponta também o Pólo Gesseiro de Araripe, principal região de exploração do insumo do país e a grande variedade de formas de aplicação.

No terceiro capítulo dá-se ênfase às etapas do processo de fabricação do gesso que vai desde mineração da gipsita até sua embalagem e estocagem segundo a NBR 13207/08, norma que regulamenta a utilização do material na construção civil. O quarto capítulo se expõe a forma pela qual o estudo foi realizado e definições feitas ao longo do trabalho, como o local de estudo e o apartamento escolhido para o comparativo.

O quinto capítulo, demonstra as particularidades dos dois processos de revestimentos: gesso projetado e argamassa cimentícia. Buscou-se entender os fatores positivos e negativos de suas aplicações, os materiais necessários, etapas de emprego. Para a argamassa cimentícia distinguiu-se sua composição e propriedades.

No sexto, realizou-se os comparativos entre os dois tipos de revestimentos. Analisando-se o material, desempenho da equipe e custo operacional, pode-se determinar qual

é mais vantajoso para empresa e deverá ser utilizado em futuras obras. No sétimo evidenciou-se o método mais vantajoso, através da conclusão.

2. GESSO: HISTORICIDADE E UTILIZAÇÃO

2.1. Terminologia do Gesso

A denominação gesso provém do grego gypsos, dado ao mineral calcinado, já ao mineral em seu estado bruto é chamado de gipsita ou gipso (DANA, 1969).

De acordo com RAMOS (2011), o gesso é conhecido como sendo uma substância em pó, branco, que, ao adicionar água, forma uma pasta mais ou menos líquida, onde através de uma reação química, libera-se calor e a mistura começa a empastar até endurecer e arrefecer.

O gesso é um material de coloração branca, muito fino que em contato com a água se hidrata, num processo exotérmico, formando um produto, não hidráulico e rijo (CUNHA, 2012).

2.2. Aspectos históricos e a utilização do gesso no mundo e no Brasil:

2.2.1. Historicidade

O gesso é um dos materiais mais antigos a ser utilizado pelo homem, onde data-se seu emprego desde o 9º milênio a.C., na confecção de afrescos em Anatólia. Foi encontrado também no Antigo Egito, nas tumbas e templos de Thebes, cidade de Luxor, estes estão entre os maiores monumentos egípcios da antiguidade (WÜST e SCHLÜCHTE, 2000). Ainda no Antigo Egito, o gesso foi encontrado na pirâmide de Khéops, usado em conjunto com o cimento entre os blocos de pedra, conferindo rigidez a estrutura.

Há também vestígios que no princípio do período Neolítico (cerca de 8.000 a.C.), na região do Oriente Médio, era usado como material de revestimento das estruturas. No continente africano, foi utilizado na construção de barragens e canais, pelos bárbaros, para o abastecimento das palmeiras de Mozabe.

Na Grécia, o uso do gesso era corrente. No século IV a.C., Teofrasto (372 a.C. – 278 a.C.), filósofo grego sucessor de Aristóteles, escreveu em seu “Tratado de Pedra” um capítulo bastante detalhado sobre o gesso, sublinhando a qualidade e pujança desse ligamento. Menciona alguns lugares de produção como o Chipre, a Fenícia, a Síria, onde se pode encontrar diferentes tipos de gesso que, dependendo das suas qualidades, variam as suas utilizações (RAMOS, 2011).

No império Bizantino o gesso atraiu olhares dos construtores dos primeiros templos cristãos e bizantinos. A facilidade de manipulação e o baixo custo fez com que fosse considerado o substituto direto do mármore.

A partir do século XII, o gesso estuque e de alisamento já eram conhecidos e sendo bastante desejados em construções por toda Europa.

No século XIII, na França, a utilização de gesso na construção foi tão generalizada, ao ponto de, do montante das construções existentes, 75% dos hotéis e a totalidade dos prédios públicos e populares serem realizados em planos de madeira e argamassa de gesso, e para as novas construções ou as reformas, cerca de 95% eram feitas em gesso (PERES *et al.*, 2008).

Já no século XX, em função da evolução industrial, os equipamentos para a fabricação do gesso deixaram de ter um conceito rudimentar e passaram a agregar maior tecnologia.

2.2.2. Utilização do gesso no Mundo e no Brasil:

Atualmente, o gesso vem sendo utilizado de diversas formas, seja na agricultura, na indústria de joias, cerâmica, automotiva, na medicina, na odontologia e na construção civil, onde se encontra o maior percentual de produtos, pois apresenta uma ótima relação custo-benefício. Há um grande leque de aplicações na área, podendo ser aproveitado no teto como fôrro, na paredes como revestimento, ou como blocos de fechamentos e até mesmo como artefatos decorativos. A maleabilidade e aderência deste material é seu grande diferencial, sendo adotado por construtores e arquitetos, empregando-o de diferentes formatos e tamanhos.

TABELA 01: Reserva e Produção de Gipsita – 2014.

Discriminação Países	Reservas (10 ³ t)	Produção (10 ³ t)		
	2013 ^(p)	2012 ^(p)	2013 ^(p)	(%)
Brasil	291.807	3.750	3.330	2,1
Arábia Saudita	nd	2.500	2.500	1,6
Austrália	nd	2.500	3.000	1,9
China	nd	48.000	50.000	31,3
França	nd	2.300	2.300	1,4
Espanha	nd	7.100	7.100	4,4
Estados Unidos da América	700.000	15.800	16.300	10,2
Índia	69.000	2.750	3.600	2,3
Irã	nd	13.000	14.000	8,8
Itália	nd	4.130	4.100	2,6
Japão	nd	5.500	5.500	3,4
México	nd	4.690	5.000	3,1
Rússia	nd	3.150	6.000	3,8
Tailândia	nd	9.000	9.000	5,6
Turquia	nd	2.100	2.000	1,3
Outros países	nd	25.730	26.270	16,4
TOTAL	nd	152.000	160.000	100,0

Fonte: DNPM/ DIPLAM/ AMB; USGS: Mineral Commodity Summaries
(p) dado preliminar; (r) revisado; (nd) dado não disponível.

De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em 2013, a China foi o país com maior produção de gipsita no mundo com cerca de 50 Mt, que representa 31,3% de toda a produção mundial, seguida pelos EUA, com 15,8 Mt e o Irã com 13 Mt. O Brasil foi apenas o 11º do mundo e o maior da América do Sul, com uma produção de aproximadamente 3,3 Mt, representando 2,1% do total mundial.

O uso de gesso no Brasil ainda é considerado baixo, anualmente o consumo é de 13 kg por habitante; já os Estados Unidos consomem em média de 103 kg/hab, na Europa a média é de 73 kg.

Cerca de 98% das reservas brasileiras estão concentradas na Bahia, Pará e Pernambuco, ficando o restante distribuído, em ordem decrescente, entre Maranhão, Ceará, Piauí, Tocantins e Amazonas. A porção das reservas que apresentam melhores condições de aproveitamento econômico se encontra no Pólo Gesseiro de Araripe, localizada em maior parte no estado de Pernambuco. As reservas do Pará são controladas pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e ainda sem concessão de lavra, devido às restrições ambientais e grandes distâncias dos centros consumidores (ROCHA, 2008).

Segundo o DNPM, a exportação da gipsita e de seus derivados no ano de 2013 gerou uma renda de 2,1 milhões de dólares, sendo 15,2% maior que no ano anterior, chegando a um montante de 31.626 toneladas, mas esse valor representa apenas 1,0 % de toda produção nacional. Em relação a importação do produto, teve um aumento bastante considerável, 57,6%, cerca de 243.916 toneladas. O grande aumento é consequência basicamente da utilização de produtos manufaturados que representam quase 96% do valor total.

O principal produtor de gipsita no Brasil é Pernambuco, sendo responsável, em 2013, por 87,6% de tudo que foi produzido, seguido pelo Maranhão (9,1%), Ceará (2,5%), Amazonas (0,6%) e Pará (0,2%).

2.3. Importância socioeconômica do pólo gesseiro de Araripe-PE

As principais jazidas de gipso no Brasil estão nos terrenos cretáceos de formação marinha, principalmente na área sedimentar comum aos Estados de Piauí, Ceará e Pernambuco que compreendem fisiograficamente a Chapada do Araripe, que é a reserva nacional do gesso com a melhor condição de aproveitamento financeiro e com pequenas elevações-testemunho na sua periferia (ABREU, 1973).

O pólo gesseiro de Araripe, fica situado no extremo oeste de Pernambuco, distante 700 km da capital, Recife, e é formado pelos municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó,

Morais, Exu e Ouricuri. Abrange uma área de 24 mil km², que representam 8,96% do território de Estado e 2,98% da população. Produz anualmente 1 bilhão de toneladas de minério bruto, sendo 230 milhões de toneladas de gipsita de alta pureza, representando 18% das reservas brasileiras. A exploração do minério em Araripe é realizada de forma mecanizada, com a utilização de equipamentos como marteletores, *vagon drill*, tratores de esteiras, rompedores hidráulicos e pás mecânicas.

As jazidas do Araripe são consideradas as de minério de melhor qualidade no mundo e apresentam excelentes condições de mineração (LUZ e LINS *et al.*, 2005).

A produção na região, teve início graças a um grupo de empresários da região sudeste do país, que identificaram uma demanda reprimida do material e anteviram na possibilidade de calcinar a gipsita (SINDUSGESSO, 2014).

O aumento da utilização de gesso devido a globalização vem gerando uma visão diferenciada para este produto e gerando novas variedades para atender o mercado consumidor. Como consequência, foram atraídas para essa região, empresas de distribuição de gesso, de construção civil, de máquinas e ferramentas, de explosivos, transportadores, oficinas mecânicas e metalúrgicas, indústrias químicas, de embalagens, e centros de tecnologias. Atitudes proativas têm sido tomadas pelas lideranças locais no que se refere às reivindicações aos órgãos governamentais, dando assim claros sinais de passagem de estágio de arranjo para um sistema produtivo (MONTEIRO, 2009).

No ano de 2006 foi implantado no município de Araripina o Centro Tecnológico do Gesso, com parceria entre os governos federal, estadual e municipal. O objetivo é a formação profissional, inovação tecnológica e empreendedorismo, podendo ser uma ferramenta eficaz na melhoria do padrão organizacional/gerencial e na formalização do segmento, bem como no aumento do grau de incidência de certificação (COSTA, 2013).

No pólo Gesseiro do Araripe são gerados 13,9 mil empregos diretos e 69 mil indiretos, resultantes da atuação de 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e cerca de 750 indústrias de pré-moldados, que geram um faturamento anual da ordem de R\$ 1,4 bilhões/ano (SINDUSGESSO, 2014).

2.4. Usos e funções

A gipsita detém inúmeras características, essa permite um grande número de aplicações, na agricultura e na indústria cimentícia onde é utilizada na forma natural. Na primeira é utilizada como fertilizantes, agente corretivo de solos ácidos e condicionador de

solos. Na segunda, é aplicada junto ao *clínquer* durante o processo de moagem em uma proporção 3% a 5%, como retardador de pega do cimento.

O gesso de maneira geral é dividido em dois grupos: o gesso para a construção civil e o gesso industrial.

De acordo com BALTAR *et al.*, (2004), utilizado na construção civil deve ter uma pureza superior a 75%, e através do processo de calcinação produz o hemidrato β , conseqüentemente origina:

- gesso de fundição utilizado para a confecção de pré-moldados (fabricados simplesmente com gesso ou placas de gesso acartonado);
- placas para rebaixamento de tetos, com produção artesanal ou em plantas modernas com máquinas automáticas com sistemas de alimentação de pasta;
- blocos para paredes divisórias;
- gesso para isolamento térmico e acústico (produto misturado com vermiculita ou perlita);
- gesso para portas corta fogo;
- gesso de revestimentos de aplicação manual, utilizado para paredes e tetos, geralmente em substituição de rebocos e/ou massas para acabamento;
- gesso de produção, para aplicação mecanizada de revestimento de parede;
- gesso com pega retardada, para aplicação de revestimento manual;
- gesso cola, para rejunto de pré-moldados em gesso.

O gesso industrial é um produto de melhor qualidade, maior pureza e maior valor agregado, sendo adquirido pelos hemidratos α ou β , dependendo da aplicação (BALTAR *et al.*, 2004):

- Cerâmica: a pasta obtida a partir da rehidratação do hemidrato α (ou mistura de hemidratos α ou β) tem importante uso na produção de moldes e matrizes para enchimento com barbotinas na produção de porcelana, cerâmica sanitária, grés etc. Na preparação dos moldes costuma-se formar uma mistura com 78 a 90 partes de água para 100 partes de gesso;
- Indústria do Vidro: o gesso é utilizado como fonte de cálcio e de enxofre em substituição ao sulfato de sódio;
- Carga Mineral: o gesso tem sido utilizado como carga de alta qualidade ou diluente na fabricação de papel, plásticos, adesivos, tintas, madeira, têxteis e alimentos, entre outros materiais;

- Indústria Farmacêutica: o gesso possui características favoráveis ao uso farmacêutico, como facilidade de compressão e desagregação. Por isso, é utilizado como diluente em pastilhas prensadas e cápsulas ou na preparação de moldes;
- Decoração: utilizado para a confecção de elementos decorativos como estatuetas e imagens, sendo obtido a partir do gesso β de fundição;
- Escolar (giz): utilizados em salas de aula e produzido a partir do gesso β de fundição, com o uso de aditivos;
- Ortopédico: obtido a partir do gesso α , após a adição de produtos químicos;
- Dental: usado para confecção de moldes e modelos. Pode ser dos tipos III e IV. Ambos obtidos a partir do gesso α , após a adição de produtos químicos. O gesso dental do tipo IV constitui-se no produto mais nobre do gesso, apresentando elevada resistência mecânica, excelente trabalhabilidade, baixa consistência e menor expansão;
- Bandagens de alta resistência: produto obtido a partir do gesso alfa;
- Outros usos: indústria automobilística, fabricação de fósforos, fabricação de cerveja, indústria eletrônica, etc.

2.5. Tecnologias empregadas à base de gesso na Construção Civil

2.5.1. Blocos de gesso

Os blocos de gesso surgem na construção civil como uma alternativa para substituir o tijolo cerâmico, como alvenaria de vedação. A grande praticidade na execução, baixo peso específico, bom isolamento acústico são características que vem contribuindo para o seu crescente uso.

São elementos pré-moldados, fabricados por processo de moldagem, apresentando acabamento perfeito nas suas superfícies, utilizados na construção de paredes internas ou divisórias. Os blocos possuem duas faces planas e lisas, se encaixam perfeitamente e, após a montagem da parede, obtém-se uma parede plana e pronta para receber acabamento (CUNHA, 2012).

No caso dos blocos, existe um para cada local que venha a ser usado, com características únicas:

- Bloco de Gesso Simples: comumente utilizado na construção de paredes divisórias internas de áreas secas. Fabricados na cor branca.

- Blocos Hidrofugados: ou hidrorrepelentes, são utilizados em áreas molhadas, como banheiros, área de serviço e cozinhas, por serem resistentes à água. Fabricados de cor azul.
- Blocos GRG: são blocos reforçados com fibra de vidro (Glass Reinforced Gypsum), usados em áreas secas que apresentem aglomeração de pessoas e necessitem de resistência ao arrancamento a flexão maior. Fabricados na cor verde.
- Blocos GRCH: são blocos reforçados com fibra de vidro e aditivos hidrofugantes. Por ser resistente à água e maior resistência mecânica, são utilizados nas primeiras fiadas das paredes em áreas molhadas ou em áreas normais que serão sujeitas a lavagens periódicas (SOUZA, 2009).

FIGURA 01: Blocos de gesso simples.



Fonte: PERES *et al.*, (2008).

2.5.2. Gesso Acartunado

O gesso acartunado ou drywall, é uma chapa fabricada industrialmente, por um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de papel cartão, onde é virada sobre as bordas longitudinais (face destinada a receber acabamento) e colada sob outra, que apresenta a emenda dos cartões (PERES *et al.*, 2008).

Método de construção a seco, foi inventado por Augustine Sackett em 1898, nos EUA. No Brasil, a utilização iniciou no ano de 1972, e estima-se que o crescimento do seu consumo

aumento a uma taxa de 50% nos próximos anos, considerando os benefícios em relação a alvenaria tradicional.

A utilização do sistema de divisórias com placas de gesso acartonado, vem sofrendo uma grande expansão no país em função de diversas vantagens comparativas, como rápida execução e menor custo em acabamentos, em comparação com alvenaria tradicional (CUNHA, 2012).

2.5.3. Placas de Gesso

As placas de gesso são produzidas em duas dimensões, 60cm x 60cm e 65cm x 65cm, compostas basicamente por gesso e utilizadas, sobretudo, para a execução de forros e rebaixamento de tetos na construção civil. Alguns fabricantes fizeram algumas modificações em suas características para atender melhor ao mercado, por exemplo, as placas hidrofugadas reforçadas com fibras de vidro, texturizadas e acústicas (PERES *et al.*, 2008).

No Brasil, a fabricação de placas de gesso, na maioria das fábricas, é executada ainda de forma semi-artesanal, utilizando-se muita mão-de-obra e pouca automação. Entre os equipamentos utilizados tem-se: formas, régua e tubos (SOUZA, 2009).

FIGURA 02: Fabricação de placas de gesso



Fonte:

PERES *et al.*, (2008).

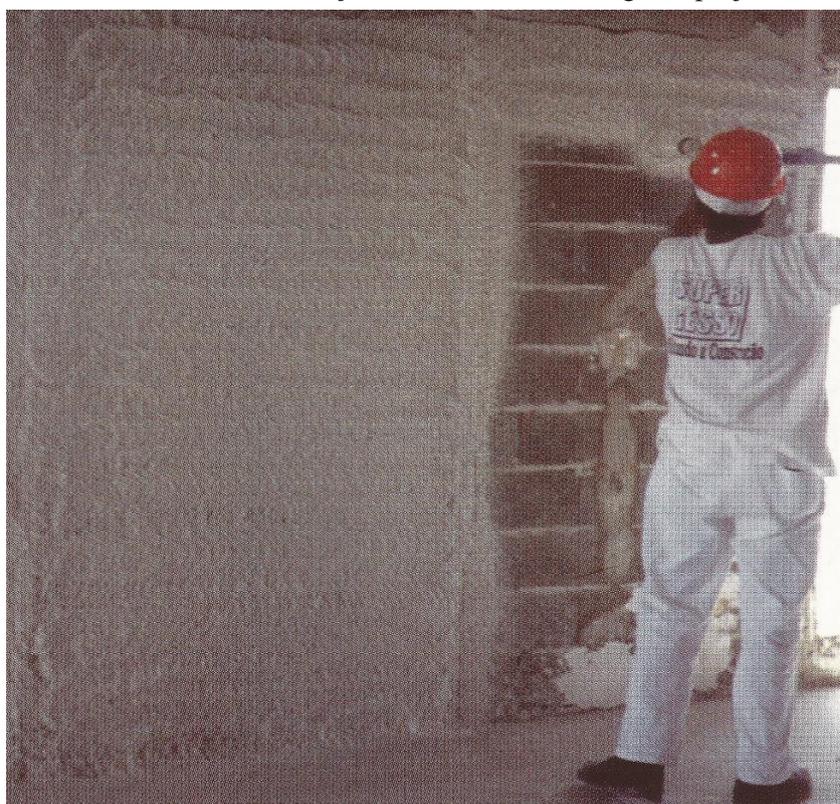
2.5.4. Revestimento em gesso

A forma mais básica empregada do gesso na construção civil é como revestimento para acabamento de paredes internas, sendo aplicado diretamente sobre os blocos de alvenaria, vedação ou de concreto.

O gesso adequa-se bem a esses serviços de revestimento, seja utilizado simplesmente como pasta obtida pelo amassamento com a água, seja como argamassa em mistura com areia fina (CUNHA, 2012).

Atualmente o revestimento em gesso das paredes se dá basicamente de forma: manual ou projetada. A segunda, será o caso a ser estudado no presente trabalho.

FIGURA 03: Execução do revestimento em gesso projetado.



FONTE: PERES *et al.*, (2008).

2.6. Reciclagem do gesso

A necessidade de diminuir a geração de resíduos e a melhor utilização do material provocou mudanças nas leis. A resolução 307/02 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para os resíduos provenientes da

construção civil. A mesma classifica os resíduos da construção civil em quatro classes: A, B, C e D.

A classe C é a que se enquadra o gesso, na qual fica definido o seguinte: “resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis, que permitam sua reciclagem/recuperação”.

As perdas referente ao gesso no Brasil são significantes. Estima-se que 5% do drywall é transformado em resíduos durante a construção. No caso do gesso aplicado como revestimento diretamente como alvenaria gera uma quantidade muito maior de resíduos, em torno de 35% (SINDUSGESSO, 2014).

Tendo conhecimento da grande perda desse material, fabricantes estudaram várias formas para a reutilização do gesso de forma sustentável. A agricultura foi uma das soluções para se aplicar os resíduos de gesso de construção civil, de maneira simples. Consiste basicamente em moer o material após separação de contaminantes, secagem, ensacamento e poderá ser comercializado normalmente. Outra forma encontrada foi o aumento do tempo útil de trabalhabilidade das pastas de gesso, gerando menor “pressa” para utilização do mesmo.

3. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO GESSO

3.1. Composição química

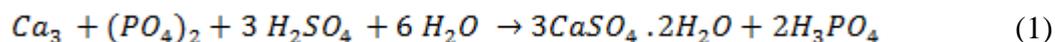
A matéria prima do gesso é a gipsita, esse mineral, proveniente de uma rocha sedimentar encontrado em depósitos de origem evaporítica em consideráveis escalas, é constituído por sulfato de cálcio di-hidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) e impurezas, ocorre em diferentes partes do mundo e compreende as mais diversas aplicações. É de conhecimento científico outras formas do sulfato de cálcio na natureza, o desidratado (anidrita: $CaSO_4$) e, raramente, o semi-hidratado ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$).

A composição química média da gipsita apresenta 32,5% de CaO, 46,6% de SO_2 e 20,9% de H_2O . Embora os termos “gipso” e “gesso”, sejam usualmente empregados como sinônimos, a denominação gipsita é realmente a mais adequada ao mineral em estado natural, enquanto o termo gesso é o mais apropriado para designar o produto calcinado (SOBRINHO *et al*, 2001).

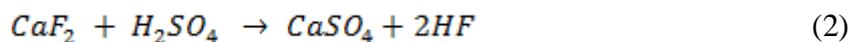
A gipsita possui uma baixa dureza, tem uma densidade de 2,35 g/cm³, índice de refração de 1,53, solúvel e cor variável dependendo das impurezas contidas nele. É um mineral de baixa resistência, acentuada quando ao recebimento de calor pela característica de rápida desidratação. Na sua forma mais pura, se apresenta branca e ocorre em camadas estratificadas de origem marinha.

As maiores reservas de gipsita no Brasil se encontram nos estados da Bahia, Pará e Pernambuco, com respectivamente 44%, 31% e 18%, concentrando cerca de 93% da totalidade da reserva brasileira.

O gesso pode ser obtido também como o subproduto da indústria de fertilizantes (gesso químico) pela solubilização de rochas fosfáticas por ácidos clorídrico, nítrico ou sulfúrico, conforme é apresentado na Equação 1, abaixo:



Ou ainda, na produção de ácido fluorídrico, como mostra a Equação 2:



3.2. Etapas do processo de produção

Para obtenção do gesso, a gipsita passa por diversos processos de beneficiamento até que possa ser usado como material de acabamento.

3.2.1. Extração

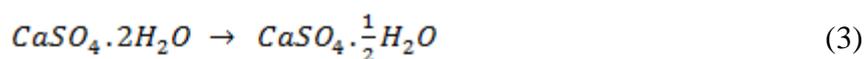
A extração da gipsita, se inicia na lavra subterrânea ou a céu aberto, com equipamentos de mineração convencional. O processo se apresenta ainda de forma rústica, com a utilização de explosivos à base de nitrato de amônia e óleo combustível.

3.2.2. Preparação

Após a extração do gipso, a rocha sedimentar passa por um processo de beneficiamento, através da moagem, em moinhos-martelo, ou da britagem, em britadores do tipo mandíbula. Posteriormente o processo de sedimentação é feito o peneiramento, para que o produto ofereça uma distribuição granulométrica uniforme, garantindo que a calcinação seja feita de forma homogênea. Em caso de grandes quantidades de impurezas o material deve ser descartado.

3.2.3. Calcinação

A calcinação é o método no qual o gipso é desidratado a temperaturas de 125°C à 180°C, perdendo certa porcentagem de água de sua composição e formando o gesso.



O processo de calcinação pode ser realizado em fornos sob pressão atmosférica ou em autoclaves. Quando as temperaturas são da ordem de 180°C a 250°C, a gipsita tende a perder todas as suas moléculas de água, formando o sulfato de cálcio anidro ($CaSO_4$), obtendo-se variedades de hemidratos conhecidos como gesso alfa e beta.

O gesso alfa é obtido por meio de calcinação em equipamentos fechados, o autoclave, por propiciarem uma maior pressão atmosférica. Esse tipo de gesso passa por uma modificação na estrutura cristalina, resultando em produto mais heterogêneo. Conseqüentemente, após a mistura com água obtém-se um produto com maior resistência mecânica e menor consistência, apresentando uma menor demanda de água para formação da pasta (MUNHOZ e RENOFIO, 2007).

O gesso alfa tem como principais características, a presença de cristais compactos, resistentes, regulares e de menor porosidade. Por isso, é 6 vezes mais caro que o gesso do tipo beta.

O gesso beta apresenta produto final com menor tempo de pega e menor resistência, por ter cristais mal formados e heterogêneos, resulta em um produto de forma irregular e natureza esponjosa de seus cristais. Esse tipo de gesso é adquirido em fornos sob pressões atmosféricas a temperaturas de 125°C à 160°C.

Entre os tipos desse gesso destacam-se os de fundição (tipo A) e os de revestimento manual (tipo B), sendo ambos produzidos no Brasil sem adição de aditivos químicos (BALTAR *et al*, 2004).

Quando o gesso é aquecido a temperaturas extremas de 700°C a 900°C, torna-se um produto inerte, sem emprego industrial. A partir de 900°C ocorre uma dissociação do sulfato de cálcio com formação do CaO livre.

3.2.4. Seleção do gesso empregado

No processo de seleção de gesso, o material deve atender todos os requisitos da Norma Brasileira para Gesso de Construção Civil (NBR – 13207/08), onde será classificado conforme o tempo de pega, pureza e granulometria.

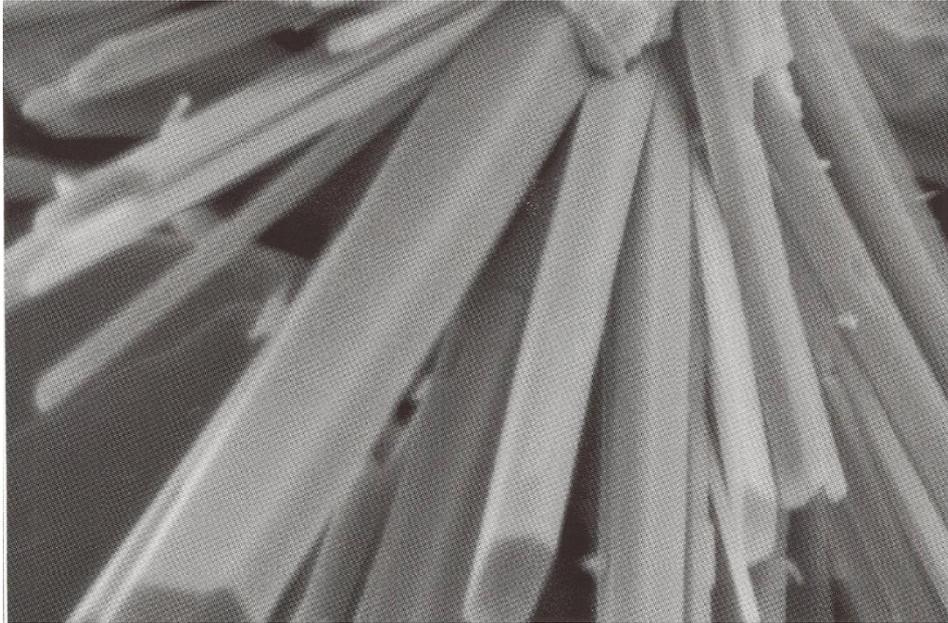
Dependendo da finalidade do emprego o gesso, poderá ser fino ou grosso seja ele para revestimento ou fundição, mas não poderá desrespeitar o tempo de pega mínimo presente na NBR – 12128 e nem o módulo de finura, presente na NBR – 12127.

3.3. Características funcionais do gesso

3.3.1. Hidratação

A hidratação é o processo pelo qual o gesso entra em contato com água transformando o anidro pó, em um dihidratado, por uma reação química exotérmica. O dihidratado é formado por cristais, que ascendem em formatos de agulhas entrelaçadas, que precipitam a partir de uma solução supersaturada. A baixa solubilidade do composto proporciona a cristalização antes da dissolução total do anidro.

FIGURA 04: Cristais de gesso em formato de agulhas devido à reação exotérmica.



FONTE: PERES *et al.*, (2008).

Na hidratação do gesso ocorre uma reação exotérmica, o calor liberado durante o processo de endurecimento. Do ponto de vista tecnológico, o calor de hidratação permite um controle rápido da qualidade e velocidade de reação do gesso (GOMES, 2005).

O gesso combinado com água forma uma pasta de boa homogeneidade, consistente e trabalhável. A quantidade de água é diretamente proporcional a trabalhabilidade da reação pasta, devido ao menor número de núcleos de cristalização de dihidrato por volume.

A quantidade de água necessária à reidratação do gesso é cerca de 16,0% do peso do pó, a depender do grau de desidratação (PERES *et al.*, 2008).

3.3.2. Trabalhabilidade

Trabalhabilidade é a propriedade pela qual o material pode ser preparado e aplicado em obra. No caso do gesso, vai do momento da aplicação de água para formação de uma pasta, até seu enrijecimento. O intervalo de tempo necessário para que o gesso adquira as propriedades mecânicas desejadas e o total endurecimento da pasta, transformação do estado pastoso para o sólido, é definido como pega.

O tempo de pega do gesso está na média de 30 minutos, mas depende da temperatura, da finura do material, da quantidade de água de amassamento, da presença de impurezas e de aditivos.

Segundo a NBR 12128, “o começo da pega” é o intervalo de tempo entre o contato gesso-água até o momento em que a agulha do aparelho VICAT não mais penetra mais de 1 mm do fundo do mesmo. Já o “fim da pega” é o tempo de contato gesso-água até que a agulha do aparelho VICAT não penetra mais na superfície.

3.3.3. Resistência mecânica

Comparado a outros materiais de construção civil, o gesso possui baixa resistência mecânica à compressão e alta suscetibilidade em ambientes úmidos, isso fez com que o gesso torna-se um material mais usado em acabamentos, revestimentos internos e decorações. A fraca resistência à abrasão é um dos pontos negativos do gesso, podendo sofrer perda de massa na superfície a depender as ações atuantes.

As propriedades mecânicas são diretamente proporcionais a razão água-gesso. No processo de mistura ela pode variar de 0,6 a 0,8 ou mais. Sua diminuição a um valor inferior resulta em dificuldades com a trabalhabilidade. Para razões maiores que 0,6, aumenta-se também a porosidade do produto final hidratado perdendo resistência mecânica (HERNÁNDEZ-OLIVARES *et al.*, 1998).

3.3.4. Isolamento térmico

De acordo com PERES *et al.* (2001), *apud* RODRIGUES (2008), o gesso possui um baixo coeficiente térmico. Esse coeficiente, que no caso específico do gesso varia com a umidade e com a densidade do material hidratado e seco, é da ordem de 0,25 a 0,50 w/m°C.

O gesso se tornou um material bastante utilizado para o controle ou amenização da temperatura, seja pela utilização no fôrro ou na alvenaria de fechamento. A condutibilidade térmica é muito fraca, da ordem de 0,40 cal/h/cm²/°C/cm, sendo 3 vezes menor que um tijolo comum.

Empregado em portas corta-fogo, pois quando aquecido a temperaturas superiores a 110°C, inicia-se o processo de desidratação, por uma reação endotérmica, e a água de cristalização presente nas moléculas é consumida pelo fogo estabilizando a temperatura, não permitindo a propagação do calor. Enquanto o gesso tiver água em sua composição, a sua temperatura não ultrapassa os 140°C.

3.3.5. Isolamento acústico

O desempenho acústico proveniente de elementos constituídos de gesso depende basicamente de sua capacidade de isolar, absorver ou descontinuar caminhos para a transmissão do som (pontes acústicas). A dissipação de energia sonora processa-se, principalmente, pelo atrito gerado pela passagem do ar através dos poros do material absorvente, o qual deve ser leve, poroso e de baixa densidade (CANUT, 2006).

Blocos de gesso apresentam elevado índice de redução sonora para principais frequências de percepção acústica detectável pelos homens, chegando-se a obter redução de até 38 decibéis para frequências entre 500 à 800 Hz para blocos maciços de 100 mm de espessura (SOUZA, 2009).

3.3.6. Hidroatividade

O gesso é hidroativo, propriedade responsável por absorver e liberar umidade dependendo das condições do ambiente, muito utilizado no interior das casas como “parede fria”, inibindo o surgimento de vapores de água, por condensação, comuns em paredes de alvenaria.

A propriedade pode ter seu valor diminuído dependendo da pintura ou acabamento utilizado sobre a superfície do gesso. Os piores resultados são encontrados em pinturas altamente permeáveis e, os melhores, em papel parede ou tecido (PERES *et al*, 2001).

3.3.7. Aderência

A aderência, aos mais diversificados substratos é alta chegando a uma tensão de arranchamento de 1,5 MPa, superiores a pastas convencionais, essa funcionalidade permitiu a expansão mundialmente. Quando aderido a superfícies metálicas, deve-se ter um cuidado especial, porque pode gerar um defeito físico-químico, por instabilidade, chegando a gerar corrosão no metal.

3.4. Normativas para o atual emprego do gesso

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) regulamenta a utilização do gesso para a construção civil pela norma NBR 13207/08.

A definição apresentada pela NBR 13207/08 para gesso de construção é: “material moído em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita, constituído predominantemente de

sulfato de cálcio, podendo conter aditivos controladores de tempo de pega”. Para a execução dessa norma é necessário consultar:

- NBR 12127/1991 Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas do pó;
- NBR 12128/1991 Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta;
- NBR 12129/1991 Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas;
- NBR 12130/1991 Gesso para construção – Determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico
- NBR 13867/1997 Revestimento interno de paredes e tetos com pastas de gesso – Materiais, preparo, aplicação e acabamento.

As tabelas a seguir apresentam as principais determinações, para um gesso de boa qualidade, normatizando quanto ao seu uso. A Tabela 02 apresenta as exigências químicas do gesso para a construção civil.

TABELA 02: Determinações químicas do gesso.

Determinações químicas	Limites (%)
Água Livre	máx. 1,3
Água de Cristalização	4,2 a 6,2
Óxido de cálcio (CaO)	mín. 38,0
Anidrido sulfúrico (S)	mín. 53,0

FONTE: NBR 13207/2008

A Tabela 03 apresenta as exigências físicas e mecânicas do gesso para a construção civil.

TABELA 03: Determinações físicas e mecânicas.

Determinações físicas e mecânicas	Unidade	Limites
Resistência à compressão (NBR 12129)	Mpa	>8,40
Dureza (NBR 12129)	N/mm ²	>30,00
Massa unitária (NBR 12127)	Kg/m ³	>700,00

FONTE: NBR 13207/2008

A Tabela 04 apresenta as exigências físicas do gesso para construção civil.

TABELA 04: Classificação dos tipos de gesso.

Classificação do gesso	Tempo de pega (min) (NBR 12128)		Módulo de finura
	Início	Fim	(NBR 12127)
Gesso fino para Revestimento	> 10	> 45	< 1,10
Gesso grosso para Revestimento	>10	> 45	> 1,10
Gesso fino para Fundição	4 - 10	20 - 45	< 1,10
Gesso grosso para Fundição	4 - 10	20 - 45	> 1,10

FONTE: NBR 13207/2008

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho realizado foi desenvolvido no Edifício D'Ouro Tambaú Club Residense, localizado na capital do estado da Paraíba, João Pessoa, no bairro de Tambaú. A cidade está situada na porção mais oriental das Américas e do Brasil, com longitude oeste de 34°47'30" e latitude sul de 7°09'28", sendo a 24ª mais populosa do país, cerca de 780 738 habitantes (IBGE, 2014). Atualmente, a capital, considerada umas das melhores em qualidade de vida, beleza e condições climáticas, vive um grande incremento na construção civil com investimentos estrangeiros, capital interno e federal, proporcionados por uma grande demanda.

O empreendimento em estudo está localizado a pouco mais de 500 metros da praia de Tambaú, com uma área de aproximadamente 3600 m². O prédio contém 30 andares, divididos da seguinte forma: 3 pavimentos garagem, 1 mezanino e 26 pavimentos tipo. O pavimento tipo é formado por 4 apartamentos, sendo dois de 117,28 m² e dois de 141,17m².

O apartamento escolhido para o estudo de caso é o maior, com 141,17 m². Dispõe de 4 suítes, 2 salas, varanda, cozinha, área de serviço e dependência de empregada, com banheiro, como pode-se verificar na Figura 05.

No estudo de caso foi avaliado dois tipos de revestimentos: em gesso projetado e da argamassa cimentícia manual, verificando qual se apresenta mais vantajoso à construtora. Procurou-se analisar o motivo pelo qual a construtora preferiu investir na utilização do gesso projetado como revestimento interno ao invés da argamassa cimentícia comumente empregada em outros empreendimentos. O processo foi avaliado em termos quantitativos, materiais, tempo e financeiros, o desempenho de duas diferentes equipes para realizar os revestimentos distintos e assim definir se realmente foi a melhor escolha.

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram:

- câmera fotográfica: utilizada para registrar as atividades executadas, auxiliando posteriormente na análise de dados e resultados;

- registro de atividades: onde era anotado as realizações dos trabalhos e informações mais relevantes. No apêndice deste trabalho, há um modelo da folha de observações usada na pesquisa.

Para a realização do estudo foram separados dois apartamentos idênticos e duas equipes distintas, sendo cada uma especialista no revestimento que iria aplicar. Não foi

exposto em nenhum momento, aos operários que eles estariam sendo avaliados, afim de preservar o máximo, o ritmo natural dos mesmos na execução de seus trabalhos.

Logo após a divisão das equipes, deu-se início à realização das atividades de revestimento, foi acompanhado periodicamente o desenvolver de cada atividade, avaliando desperdícios, quantidade de material usado, velocidade de execução e valor pelo trabalho realizado. Com os dados obtidos, foi realizado uma análise em forma de tabelas e dissertação para verificação de qual o melhor método a ser empregado.

5. PROJEÇÃO DE ARGAMASSA EM GESSO OU ARGAMASSA CIMENTÍCIA APLICADA MANUALMENTE: VIABILIDADE DOS PROCESSOS DE REVESTIMENTOS

5.1. Revestimento em gesso projetado

A necessidade por otimização de tempo e recursos, se faz necessário cada vez mais a utilização de máquinas na construção civil, e foi dessa forma que surgiu o revestimento em gesso projetado.

A projeção da pasta de gesso permite uma melhor compactação, por lançar o material de granulometria baixa, permite que os grãos se acomodem melhor no espaços, diminuindo os defeitos na interface entre a argamassa e a superfície. A constância de energia aplicado pelo lançamento do equipamento e a menor quantidade de ar presa na mistura, confere uma maior resistência, aderência e uniformidade ao revestimento.

A redução do material aplicado é outro ponto alto desse mecanismo, que substitui com apenas uma aplicação, as etapas dos sistemas comumente usados nas obras, ou seja, o chapisco, emboço, reboco e a massa corrida. Por ser executado apenas em uma aplicação e mecanizada propicia uma elevada produtividade, chegando a uma produção de até 200m² por dia, para uma equipe de 4 pessoas. Comparando com argamassas cimentícia o gesso projetado proporciona melhor acabamento, facilitando o serviço de pintura.

O gesso utilizado na projeção é composto de calcário, gesso em pó e aditivos. Os aditivos são responsáveis por determinarem o tempo de pega, a aderência ao substrato, a dureza e a resistência do revestimento.

5.2. Materiais utilizados no método de projeção em gesso

Para a execução do revestimento em gesso projetado são necessários alguns equipamentos, são eles:

- balde;
- facão;
- espátula;
- raspador;
- desempenadeira metálica;
- régua de seção H;
- trena;

- prumo;
- EPI's (luvas, capacete, máscara, e óculos);
- máquina projetora.

FOTO 01: Máquina de projeção.



FONTE: Próprio autor.

5.3. Processo de aplicação do revestimento em gesso projetado

5.3.1. Preparativos

Para se dar início ao revestimento em gesso projetado, deve-se finalizar a alvenaria, em prumo (verticalizada), esquadro (alinhada) e com o “aperto” executado junto à estrutura, as paredes não devem conter pregos, arames, pedaços de madeiras ou qualquer parte solta. A instalação elétrica necessária, pontos de luz, quadro de energia, tomadas e eletrodutos, todos esses devem ser protegidos com papel, para que não ocorra entupimento e danificação.

É de extrema importância que no local onde será feita a projeção tenha água disponível, de boa qualidade, e eletricidade para o funcionamento da máquina projetora. Deve-se verificar também o posicionamento dos contramarcos, onde haverá o recebimento das futuras esquadrias, não ocasionando um futuro retrabalho para a colocação dos mesmos.

5.3.2. Mestras e taliscas

Embora com todos os cuidados tomados no momento da execução da alvenaria, pode haver uma falta de regularização. Com o objetivo de manter uma conformidade em todo o revestimento, utilizam-se as mestras.

As mestras devem ser colocadas nos pontos de menor espessura para garantir a economia de material. As mestras podem ser pedaços ou lascas de blocos cerâmicos, onde se coloca pasta para aplicação na alvenaria.

FOTO 02: Colocação de taliscas



FONTE: Próprio autor.

Após o assentamento das mestras, dá-se o início a colocação das taliscas. Para facilitar e manter a qualidade do revestimento, o espaçamento das taliscas não deve ultrapassar a

distância horizontal de 1,80 m, ou na vertical, quanto menor a espaço entre elas, melhor para regularização da superfície por parte do operário.

Nas quinas de paredes são utilizadas as cantoneiras, colocadas no mesmo alinhamento das mestras, facilitando o processo de projeção, conferindo melhor acabamento e protegendo uma área suscetível a choques.

5.3.3. Execução do projetado

É aconselhável que a projeção só tenha início após 1 dia da execução das mestras e taliscas. A projeção deve ser realizada de cima para baixo, evitando sujeira e desperdício no pavimento.

A espessura da argamassa projetada deve ser a mesma das mestras, com o objetivo de preencher todos os vazios. A espessura da camada deve ser de no mínimo 0,5 cm e máximo de 2,0 cm. Depois, deve-se começar a “sarrafear” a massa de gesso com a régua de alumínio do tipo H. O sentido do sarrafeamento deve ser vertical, de baixo para cima, usando as taliscas como suporte para manter o nivelamento da parede base, tendo sempre cuidado para que o excedente não venha a cair no chão. A régua deve ser sempre mantida limpa, garantindo a planicidade da superfície.

A repetição da passagem da régua é o que garante que a superfície tenha boa qualidade para receber as próximas fases do processo.

5.3.4. Acabamento

O acabamento é iniciado meia-hora após o termino do processo de sarrafeamento, tempo necessário para a superfície estabilizar. O facão é utilizado para tirar qualquer ondulação que tenha permanecido em processos anteriores.

O acabamento final da superfície é dado por uma massa mais líquida, tipo uma goma, feita da própria pasta de gesso, a qual é aplicada por uma desempenadeira metálica com movimentos ondulados, para fechar os poros que restaram das últimas etapas e dar o aspecto liso. Após o revestimento secar, a superfície estará pronta para receber a pintura.

5.4. Revestimento de argamassa cimentícia

A argamassa cimentícia é amplamente usada como revestimento na construção civil. A facilidade de emprego, fabricação e aplicação fez com que esse tipo de revestimento fosse largamente difundido, de pequenas à grandes obras. Tem como função primordial proteger

vedações e a estrutura contra intemperes ou agentes agressivos, aumentando a durabilidade e reduzindo o custo das edificações.

A argamassa para revestimento é definida como “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento” (ABNT NBR 13529/1995).

Segundo PERREIRA (2007), define-se argamassa como um material constituído por duas frações, uma ativa, composta pelo aglomerantes, e outra, inerte, formada pelos agregados. Para a maioria das argamassas mistas de revestimento a fração ativa é composta por cimento e cal hidratada, onde se admite que o cimento seja responsável por uma grande parte da resistência mecânica e, a cal, pela sua capacidade de deformação. Já a fração inerte é composta por areia, que não participa das reações químicas de endurecimento.

De acordo com SABBATINI (1986), pode-se conceituar argamassa como um material complexo, constituído essencialmente de materiais inertes de baixa granulometria (agregados miúdos) e de uma pasta com propriedades aglomerantes, composta por minerais e água (materiais ativos), podendo ser composto, ainda, por produtos especiais, denominados aditivos.

A utilização da argamassa cimentícia constitui-se basicamente em três camadas:

- chapisco: é o procedimento de preparação de base, de espessura irregular, com finalidade de melhorar a base propiciando uma textura rugosa e com porosidade adequada ao desenvolvimento da aderência do revestimento de argamassa. Sem essa etapa, as futuras camadas podem não aderir as paredes e descolarem até cair;

- emboço: aplicado sobre o chapisco, o emboço também é conhecido como massa grossa, tem como principal função a regularização da superfície sobre a alvenaria. Apresenta em média uma espessura 15mm e 30mm, e revestimentos como cerâmicas e ladrilhos são aplicados sobre essa etapa;

- reboco: camada de acabamento dos revestimentos de argamassa, também conhecido como massa fina. É aplicado sobre o emboço, e sua espessura é apenas suficiente para constituir uma película contínua e íntegra sobre o emboço, com no máximo 5 mm de espessura. É essa etapa que garante a textura superficial final aos revestimentos de múltiplas camadas, sendo a pintura, em geral, aplicada diretamente sobre o mesmo. Logo, não deve apresentar fissura, principalmente em aplicações externas. Para isto, a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de acomodar deformações (SILVA, 2006).

FOTO 03: Parede após o processo de chapisco



FONTE: Próprio autor.

5.5. Materiais constituintes da argamassa cimentícia

Os materiais empregados na argamassa cimentícia, em estudo, são usualmente utilizados em obras, com produção nas mesmas, e são aplicados como revestimento externo e interno das edificações.

5.5.1. Cimento Portland

O cimento Portland possui propriedade aglomerante desenvolvida pela reação de seus constituintes com a água, logo é definido como um aglomerante hidráulico. O fator primordial ao seu emprego em argamassas está voltado para sua resistência mecânica. Também, pode-se ressaltar o fato de ser constituído por finas partículas, facilitando a retenção de água para a mistura e a plasticidade.

O cimento Portland é classificado quanto à suas características, em normas específicas, conforme apresentado na Tabela 05:

TABELA 05: Tipos de cimentos existentes

Denominação Específica	Sigla	Norma
Portland Comum	CP I	NBR - 5732
Portland Composto com Escória	CP II-E	NBR - 11578
Portland Composto com Pozolana	CP II-Z	NBR - 11578
Portland Composto com Fíler	CP II-F	NBR - 11578
Portland de Alto Forno	CP III	NBR - 5735
Portland Pozolânico	CP IV	NBR - 5736
Portland de alta resistência inicial	CP V-ARI	NBR - 5733

FONTE: Leão, 2010.

5.5.2. Cal

No revestimento cimentício, a cal age como aglomerante da mistura, influenciando na trabalhabilidade e na capacidade de absorver deformações, porém reduz propriedades como a resistência mecânica e aderência.

De acordo com RAGO E CINCOTTO (*apud* SILVA, 2006), a cal no estado fresco propicia maior plasticidade à argamassa, permitindo melhor trabalhabilidade e, conseqüentemente, maior produtividade na execução do revestimento.

5.5.3. Areia

Areia ou agregado miúdo é o constituinte de origem mineral utilizado em argamassas, com diâmetros de 0,06 a 2,0 mm. Dependendo da granulometria utilizada, influenciará no consumo de água de amassamento, reduzindo a resistência e causando maior retração por secagem na argamassa.

A curva granulométrica da areia tem influência direta no desempenho da argamassa, interferindo na trabalhabilidade e no consumo de água e aglomerantes, no estado fresco; no revestimento acabado, exerce influência na fissuração, na rugosidade, na permeabilidade e na resistência de aderência (ANGERLIM *et al.*, 2003).

Segundo MINEROPAR (*apud* SILVA, 2006), as principais funções desempenhadas pela areia na argamassa são:

- prover o aglomerante de um material de enchimento relativamente econômico;
- prover a pasta de partículas adaptadas para resistir às cargas aplicadas, ao desgaste mecânico e à percolação da intempérie;
- reduzir as variações de volume resultantes do processo de pega, endurecimento e variações de umidade na pasta de cimento, cal e água.

5.5.4. Água

A água tem como função conferir continuidade à mistura e permitir que ocorra as reações entre seus componentes. A água desse ser potável, de boa qualidade para que não afete quimicamente o produto final. As especificações da utilização de água para o amassamento da argamassa encontra-se na NBR NM 137.

5.6. Propriedades da argamassa cimentícia

5.6.1. Trabalhabilidade

A trabalhabilidade é considerada uma propriedade subjetiva, pois não existe uma norma que defina um padrão que venha a ser utilizado no revestimento de alvenaria. Pode-se considerar que existe uma boa trabalhabilidade quando a argamassa se espalha descomplicadamente sobre o substrato, adere à superfície e facilita o acabamento final (LEÃO, 2010).

Esta característica depende de vários fatores, desde a qualidade dos agregados e ligantes, até a quantidade de água utilizada em sua preparação. O aumento da dosagem no teor de finos, areia, cimento e água contribui diretamente para melhorar a trabalhabilidade, mas pode afetar outras características.

A argamassa é considerável trabalhável quando ela se distribui facilmente ao ser assentada, não gruda na ferramenta de aplicação, não desmembra no transporte, não endurece em contato com superfícies absorptivas e permanece plástica por tempo suficiente para que a operação seja completada (SABBATINI, 1984).

Avaliar a trabalhabilidade por meio de ensaios é uma tarefa difícil, visto que não depende apenas das características da argamassa, mas também da habilidade do pedreiro que está executando o serviço, do substrato e da técnica de aplicação (CASCUDO *et al.*, 2005).

5.6.2. Consistência

Propriedade pela qual a argamassa no estado fresco tende a resistir à deformação. A consistência é diretamente determinada pelo conteúdo de água, sendo influenciada pelos seguintes fatores: relação água/aglomerante, relação aglomerante/areia, granulometria da areia, natureza e qualidade do aglomerante (CINCOTTO *et al.*, 1995).

No Brasil, essa propriedade é avaliada na mesa de consistência (*flow table*) prescrita pela NBR 7215/1996 e realizado o ensaio de determinação do índice de consistência prescrito pela NBR 13276/1995.

Segundo BAUER *et al.*, (2005), existem equipamentos mais sofisticados que permitem uma avaliação mais completa do comportamento reológico das argamassas, fornecendo os parâmetros fundamentais (viscosidade e tensão de escoamento), mas não são frequentemente usados em laboratórios devido ao seu alto custo e dificuldades operacionais.

5.6.3. Coesão e tixotropia

A coesão é definida como uma característica pela qual mantém a argamassa e seus constituintes homogêneos, sem segregação, por intermédio das forças físicas de atração existentes entre as partículas sólidas da argamassa e as ligações químicas da pasta aglomerante. A utilização da cal, influência de forma significativa a consistência, estabilidade plástica e trabalhabilidade, por diminuir a tensão superficial da pasta aglomerante e a adesão ao agregado (CINCOTTO *et al.*, 1995).

A tixotropia é a propriedade na qual um material sofre transformações isotérmicas e reversíveis do estado sólido para o pastoso ou gel. Essa característica é importante para argamassas de assentamento de peças cerâmicas e argamassas de recuperação (SELMO, 1989).

5.6.4. Plasticidade

Propriedade na qual a argamassa em estado fresco deforma-se e mantém certas deformações após a redução das tensões a que estava submetida. A plasticidade e consistência, são as características que definem a trabalhabilidade, e são influenciadas essencialmente pelo teor de ar, natureza, o teor de aglomerantes e intensidade que é executada a mistura das argamassas (CINCOTTO *et al.*, 1995).

A plasticidade adequada vai de acordo com a necessidade de cada mistura, seja sua forma de aplicação ou finalidade, demanda uma quantidade ótima de água a qual significa uma consistência ótima, sendo esta função proporcional e da natureza dos materiais (CINCOTTO *et al.*, 1995).

5.6.5. Retenção de água

Capacidade que a argamassa tem de reter água de amassamento, dificultando a tendência de evaporação da mesma e de absorção por parte do suporte (LEÃO, 2010).

Segundo CINCOTTO *et al*, (1995), tem-se retenção como a propriedade pela qual a argamassa em estado fresco mantém sua consistência ou trabalhabilidade mesmo quando há solicitações para ocorrência de evaporação, sucção do substrato ou pela hidratação do cimento e da carbonatação da cal.

5.6.6. Adesão inicial

É a propriedade que determinará o comportamento futuro do conjunto substrato/revestimento quanto ao desempenho da aderência (CINCOTTO *et al.*, 1995).

Segundo ROSELIO (*apud* SILVA, 2006), a adesão inicial ao substrato, depende das características reológicas da pasta aglomerante, da baixa tensão superficial da pasta, sendo uma função inversa do consumo de aglomerantes, propiciando sua adesão física ao substrato.

5.6.7. Aderência

Aderência é definida como a capacidade que a interface substrato/revestimento possui de absorver tensões cisalhantes e tração, sem vir a romper (SABBATINI, 1984). Quanto maior for a aderência da argamassa ao revestimento, melhor ele desempenhará o papel de impermeabilização do revestimento.

Segundo TAHA e SHIRVE (*apud* SILVA, 2006), pode-se descrever o desenvolvimento da aderência das seguintes formas:

- aderência química: a resistência de aderência advém de forças covalentes ou forças de Van der Waals, desenvolvidas entre a unidade de alvenaria e os produtos da hidratação do cimento;

- aderência mecânica: formada pelo intertravamento mecânico dos produtos da hidratação do cimento, transferidos para a superfície dos poros dos blocos de alvenaria devido ao efeito da sucção ou absorção capilar.

5.6.8. Módulo de elasticidade

É a capacidade pela qual a argamassa cimentícia tem de suportar tensões sem se romper, sem apresentar fissuras prejudiciais e sem perder a aderência ao substrato. Em termos

gerais, é a propriedade que permite o revestimento deformar-se (BAÍÁ e SABBATINI, *apud* LEÃO 2010).

A elasticidade é a propriedade que determina a ocorrência de fissuras no revestimento, ou seja, influência diretamente no grau de aderência da argamassa com substrato e, conseqüentemente, sobre a estanqueidade da superfície e sua durabilidade (CINCOTTO *et al.*, 1995).

A elasticidade pode ser avaliada através do seu módulo, obtido através do método estático ou dinâmico. Quanto menor for o módulo, maior será a capacidade do revestimento de absorver deformações (LEÃO, 2010).

5.6.9. Resistência mecânica

É a propriedade pela qual as argamassas suportam as ações mecânicas de diferentes naturezas, devidas à abrasão superficial, ao impacto e à contração higroscópica (BAÍÁ e SABBATINI, *apud* LEÃO 2010).

5.7. Materiais do processo de revestimento

5.7.1. Materiais de composição da argamassa

- Cimento CP II-Z;
- cal CH-I;
- areia fina, média e grossa.

5.7.2. Material de uso da equipe

- Carro de mão;
- desempenadeira revestida;
- colher de pedreiro;
- linha de pedreiro;
- prumo;
- esquadro;
- nível de mão;
- régua de seção L;
- betoneira.

5.8. A desatualização da aplicação da argamassa cimentícia na construção civil e a crescente utilização do revestimento em gesso: vantagens e desvantagens

A utilização de máquinas para projeção de gesso na construção civil está diretamente ligada à necessidade de otimização do tempo de trabalho e redução de custos. A incessante busca por essa eficiência fez com que a aplicação desse revestimento interno de alvenarias de fechamento venha ganhando espaço no mercado.

De acordo com SABBATINI (1984), incrementar a produtividade operacional e evoluir tecnologicamente na construção civil são ações intrinsecamente dependentes para o desenvolvimento dos meios de produção, viabilizando os processos construtivos.

Diferentemente da argamassa cimentícia, o revestimento em gesso é aplicado em apenas uma etapa, apresenta significativo ganho de tempo, sendo aplicada a uma pressão constante do material sobre o substrato garante perfeita homogeneidade. Outro fator importante é o melhor acabamento superficial propiciando ótimo acabamento final, facilitando futuros processos como aplicação de selante e massa corrida.

O gesso vem se apresentando como alternativa de material de construção de diversificada e prática aplicação, rapidez na execução, isolamento térmico e acústico, resistência ao incêndio, baixo custo e principalmente boa qualidade (ROCHA, 2007).

Se compararmos o processo de revestimento de gesso projetado com argamassa cimentícia, apresentará vantagens e desvantagens, sendo elas:

Vantagens:

- é um bom isolante térmico, por ter uma baixa condutibilidade térmica;
- é um bom isolante acústico, por ter elevado coeficiente de absorção;
- elevada produtividade;
- ausência de retração por secagem;
- excelente acabamento superficial;
- material leve ($1,05 \text{ g/cm}^3$);
- rápida execução, a aplicação pode ser em apenas uma camada;
- proporciona ótimo acabamento.

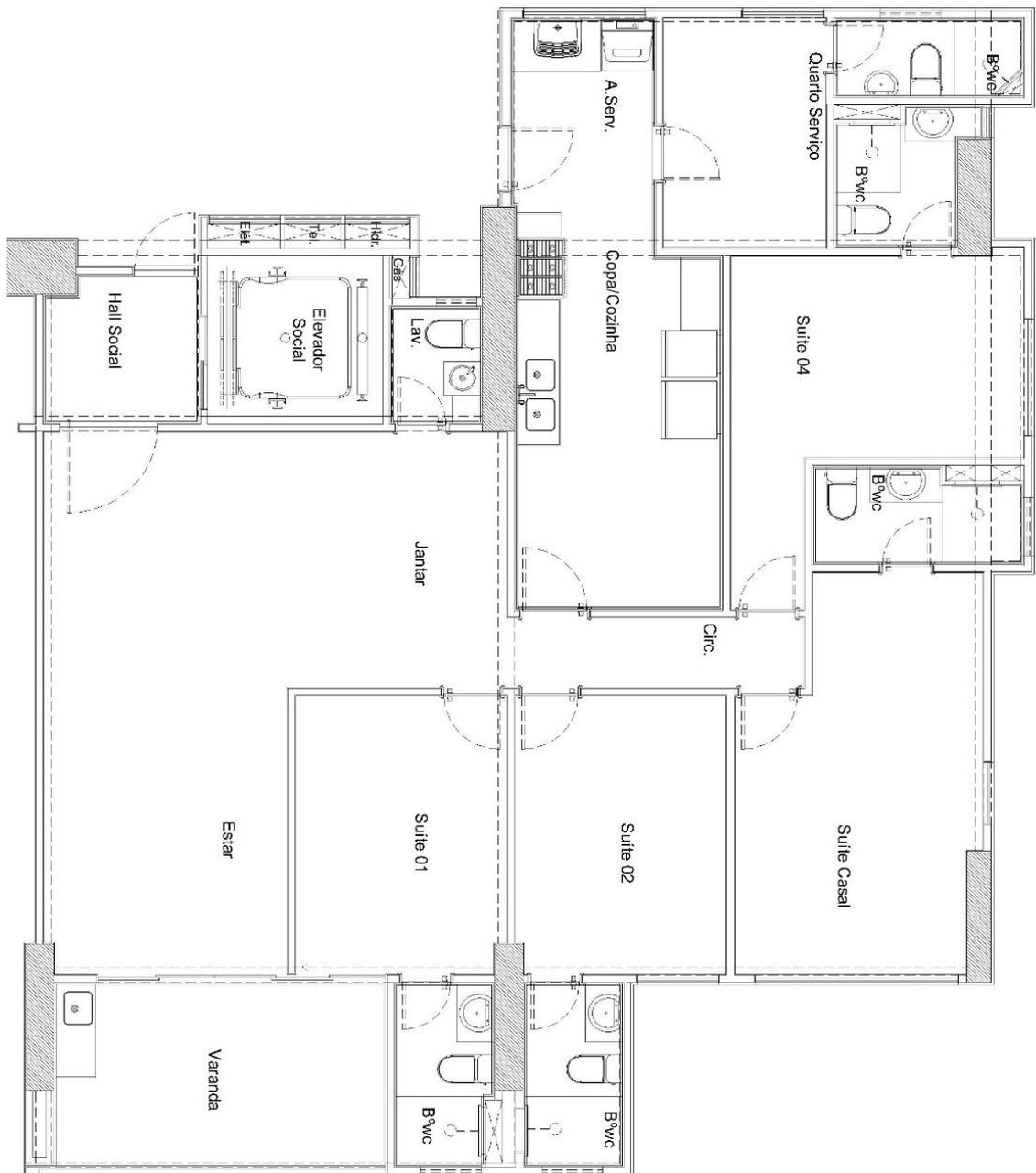
Desvantagens:

- baixa resistência quando em contato com a água;
- alto nível de corrosão, quando em contato com metais;
- os substratos mais suscetíveis a deformação;
- maior fragilidade a choques;
- pinturas a base de cimentos devem ser evitadas;
- elevada geração de entulhos.

6. ESTUDO DE CASO

6.1. Comparativo entre o emprego de revestimento: Gesso Projetado x Argamassa Cimentícia de Aplicação Manual

FIGURA 05: Planta baixa do apartamento em estudo.



FONTE: Projeto Arquitetônico D'Ouro Tambaú, Fábio Galisa

A Figura 05, representa a planta baixa em estudo de um apartamento de 141,17 m², composta por 4 suítes, cozinha, área de serviço, 2 salas, corredor, dependência de empregada, varanda, 5 banheiros e lavabo. Na Tabela 06 estão discriminadas as áreas das paredes onde é empregado o revestimento em gesso projetado ou argamassa cimentícia.

TABELA 06: Divisão dos cômodos e suas respectivas áreas

Ambiente	Área de revestimento em Gesso (m ²)
Sala de Estar e Jantar	83,20
Lavabo	13,88
Suíte 01	31,72
WC 01	18,72
Suíte 02	32,24
WC 02	18,72
Suíte 03	42,77
WC 03	20,74
Suíte 04	43,34
WC 04	14,97
Cozinha e Área de Serviço	52,98
Dependência de Empregada	26,00
WC Empregada	17,18
Corredor	16,97
Total:	433,47

FONTE: Próprio autor

Em alguns ambientes do apartamento apresentado existem vigas aparentes, estas também necessitam ser revestidas para receberem posteriores acabamentos e com intuito de manter o padrão do empreendimento. A Tabela 07, apresenta as áreas necessárias para também receber o revestimento.

TABELA 07: Áreas em vigas por ambiente.

Ambiente	Área de revestimento em Gesso (m ²)
Sala	9,09
Suítes	16,84
Cozinha	1,76
Total:	27,70

FONTE: Próprio autor

6.2. Gesso Projetado

6.2.1. Material

A projeção de argamassa em gesso vem se apresentado como grande diferencial na construção civil, e um dos motivos é seu baixo consumo de material. O insumo utilizado no estudo fornece uma alta trabalhabilidade, sendo em média de 40 kg (1 saco) de gesso para 3 m² de área de revestimento, para uma espessura máxima de 2,0 cm. O cuidado com desperdícios por parte da equipe de aplicação é de extrema importância e deve ser sempre fiscalizado pelo engenheiro.

TABELA 08: Consumo médio por área do apartamento.

Ambiente	Área de revestimento em Gesso (m ²)	Quantidade de sacos gesso (Unid.)
Sala de Estar e Jantar	83,20	27,73
Lavabo	13,88	4,62
Suíte 01	31,72	10,57
WC 01	18,72	6,24
Suíte 02	32,24	10,74
WC 02	18,72	6,24
Suíte 03	42,77	14,25
WC 03	20,74	6,91
Suíte 04	43,34	14,44
WC 04	14,97	4,99
Cozinha e Área de Serviço	52,98	17,66
Dependência de Empregada	26,00	8,66
WC Empregada	17,18	5,72
Corredor	16,97	5,65
Vigas	27,70	9,23
Total:	461,17	153,72

FONTE: Próprio autor

A Tabela 08 apresenta o consumo médio de sacos de gesso por ambiente do apartamento. Pouco material é desperdiçado nos processos iniciais, mas ao iniciar a projeção o desperdício começa a surgir, e na fase de sarrafeamento ele se torna mais evidente; devido ao seu rápido tempo de pega (endurecimento) do composto, inviabiliza seu reuso. No estudo, verificou-se uma perda de 10% no material colocado à disposição da equipe, logo a

quantidade total gasta de sacos de gesso no apartamento para projeção será de 169,09 unidades.

No processo de acabamento é utilizado uma argamassa especial para dar brilho e facilitar futuros processos, como a aplicação do selante e a pintura. É passada em 2 à 3 demãos nas paredes conferindo-lhe brilho e homogeneidade, possui alta rentabilidade, cerca de 25 m² por saco de 25 kg. Por ser um produto utilizado apenas na fase final do processo de acabamento seu desperdício é mínimo, sendo desconsiderado em cálculo. O gasto do material de acabamento por apartamento analisado é de 23,05 sacos, cada saco custa R\$ 19,25 então o custo com esse material é R\$ 443,71.

O material utilizado na projeção é adquirido em uma empresa no Pólo Gesseiro de Araripe, sendo de qualidade, boa trabalhabilidade e ótima pureza. O custo do saco fornecido a construtora é de R\$ 13,21. Este valor não está incluso o frete tendo em vista que o mesmo está sempre sujeito a mudanças pela variação do preço do combustível, rota escolhida ou número de entregas. A tabela 09, quantifica o custo monetário por ambiente referente à quantidade de gesso utilizado.

TABELA 09: Custo pago por cada ambiente em relação a quantidade de sacos de gesso.

Ambiente	Quantidade de sacos gesso (Unid.)	Custo (R\$)
Sala de Estar e Jantar	27,73	R\$ 366,36
Lavabo	4,62	R\$ 61,14
Suíte 01	10,57	R\$ 139,67
WC 01	6,24	R\$ 82,43
Suíte 02	10,74	R\$ 141,96
WC 02	6,24	R\$ 82,43
Suíte 03	14,25	R\$ 188,33
WC 03	6,91	R\$ 91,36
Suíte 04	14,44	R\$ 190,85
WC 04	4,99	R\$ 65,94
Cozinha e Área de Serviço	17,66	R\$ 233,32
Dependência de Empregada	8,66	R\$ 114,49
WC Empregada	5,72	R\$ 75,68
Corredor	5,65	R\$ 74,75
Vigas	9,23	R\$ 121,99
Desperdício	15,37	R\$ 203,07
Total:	169,09	R\$ 2.233,77

FONTE: Próprio autor

6.2.2. Desempenho da equipe

O presente estudo acompanhou uma equipe de 5 pessoas, composta da seguinte forma:

- 1 gesseiro responsável pelo projeção;
- 1 gesseiro no sarrafeamento;
- 2 gesseiros para o acabamento;
- 1 ajudante para serviços gerais.

Após a divisão da equipe, o trabalho se inicia da seguinte forma: no primeiro dia após as equipes de alvenaria e instalações darem o aval de que apartamento poderá receber o revestimento em gesso, inicia-se o processo de colocação das mestras e taliscas no apartamento tendo cuidado para que seja respeitada a mesma espessura de revestimento em todos os ambientes. Essa etapa demora em média um dia, devido também ao cuidado com o prumo (alinhamento) da alvenaria e que os espaçamentos das taliscas não ultrapassassem 1,8 m de comprimento, favorecendo futuramente o processo de regularização. É importante ressaltar que todo material que venha a ser utilizado já esteja disposto no pavimento, minimizando a perda de tempo na locomoção dos mesmos.

FOTO 04: Utilização de cantoneiras.



Fonte: Próprio autor

No dia seguinte começa a projeção, a equipe produz em média 90 m² por dia, desde que não haja contratempos como a falta de água ou de energia. A máquina utilizada deve sempre ser mantida limpa afim de evitar entupimento e o projetor fica responsável por tais cuidados.

No terceiro dia, segundo de projeção já pode-se iniciar os acabamentos em vigas e paredes, a utilização de “cantoneiras” facilita muito o processo de acabamento, agilizando o momento da execução do capiaço nas vigas e cantos de parede, elas também são importantes contra eventuais choques por manter a integridade do acabamento.

Nas áreas molhadas não se deve dar o acabamento, porque nesses locais é comum o uso de revestimento cerâmico, sendo apropriado que essas paredes permaneçam com as ranhuras da passagem da régua, facilitando e garantindo o assentamento cerâmico.

FOTO 05: Apartamento pronto após o revestimento em gesso.



Fonte: Próprio autor

No sexto dia de trabalho o apartamento já está todo projetado e vem recebendo os últimos retoques de acabamentos em paredes, vigas e pilares. A projeção gera grande

quantidade de resíduo, assim como o gesso manual, então a limpeza deve ser realizada diariamente para que não haja acúmulos. No final do sétimo dia, o apartamento se encontra pronto e poderá receber as próximas etapas do processo construtivo, como a colocação de fôrro, aplicação do selante e pintura.

6.2.3. Custo operacional da equipe

Este tipo de processo de revestimento em gesso requer qualificação, não sendo qualquer gesseiro que opera uma máquina de projeção, ou muito menos, sabe trabalhar com o gesso que ela produz, logo a mão-de-obra é mais cara do que comparada com o processo manual.

O valor pago a equipe por m² projetado é 6,00 reais, já incluso o processo de colocação das mestras e taliscas. O acabamento custa 4,00 reais o m². Nas quinas das vigas e paredes onde não é possível a colocação de cantoneiras, deve ser feito o capiaço manual o qual custa 4,00 reais o metro linear, este último apenas realizado por gesseiros manuais. A Tabela 10, apresenta o custo do trabalho pago a equipe pela projeção e acabamento.

TABELA 10: Valor por m² de projeção e acabamento.

Ambiente	Área de revestimento em Gesso (m ²)	Valor da Projeção (R\$)	Valor de Acabamento (R\$)
Sala de Estar e Jantar	83,20	499,20	332,80
Lavabo	13,88	83,30	55,53
Suíte 01	31,72	190,32	126,88
WC 01	18,72	112,32	74,88
Suíte 02	32,24	193,44	128,96
WC 02	18,72	112,32	74,88
Suíte 03	42,77	256,62	171,08
WC 03	20,74	124,48	82,99
Suíte 04	43,34	260,05	173,36
WC 04	14,97	89,85	59,90
Cozinha e A.S.	52,98	317,92	211,95
Dep. de Empregada	26,00	156,00	104,00
WC Empregada	17,18	103,11	68,74
Corredor	16,97	101,85	67,90
Vigas	27,70	166,21	110,81
Total:	461,17	R\$ 2.767,04	R\$ 1.844,69

FONTE: Próprio autor

A Tabela 11 apresenta os locais específicos onde é necessário fazer o capiaço e o seu devido custo.

TABELA 11: Valor por metro linear de capiaço do gesso.

Ambiente	Capiaço (m/l)	Custo (R\$)
Quina de paredes	31,2	124,8
Vigas	55,290	221,16
Total	86,49	345,96

FONTE: Próprio autor

O custo total pago pela mão-de-obra para realização de todo esse processo é R\$ 4.957,69. Tomando como base que essa mesma equipe trabalhe 23 dias úteis por mês, conseguirá produzir 3 apartamentos iguais a este mensalmente, ao valor total de R\$ 14.873,07 por seus serviços.

6.2.4. Custo Total

Avaliando todo o custo necessário para o desenvolvimento do trabalho de revestimento em gesso projetado, chega-se ao montante de R\$ 7.635,17. É válido salientar que nesse valor não está incluso o preço das ferramentas manuais, a máquina de projeção e dos encargos sociais pagos à equipe.

6.3. Argamassa cimentícia

6.3.1. Material

A argamassa cimentícia é um material convencionalmente utilizado em obras, variando em “traço” a depender de sua finalidade e forma de execução. No caso em estudo, esse tipo de revestimento foi formado na proporção 1:2:8, cimento, areia média e cal para o emboço e 1:4 de cal e areia fina, para o reboco. No caso do chapisco, camada primária, a proporção foi 1:3 de cimento e areia grossa, respectivamente.

De acordo com o Apêndice 2, o traço de chapisco tem capacidade de preparar 10m² de área há uma espessura de 5 mm. O recebimento do emboço só é liberado após no mínimo 1 dia, para não ocasionar problemas futuros como fissuração e deslocamento, por se tratarem de proporções diferentes. Considerando a área de revestimento apresentada na Tabela 08,

tem-se na Tabela 12 os devidos consumos para cimento e areia, no chapisco considerando um desperdício de 10%:

TABELA 12: Quantitativo do material utilizado na etapa de chapisco.

Área de Chapisco (m ²)	Quantidade de Cimento (sacos)	Quantidade de Areia Grossa (kg)
461,173	15,18	3225,75

FONTE: Próprio autor

No caso do emboço e reboco a quantidade de material usado é muito superior, a espessura de 2,0 cm, a área de revestimento cai para 3 m². O desperdício nessas duas fases também tem relevante aumento, considerando o momento que a argamassa sai da betoneira, o seu transporte, aplicação sobre o chapisco e desempenho para lhe conferir o desejado acabamento, ultrapassa os 10% do material.

As Tabelas 13 e 14 apresentam as quantidades de insumos necessárias para o apartamento tido como pronto, após receber as fases de emboço e reboco, já acrescidas da taxa de desperdício:

TABELA 13: Material utilizado na etapa de emboço.

Área de Revestimento (m ²)	Quantidade de Cimento (sacos - 50 kg)	Quantidade de Cal CH-I (sacos - 20kg)	Quantidade de Areia Média (kg)
461,173	21,912	155,21	10956

FONTE: Próprio autor

TABELA 14: Material utilizado na etapa de reboco.

Área de Chapisco (m ²)	Quantidade de Cal (sacos - 20kg)	Quantidade de Areia Fina (kg)
461,173	43,01	2833,6

FONTE: Próprio autor

O material empregado no revestimento de argamassa cimentícia é adquirido junto à COOPERCON – PB. O custo do cimento é R\$ 19,23 o saco de 50 kg, a cal R\$ 11,00 o saco de 20 kg, areia fina é R\$ 27,00 o m³ e a areia média ou grossa R\$ 29,00 o m³.

As Tabelas 15, 16 e 17 quantificam o valor monetário para cada processo com argamassa cimentícia. O valor total gasto em insumo é R\$ 3.386,98.

TABELA 15: Custo do chapisco.

Custo para o Chapisco			
Cimento		Areia Grossa	
R\$	291,91	R\$	93,53

FONTE: Próprio autor

TABELA 16: Custo para o emboço.

Custo para o Emboço			
Cimento		Cal	Areia Média
R\$	421,33	R\$	1.707,31
		R\$	317,72

FONTE: Próprio autor

Tabela 17: Custo para o reboco.

Custo para o Reboco			
Cal		Areia Fina	
R\$	473,11	R\$	82,07

FONTE: Próprio autor

6.3.2. Desempenho da equipe

Para esse tipo de revestimento, a equipe era composta por 4 pessoas, sendo dividida da seguinte forma:

- 2 pedreiros, responsável por todo o processo de revestimento;
- 1 pedreiro, a mais para a fase de reboco;
- 1 ajudante para serviços gerais.

Assim como no processo de revestimento em gesso o apartamento precisa estar “pronto”, com a alvenaria feita e as instalações elétricas, hidráulicas e gás em seus devidos lugares. O trabalho da equipe se inicia com a colocação das mestras para garantir planicidade, logo após vem o chapisco. Por não precisar de uma linearidade e ter função apenas de melhorar a aderência à área a ser revestida, o chapisco tem alta taxa de aplicabilidade e em um 1 dia e meio todo o apartamento estava totalmente chapiscado.

Para garantir que o apartamento não venha a ter futuros problemas, o processo de emboço só se iniciou 1 dia após o termino do chapisco, ou seja, no 3º dia da contagem do processo. Cada pedreiro conseguiu produzir uma média de 20 m² por dia, garantindo sempre que o material estivesse à sua disposição. Apenas no 14º dia, o trabalho de emboço foi

finalizado. A demora é devida à grande quantidade de quinas, encontros de paredes e vigas aparentes.

No 15º dia de trabalho foi iniciado a fase de reboco e por escolha da equipe de engenharia do prédio foi disponibilizado mais um pedreiro, com intuito de acelerar o processo. Apenas no 20º dia de trabalho o apartamento estava pronto para receber o selante, forro e posteriormente a pintura.

6.3.3. Custo operacional da equipe

Qualquer pedreiro é qualificado para fazer esse tipo de processo, mas cabe à equipe de engenharia e ao mestre de obra garantir que seja realizado com qualidade e com menor desperdício. A equipe é paga por m² produzido, independentemente do número de dias que levaram para realizar o trabalho, os valores são os seguintes:

- m² de chapisco: R\$ 1,00
- m² de emboço: R\$ 4,50
- m² de reboco: R\$ 5,00
- O capiaço é pago por metro linear: R\$ 3,00

A Tabela 18 apresenta as áreas do apartamento em estudo que receberam o revestimento e quantifica o valor de cada processo.

TABELA 18: Valor por m² de revestimento em argamassa cimentícia.

Ambiente	Área de revest. em Argamassa (m ²)	Valor da Chapisco (R\$)	Valor de Emboço (R\$)	Valor de Reboco (R\$)
Sala: Estar e Jantar	83,20	83,20	374,40	416,00
Lavabo	13,88	13,88	62,478	69,42
Suíte 01	31,72	31,72	142,74	158,60
WC 01	18,72	18,72	84,24	93,60
Suíte 02	32,24	32,24	145,08	161,20
WC 02	18,72	18,72	84,24	93,60
Suíte 03	42,77	42,77	192,46	213,85
WC 03	20,74	20,74	93,36	103,74
Suíte 04	43,34	43,34	195,03	216,71
WC 04	14,97	14,97	67,39	74,88
Cozinha e A.S.	52,98	52,98	238,44	264,94
Dep. Empregada	26,00	26,00	117,00	130,00
WC Empregada	17,18	17,18	77,33	85,93
Corredor	16,97	16,97	76,39	84,88
Vigas	27,70	27,70	124,66	138,51
Total:	461,17	R\$ 461,17	R\$ 2.075,28	R\$ 2.305,87

FONTE: Próprio autor

A Tabela 19, apresenta o pago pelo capiaço do apartamento. O custo total pago a equipe pelo trabalho desempenhado é R\$ 5.101,79.

TABELA 19: Valor do metro linear de capiaço em argamassa cimentícia.

Ambiente	Capiaço (m/l)	Custo (R\$)
Quina de paredes	31,20	93,60
Vigas	55,290	165,87
Total	86,49	R\$ 259,47

FONTE: Próprio autor

6.3.4. Custo Total

Calculando os insumos necessários e a mão-de-obra, o valor total para o revestimento em argamassa cimentícia do apartamento em estudo é R\$ 8.488,77. É importante destacar que o valor da mão-de-obra varia de empresa para empresa, assim como o do material.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo avaliar a relação custo-benefício da substituição do tradicional revestimento em argamassa cimentícia de aplicação manual, pelo revestimento em gesso projetado, com utilização de equipamento mecanizada.

Analisou-se também as características do gesso com material de revestimento, justificando o porquê ele vem sendo tão amplamente empregado na construção civil, seja como blocos de vedação, placas de fôrro, drywall ou o revestimento de alvenaria em si.

Através dessa pesquisa foi possível fazer uma análise econômica direta dos resultados no que se diz respeito à redução de custos de mão-de-obra, consumo de materiais e velocidade de execução. Pode-se concluir que o emprego do gesso projetado tem seus prós e contras na obra em que foi analisada.

O sistema de projeção de gesso apresentou um ganho de produtividade sobre o sistema de manual. O apartamento em estudo é executado e se encontra pronto em apenas 7 dias com esse método, já no convencional a demanda de tempo é bem maior, 20 dias no total, sendo quase três vezes mais lento. Em relação ao valor pago pela mão-de-obra o gesso é R\$ 144,10 mais barato, porém necessita de uma equipe mais qualificada com certa experiência no manejo do equipamento, sendo assim, mais complicada de encontrar e montar uma boa equipe. Por outro lado, é mais fácil formar uma equipe para a argamassa cimentícia e que poderá ser utilizada em trabalhos futuros como aplicação de reboco na fachada ou elevação de alvenaria de vedação.

Com relação ao material, o revestimento em gesso projetado também se sobressai por ser composto apenas por uma matéria-prima e aplicado outro produto apenas para conferir um melhor aspecto ao acabamento, apresentando um custo total de R\$ 2.677,48. O revestimento tradicional de argamassa cimentícia tem como base três insumos: a areia, o cimento e a cal, sendo aplicado em três demãos apresenta um custo 26% maior, totalizando um valor de R\$ 3.386,98. Vale salientar que o desperdício no segundo método também é maior, por fatores como o transporte da betoneira até o apartamento, já que no primeiro a argamassa é preparada no próprio local, desde que, tenha energia e água disponível.

Portanto, pode-se concluir neste trabalho que a substituição do tradicional revestimento de argamassa cimentícia pelo gesso projetado no caso em estudo foi totalmente viável e com ganhos significativos no tempo total da obra. A viabilidade do processo produtivo faz com que a mecanização seja cada vez mais empregada em grandes obras

sempre com o intuito de aumentar a produtividade, diminuindo o número de processos e necessitando cada vez mais de uma mão-de-obra qualificada.

8. BIBLIOGRAFIA

ABREU, S.F. **Recursos Minerais do Brasil**. Ed. Universidade de São Paulo. 1973.

ANGERLIN, R.R.; ANGELIM, S.S.M.; CARASEK, H.. **Influência da distribuição granulométrica da areia do comportamento dos revestimentos de argamassa**. Gn: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, V., 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2003.

BAÍA, L.L.M. e SABBATINI, F.H. (2004) **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. O nome de Rosa, São Paulo. 2004.

BALTAR, C.A.M.; BASTO; F.F. e BORGES, L.E.P. **Variedades mineralógicas e processos utilizados na produção dos diferentes tipos de gesso**. Gn. Encontro Nacional de tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa Anais. Florianópolis, 2004.

BAUER, L.A.F. **Materiais de Construção. 5 ed.** Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2001.

CANUT, M.M.C. **Estudo da viabilidade do uso do resíduo fosfogesso como material de construção**. 2006. Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006. 154p.

CINCOTTO, M.A., SILVA, M.A.C., CASCUCO, H.C.; **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. São Paulo; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. Boletim técnico nº 68.

COSTA, J.E.B. **Análise comparativa entre as propriedades do gesso obtido de rejeito da Produção de sal e gessos comerciais, 2013**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013. 79p.

CUNHA. P.W.S., **Estudo sobre as Potencialidades de Compostos à base de Gesso e fibras de coco seco para aplicação na construção civil, 2012**. Tese (Doutorado) - Universidade do Rio Grande do Norte, Natal, 2012, 120p.

DANA, J.D. **Manual de Mineralogia**. U1. Rio de Janeiro: Livro técnico, 1969, 624p

HERNÁNDEZ-OLIVARES, F.; BOLLATI, M.R./ Rio, M. Del; PARGA-LANDA, B. Development of work-gypsum composites for building applications. **Construction and building materials**, v.13, p. 179-186, 1999.

LEÃO, M.J.A.; **Argamassas de investimentos com incorporação de revestimento industriais**, Relatório de Estágio, Lisboa. Portugal, 2010, 141p.

LUZ, A.B.; LINS, F.F. **Rochas e Minerais Industriais** - CETEM - MCT - Centro de tecnologia Mineral - Ministério da Ciência e tecnologia, Rio de Janeiro, 2005.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR. Plano Diretor de Mineração para a região Metropolitana de Curitiba. Curitiba. 2004, 299p.

MONTEIRO, C.M.O.L.; **Influência da gipsita na eflorescência em telhas cerâmicas.** 2009. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009, 112p.

MUNHOZ, F.C.; PEMOFIO, A. **Uso da gipsita na construção civil e adequação para a P + L.** - XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Paraná, Foz do Iguaçu, 2007.

PERES, L. BENCHOUR, M.; SANTOS. W. A. dos. **O gesso: produção e utilização na construção civil.** Sebrae. Recife/PE, 2008. 118p.

PERREIRA, C.H.A.F.; **Contribuição ao estudo da fissuração, da retração e do mecanismo de deslocamento do revestimento à base de argamassa.** 2007. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília - DF, Brasília, 2007. 217p.

RAGO F.; CINCOTTO, M.A. **Influência do tipo da cal hidratada no reologia de pasta (1999).** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999, São Paulo, Boletim técnico nº233.

RAMOS, M.C. **O gesso na escultura Contemporânea: A história e as técnicas.** 2011, Dissertação (Mestrado), Universidade de Lisboa - Faculdade de Belas Artes, Lisboa, 2011, 135p.

ROCHA, L.A.G. **O gesso na indústria da construção civil: considerações econômicas sobre a utilização de Blocos de Gesso.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. 91p.

RODRIGUES, C.C. **Desenvolvimento de uma sistema construtivo modular com blocos de gesso.** 2008. Dissertação (Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008. 83p.

ROSELIO, M.T.V.; **Morteiros de cimento para albanileira.** Madri: Instituto Eduardo Torroja, 1976. 55p.

SABBATINI, F.H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária.** 1984. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984, 298p.

SELMO, S.M.S. **Dosagem de argamassa de cimento portland e cal para revestimento externo de fachadas dos edifícios, 1989.** Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 1989, 277p.

SINDUSGESSO (Brasal (ORG.) - **Sindusgesso** - Sindicato das Indústrias de Extração e Beneficiamento de Gipsita, Calcários, Derivados de Gesso e Minerais Não-Metálicos do Estado de Pernambuco. Disponível em: < <http://www.sindusgesso.org.br> >. Acesso em: 17 de Fevereiro 2015.

SILVA, N.G.; **Argamassa de revestimento de Cimento, cal e Areia Britada de rocha Calcária, 2006.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006, 120p.

SOBRINHO, A.C.P.L., et al. **Balanço Mineral Brasileiro.** Gipsita. (2001)

SOUZA. A.C.A.G. **Análise Comparativa de Custos de Alternativas tecnológicas para Construção de Habitações Populares. 2009.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009. 180p.

TAHA, M.M.R.; SHRIVE, M.G. **The use of pozzolans to improve bond and strength.** Gn: CANADAIN MASONRY SYMPOSIUM, 9º, 2001, Fredwicon: University of New Brunswick, 2001.

WÜST, R.A.J. ; SCHLÜCHTER, C. **The origen of suluble salts in mocks of the thebes mountains, egypt: tje damage potential to acident Egyptian wall art,** Jornal of archeological science, v.27, p. 1161-1172, 2000.

APÊNDICE 02

Cálculo do consumo de material para revestimento de argamassa cimentícia:

Área total de revestimento: **461,173m²**

- Chapisco: Traço 1:3; Espessura: 5mm

O volume de chapisco para 461,173m², há uma espessura de 5mm: 461,173m² X 0,005m:
2,30m³

Cimento: o volume do material, considerando 1 parte do traço, será: 0,575 m³

Quantidade de cimento: considerando o peso específico de 1200kg/m³: 690 kg

Sendo, cada saco de cimento com 50 kg teremos um total de 13,8 sacos!

Areia Grossa: o volume do material, considerando 3 partes do traço, será: 1,725m³

Quantidade de areia grossa, considerando o peso específico de 1700kg/m³: 2932,5 kg

- Emboço: traço 1:2:8; Espessura: 20 mm

O volume de emboço para 461,173m², há uma espessura de 20mm: 461,173m² X 0,02m:
9,22m³

Cimento: o volume do material, considerando 1 parte do traço, será: 0,83m³

Quantidade de cimento: considerando o peso específico de 1200kg/m³: 996 kg

Sendo, cada saco de cimento com 50 kg teremos um total de 19,92 sacos!

Cal: o volume do material, considerando 2 partes do traço, será: 1,66m³

Quantidade de cal: considerando o peso específico de 1700kg/m³: 2822 kg

Sendo, cada saco de cal com 20kg, teremos um total de 141,10 sacos!

Areia Média: o volume do material, considerando 8 partes do traço, será: 6,64m³

Quantidade de areia média: considerando o peso específico de 1500kg/m³: 9960 kg

- Reboco: Traço 1:4; Espessura: 5mm

O volume de reboco para 461,173m², há uma espessura de 5mm: 461,173m² X 0,005mm:
2,30m³

Cal: o volume de material, considerando 1 parte do traço, será: 0,46m³

Quantidade de cal: considerando o peso específico 1700kg/m³: 782kg

Sendo, cada saco de cal 20kg, teremos um total de 39,1 sacos!

Areia Fina: o volume de do material, considerando 4 partes do traço, será: 1,84m³

Quantidade de areia fina: considerando o peso específico de 1400kg/m³: 2576kg

Observação: para cada m² de argamassa produzido foi utilizado em média 350 litros de água!