

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Qualidade na construção civil – Indicadores de qualidade e
produtividade – O gesso acartonado**

Fernando de Toledo Paganelli

TCC-EP-21-2007

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Qualidade na construção civil – Indicadores de qualidade e
produtividade – O gesso acartonado**

Fernando de Toledo Paganelli

TCC-EP-21-2007

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): *Prof^ª. Elaine Aparecida Merenda, Ms.*

**Maringá - Paraná
2007**

Fernando de Toledo Paganelli

**Qualidade na Construção Civil – Indicadores de Qualidade e
Produtividade – O Gesso Acartonado**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^a.Ms. Elaine Aparecida Merenda
Departamento de Engenharia Civil, CTC

Prof^a). Dra. Márcia M. Altimari Samed
Departamento de Informática, CTC

Maringá, outubro de 2007

RESUMO

A medição de indicadores de qualidade e produtividade tem sido apontada como uma questão fundamental para a Gestão da Qualidade. Os indicadores fornecem aos gerentes informações necessárias ao processo de tomada de decisões e ações de melhoria da qualidade e produtividade da empresa. O setor da construção civil, pouco habituado à prática da medição, encontra-se extremamente carente de dados que possam fornecer aos gerentes as informações quanto ao desempenho atual de suas empresas e quanto às ações a tomar para melhoria da qualidade e produtividade de seu processo produtivo. Este trabalho tem por objetivo mostrar a importância dos Sistemas de Qualidade e Produtividade para a construção civil, mostrando ser viável a medição pelas empresas, fornecendo informações quanto ao seu desempenho, auxiliando-as no aperfeiçoamento de seus processos. Para este trabalho foi tomado o gesso acartonado como item de medida.

Palavras-chave: Qualidade, Indicadores de desempenho, Gesso acartonado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3 DESENVOLVIMENTO.....	5
3.1 ABORDAGENS SISTÊMICA PARA A TOMADA DE DECISÕES.....	5
3.2 O PROCESSO DE MEDIÇÃO COMO APOIO A TOMADA DE DECISÃO.....	5
3.3 MEDIDAS DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES.....	5
3.3.1 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS NÍVEIS DE AGREGAÇÃO.....	6
3.3.2 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A REFERÊNCIA.....	6
3.3.3 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A FINALIDADE DA INFORMAÇÃO.....	6
3.4 GERAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE.....	7
3.4.1 SELEÇÃO DOS INDICADORES.....	9
3.4.2 IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES.....	9
3.4.3 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO.....	Erro! Indicador não definido.
3.4.4 FOCO EXCESSIVO NA EFICIÊNCIA.....	10
3.5 QUALIDADE NO PROJETO.....	11
3.6 QUALIDADE NA AQUISIÇÃO.....	11
3.6.1 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS.....	12
3.6.2 CONTROLE DA QUALIDADE DE RECEBIMENTO.....	13
3.6.3 QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES.....	13
3.7 O GESSO ACARTONADO.....	14
3.7.1 PERFIS METÁLICOS.....	16
3.7.1.1 COMPONENTES PARA FIXAÇÃO.....	17
3.7.2 MATERIAIS PARA ISOLAMENTO TERMO-A CÚSTICO.....	18
3.7.3 MASSA PARA REJUNTE E FITAS DE REFORÇO.....	20
3.7.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS.....	22
3.7.4.1 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS PARA AUXILIAR NO POSICIONAMENTO DAS CHAPAS DURANTE A EXECUÇÃO.....	23
3.7.5 ACABAMENTO.....	24
3.8 CARACTERÍSTICAS MAIS IMPORTANTES DO DRY WALL.....	25
4 ESTUDO DE CASO.....	27
5 CONCLUSÃO.....	36
GLOSSÁRIO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Parede de gesso acartonado.....	25
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Comparativo <i>dry wall</i> x alvenaria convencional	16
TABELA 2: Guias e montantes	17
TABELA 3: Comparação entre lã de vidro e lã de rocha	18
TABELA 4: Características da lã de vidro fornecida no Brasil	19
TABELA 5: Características da lã de rocha fornecida no Brasil	20
TABELA 6: Tempo de secagem da massa para rejuntamento	21
TABELA 7: Características das placas de gesso acartonado	28
TABELA 8: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa ST nos dois lados	28
TABELA 9: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa ST e placa RU	29
TABELA 10: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa RU nos dois lados	30
TABELA 11: Alvenaria convencional	31
TABELA 12: Chapisco para alvenaria	32
TABELA 13: Emboço de parede	33
TABELA 14: Finalidade dos indicadores segundo a opinião da empresa	34
TABELA 15: Áreas de ações para melhoria do desempenho	34
TABELA 16: Utilização dos indicadores segundo a opinião da empresa.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

AISI *American Iron and Steel Institute*

INTRODUÇÃO

O movimento, em nível mundial, pela melhoria da qualidade tem tido reflexos no setor da construção civil, levando as empresas a um questionamento do seu processo produtivo e a adoção de estratégias para racionalização, visando à melhoria de desempenho frente a um mercado cada vez mais competitivo.

Observa-se no setor da construção de edificações algumas experiências na implantação de programas de racionalização, eliminação de desperdícios, melhoria de qualidade e produtividade, caracterizando-se por uma maior integração dos elementos do processo de produção, principalmente o humano, atuando nas diversas fases do processo produtivo, não somente na fase de produção.

As empresas do setor apresentam diferentes níveis de comprometimento com a qualidade. O (1991) identifica três níveis de comprometimento das empresas com a qualidade. No primeiro se encontram as empresas preocupadas com a qualidade de produtos produzidos e com sua sobrevivência a curto prazo. A direção não está preocupada em otimizar seus processos, mas em entregar o produto ao cliente (atender ao cliente). Nestas empresas encontram-se grandes volumes de sucata e retrabalho.

No segundo nível, mais evoluído que o anterior, encontram-se as empresas já preocupadas com as perdas no processo produtivo, descobrindo na racionalização de seus procedimentos produtivos, uma vantagem competitiva de atuação no mercado.

No último estágio de comprometimento, encontram-se as empresas totalmente envolvidas na busca de eliminação dos desperdícios e na satisfação do cliente.

A grande maioria das empresas da construção civil, principalmente as de pequeno porte, enquadram-se no primeiro estágio. No entanto, há uma tendência de evolução e é crescente o número de empresas que têm passado para o segundo nível ou encontram-se em fase de transição.

Observa-se, no entanto, que as decisões e priorização de ações dentro dos Programas de Melhoria da Qualidade nas pequenas empresas não seguem uma abordagem sistêmica,

baseada em dados e fatos, mas seguem a intuição e bom senso da direção e gerência das empresas.

Os esforços de implantação de melhorias nas empresas, de uma forma geral, relacionam-se a diferentes áreas estratégicas. Observa-se, no entanto, que as decisões e priorização de ações dentro dos Programas de Melhoria da Qualidade nas pequenas empresas não seguem uma abordagem sistêmica, baseada em dados e fatos, conforme enfatizado nas teorias gerenciais da qualidade, mas seguem a intuição e bom senso da direção e gerência das empresas. Estas ações tendem a ser pontuais e buscam a melhoria da qualidade através da solução de problemas assumidos como críticos do processo produtivo, caracterizando-se por buscar resultados a curto prazo e focadas, essencialmente, ao nível operacional.

A carência de dados e informações que possam orientar a tomada de decisões apresenta-se como uma das dificuldades que as empresas da construção civil têm enfrentado no desenvolvimento de programas de melhoria. O desconhecimento e a falta de experiência de diretores, gerentes e demais funcionários das empresas de construção civil para a coleta, processamento e avaliação de dados pode justificar esse quadro.

REVISÃO DA LITERATURA

A implantação de programas de melhoria pode ser diferente para cada empresa segundo a cultura, o tipo de produto, o processo produtivo, o estilo gerencial, a estrutura organizacional, etc.

Segundo Campos (1992). no TQC (Controle da qualidade total) controlar ou gerenciar uma organização significa detectar os resultados não desejados, analisar estes resultados buscando suas causas e atuar sobre elas de tal modo a melhorar os resultados.

O método de controle utilizado no TQC é o PDCA que tem como elemento fundamental a existência e utilização dos itens de controle. O método é utilizado para manutenção e melhoria dos resultados. Quando utilizado na melhoria dos resultados o planejamento consta do estabelecimento de um novo padrão.

Na lógica da Qualidade Total, como a meta é a satisfação total das necessidades dos clientes, todos os resultados do processo devem ser avaliados, gerando uma grande quantidade de itens a serem monitorados.

Early (1991), aborda o uso das medições como instrumento para a solução de problemas e como direcionador das ações de melhoria da qualidade, propondo diretrizes para o desenvolvimento de medidas apropriadas a organização.

Em resumo, sugere a geração de indicadores relacionados às medidas da satisfação do cliente externo a um nível mais global. Também sugere um segundo nível de indicadores relacionados aos processos e que medem a satisfação dos clientes de um processo específico.

Sink e Tuttle (1993), baseados em suas experiências com desenvolvimentos de sistemas de medição, afirmam que o grande obstáculo à implantação das medições de desempenho está no comportamento dos gerentes. Segundo esses autores a maior parte dos gerentes, senão todos, preferem agir baseado na intuição, impulso, experiência a trabalhar para melhorar seus sistemas de informação.

Bendel (1993) afirma que as medições devem ser vistas como parte integrante de um programa de qualidade, devendo a seleção de medidas fazer parte das responsabilidades gerenciais e serem usadas por todas as pessoas na empresa para tomadas de decisões.

A medição é o processo que envolve a decisão quanto ao que medir, como coletar, processar e avaliar os dados e, através de sua incorporação às atividades da empresa, é que se obtêm os dados e fatos necessários à tomada de decisão.

Neste contexto, os indicadores de qualidade e produtividade, tornam-se ferramentas imprescindíveis para a Gestão da Qualidade: Sem indicadores não há Gestão e, sem Gestão, não há qualidade (PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE, 1991).

Scholtes (1992) afirma que para assegurar o desenvolvimento e a implementação do sistema de gestão da qualidade da empresa, há necessidade de se constituir equipes de trabalho denominadas Times da Qualidade. É função do Time da Qualidade identificar as falhas que diminuem a qualidade e a produtividade de um determinado processo e, depois, propor ações corretivas para eliminar esses bloqueios, a fim de melhorar o desempenho e, gradativamente, evitar os erros.

Após essa etapa, o Time da Qualidade deve elaborar procedimentos padronizados para o processo em análise, treinar os envolvidos nesse processo e acompanhar implantação desses procedimentos, implementando as ações corretivas necessárias.

Walker (1984) coloca que habilidades gerenciais na construção civil foram adquiridas, principalmente, através de experiência e justificativa que tal comportamento é responsável pela não incorporação da abordagem sistêmica ao gerenciamento da construção.

Fruet e Formoso (1993) em um estudo realizado com o objetivo de desenvolver uma metodologia de implantação da gestão da qualidade em micro e pequenas empresas da construção, verificaram uma resistência por parte dos profissionais da construção civil no uso de Ferramentas da Qualidade utilizados para coletas de dados e fatos. Tal fato vem indicar que o uso de dados e fatos, como uma ferramenta para solução de problemas parece distanciar-se demasiadamente do setor, absolutamente carente de dados.

DESENVOLVIMENTO

3.1 ABORDAGEM SISTÊMICA PARA A TOMADA DE DECISÕES

Diversos autores enfatizam a tomada de decisões baseadas em dados e fatos [BENDELL (1993), JURAN (1992), dentre outros]. Contudo, muitos gerentes preferem tomar decisões baseados em intuição, experiência e bom senso. Conforme os problemas que se apresentem, estes parâmetros podem ser adequados, mas a decisão é tomada sob condições de grande incerteza e risco.

A tomada de decisão é o núcleo da responsabilidade gerencial. As decisões são tomadas em resposta a algum problema a ser resolvido, a alguma necessidade a ser satisfeita ou a algum objetivo a ser alcançado. Deve-se estabelecer objetivos, identificar problemas e estabelecer critérios para julgamento. Através disso, ver quais alternativas são viáveis e as conseqüências de cada uma delas. Finalmente, selecionar a melhor ação – uma que solucione o problema JURAN (1992).

3.2 O PROCESSO DE MEDIÇÃO COMO APOIO A TOMADA DE DECISÃO

A Gestão da Qualidade enfatiza a importância de dados e fatos para avaliação e melhoria do desempenho, requerendo a retroalimentação adequada de informações, uma vez que a integração de processos de medição aos sistemas gerenciais é imprescindível à tomada de decisões.

Apesar de sua evidente importância, a utilização efetiva das medições para melhoria do desempenho é bastante recente. Somente nesta década e, principalmente, com a crescente preocupação com a melhoria da qualidade, observa-se o maior número de estudos e experiências em diferentes empresas e setores da economia para o desenvolvimento e implantação de Medidas de Desempenho e, mais especificamente, de Indicadores de Qualidade e Produtividade.

3.3 MEDIDAS DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Embora as medições sejam pouco utilizadas na prática de construção de edificações, diversos estudos têm sido realizados, levantando dados e gerando informações sobre o desempenho do

setor. Analisando-se estes estudos quanto aos seus objetivos e as informações fornecidas é possível relacionar medidas de desempenho às estratégias empresariais ou setoriais e aos critérios de desempenho do setor.

Farah (1993) aponta que a literatura específica sobre o setor é bastante recente, datando a maior parte dos estudos do final dos anos 70 e da década de 80. Observa-se que esses estudos iniciam com a fase de desaceleração da economia e foram desenvolvidos a fim de poderem ser utilizados, por um lado pelo Estado, como base para definição de políticas e planos para enfrentar o problema habitacional e, por outro lado, pelo próprio setor como subsídio a definição de estratégias de atuação.

A qualidade, como fator de competitividade, tem despertado nas empresas e entidades do setor a preocupação com a avaliação do seu desempenho e a obtenção de informações que as auxiliem no processo de aperfeiçoamento da qualidade e produtividade.

3.3.1 Classificação segundo os níveis de agregação

Segundo Tironi (1991), os níveis de setorização dos indicadores de qualidade são determinados em função do processo ou do produto e dos níveis de controle e avaliação existentes ou que se julgue necessário. Assim, conforme as necessidades de informação da empresa e a sua estrutura de organização e decisão, as medidas de desempenho podem estar agregadas de diferentes maneiras.

Juran (1992) relaciona os níveis de agregação das medidas de desempenho aos três níveis hierárquicos de responsabilidade gerencial: estratégico, tático e operacional.

3.3.2- Classificação segundo a referência

Serão utilizadas as medidas do “processo”, que possibilitam a previsão e resolução dos problemas, permitindo que as pessoas sejam capazes de intervir nos processos para melhorá-los e controlá-los. A referência do indicador pode ser utilizada para estabelecer a diferença entre indicadores de qualidade e produtividade.

3.3.3 Classificação segundo a Finalidade da Informação

Pode-se classificar as medições em quatro tipos, segundo a finalidade de informação que fornecem:

- a) Visibilidade: utilizadas para diagnóstico, buscando identificar pontos fortes e fracos ou disfunções para propor ações de melhoria;
- b) Controle: visam controlar a variação do desempenho em relação a padrões de comportamento previamente estabelecidos, permitindo, caso necessário, ações corretivas;
- c) Melhoria: feitas para identificar oportunidades de melhoria ou verificar o impacto dos planos de ação sobre o desempenho do processo ou da organização. Mostram o desempenho em relação às metas estabelecidas.
- d) Motivação: podem ser utilizadas de forma bastante eficaz no envolvimento e motivação das pessoas para a melhoria contínua, dando aos indivíduos um retorno quanto ao seu próprio desempenho e do processo pelo qual são responsáveis.

3.4 GERAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Os indicadores consistem de expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes. A medição e avaliação referem-se à identificação dos dados e informações e ao estabelecimento, de critérios, especificações ou valores para comparação entre os resultados obtidos e padrões ou metas definidas. Dessa forma, os indicadores constituem-se em instrumentos de apoio a tomada de decisão com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto.

Quando um indicador representa um resultado atingido em determinado processo ou características dos produtos finais resultantes, este se constitui num indicador de desempenho, pois refere-se ao comportamento, do processo ou produto em relação a determinadas variáveis.

Os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores de qualidade e indicadores de produtividade.

Os indicadores de qualidade são os que medem o desempenho de um produto ou serviço, relativo às necessidades dos clientes externos ou internos.

Os indicadores de produtividade são os que medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos.

Tanto os indicadores de produtividade quanto os indicadores de qualidade geram ações de correção ou melhoria no processo. No entanto, a ação resultante da avaliação que um indicador de qualidade proporciona pode ser uma ação sobre o produto – alterações de características de projeto, por exemplo.

Os indicadores de desempenho também podem ser classificados quanto à abrangência e agregação dos dados utilizados para sua elaboração, resultando em indicadores globais e específicos.

Os indicadores de desempenho global de uma empresa demonstram o grau de competitividade da mesma, posicionando-a em relação ao conjunto de seu setor e aos competidores diretos. Esses indicadores são utilizados para as decisões relativas ao planejamento estratégico da empresa. São exemplos de indicadores de desempenho global de uma empresa: números de unidades produzidas/número de unidades vendidas num determinado período de tempo; lucro líquido/funcionário; receita gerada/horas trabalhadas.

Os indicadores de desempenho específico fornecem informações sobre processos ou sobre estratégias e práticas gerenciais dos mesmos, de forma individualizada, orientando a tomada de decisões sobre características dos processos em termos operacionais ou gerenciais. São exemplos de indicadores específicos:

- a) operacionais: espessura média de revestimento; produtividade da mão-de-obra por serviço; relação entre consumo estimado e consumo efetivo.
- b) gerenciais: taxa de frequência de acidentes; número de alterações de projeto; porcentagem de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares; índice de rotatividade da mão-de-obra.

A implantação de programas de melhoria pode ser diferente para cada empresa segundo a cultura, o tipo de produto, o processo produtivo, o estilo gerencial, a estrutura organizacional, etc. Consequentemente, os sistemas de medição, tenderão a ser diferentes para cada situação específica.

3.4.1 Seleção dos indicadores

Para que possa ser feita a seleção dos indicadores, deve-se definir a finalidade para qual se deseja executar a medição do desempenho e, principalmente, os critérios de desempenho.

Esta definição depende da empresa ou processo para o qual estão sendo desenvolvidas as medidas e requer a definição operacional dos critérios de desempenho. O objetivo é transformar conceitos, muitas vezes subjetivos, em características mensuráveis do produto ou processo que permitam avaliar e melhorar o desempenho da organização.

A primeira etapa para seleção dos indicadores é identificar os aspectos essenciais ou críticos para melhoria do desempenho.

Outra abordagem é trabalhar a empresa como um todo e ir decompondo-a em processos menores, identificando dentro de cada processo, problemas ou resultados indesejados para a melhoria do desempenho e determinando suas causas.

A segunda etapa é selecionar os indicadores que atendam ao requisito de representatividade, segundo o qual o indicador deve ser escolhido ou formulado de forma que possa representar satisfatoriamente os resultados ou atividades a que se refere.

Os indicadores selecionados devem passar por uma fase de validação. A validação dos indicadores implica na sua divulgação para os usuários da informação ou pessoas envolvidas no processo possibilitando que opinem sobre os indicadores selecionados, dando *feedback* para melhoria das medidas.

3.4.2 Implantação dos indicadores

A implantação da medição deve ser adequadamente planejada a fim de atingir seus objetivos, isto é, melhorar o desempenho da empresa.

A etapa inicial do processo de medição é a coleta de dados. Nesta etapa devem ser identificadas as necessidades de dados, as fontes, procedimentos de coleta, os métodos de armazenagem e recuperação dos dados e mesmo a necessidade do desenvolvimento de novos procedimentos para coleta dos dados.

A segunda etapa, denominada processamento, implica na seleção e exame de técnicas, ferramentas e métodos para a conversão dos dados em informações. Nesta etapa deve-se

considerar o armazenamento, processamento, recuperação e representação da informação, determinando-se os procedimentos a adotar em termos de quem vê as informações, em que formato, com que frequência, etc.

A última etapa do processo de medição refere-se à avaliação das informações. Deve-se determinar critérios de avaliação que serão utilizados, tendo em vista a finalidade da informação. Assim deve-se definir *benchmarks*, padrões de comportamento, metas ou quaisquer outros parâmetros em relação aos quais os resultados serão avaliados e as decisões tomadas.

3.4.3 Medição de desempenho

Bandeira (1997) afirma que medir o desempenho, de fato, somente se justifica quando existe o objetivo de aperfeiçoá-lo.

Numa empresa, a medida de desempenho é parte constituinte de diversas atividades, provendo de informações sobre o desempenho para diversos fins. Algumas finalidades são:

- a) identificar problemas e oportunidades,
- b) diagnosticar problemas,
- c) melhorar o controle e planejamento,
- d) identificar quando e onde a ação é necessária.

Para Nauri (1998), a medição de desempenho permite ainda oferecer uma visão, tanto vertical como horizontal do desempenho organizacional. A visão vertical refere-se à gestão dos recursos da organização e a visão horizontal, à gestão de resultados.

3.4.4 Foco excessivo na eficiência

Focar no processo produtivo foi, por muito tempo, uma das estratégias que possibilitava a manutenção da vantagem competitiva num ambiente estável e comprador, onde a dimensão custo representava o vetor de sucesso. Porém, esse panorama mudou drasticamente, forçando as organizações a buscarem novas formas de competir num mercado turbulento e ofertante. O atendimento de novos requisitos como rapidez de entrega, confiabilidade, segurança de operação, disponibilidade de produtos personalizados, entre outros, torna-se então, pontos a

serem perseguidos pelas empresas. O cenário atual exige que a eficácia, medida do quanto o esforço organizacional atende às expectativas dos clientes, seja ponderada com a questão da eficiência, no direcionamento dos planos de ações.

Segundo Richardson e Gordon (1980), a produtividade é uma medida da eficiência, mas não é um indicativo de eficácia, a qual pode ser mais importante para o sucesso do negócio.

3.5 QUALIDADE NO PROJETO

As soluções adotadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo da construção e na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente.

Melhado (1994) discute aprofundadamente a questão da qualidade do projeto na construção e faz aplicação prática ao caso de empresas de incorporação e construção. É na etapa do projeto que acontece a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos e das condições de exposição a que está submetido o edifício na sua fase de uso. A qualidade da solução do projeto determinará a qualidade do produto e, conseqüentemente, condicionará o grau de satisfação dos usuários finais.

Um outro aspecto relativo à qualidade no projeto refere-se à qualidade da descrição da solução ou da apresentação do projeto, resultante da clareza e precisão do projeto executivo, dos memoriais de cálculo e dimensionamento e das especificações técnicas. Para assegurar a qualidade da solução do projeto e a qualidade da descrição do mesmo, é necessário controlar a qualidade do seu processo de elaboração.

3.6 QUALIDADE NA AQUISIÇÃO

Os materiais são os principais insumos da construção, respondendo por parte significativa dos custos globais, e têm forte impacto sobre a qualidade do produto final. A qualidade na aquisição tem caráter multifuncional, envolvendo diversos setores da empresa construtora como projeto, compras, obras e outros e deve permitir o trabalho integrado desses setores de forma a garantir a satisfação dos clientes em relação à qualidade dos materiais adquiridos.

O material adquirido e entregue na obra passa pelo controle de recebimento, do qual resultam os registros da qualidade. Tais registros e a avaliação da obra, em relação ao prazo de entrega e ao desempenho do material durante sua aplicação, prestam-se a retroalimentação do sistema.

Dessa forma as especificações podem ser aperfeiçoadas e o cadastro de fornecedores pode ser constantemente atualizado.

Num primeiro momento a implantação dessa sistemática pode se mostrar onerosa, principalmente devido à necessidade de inspeção para realizar o controle da qualidade de recebimento. Nessa fase é importante racionalizar o controle, prevendo apenas a verificação das características consideradas essenciais e de simples avaliação.

Entretanto, com o passar do tempo, a tendência é o estabelecimento de especificações cada vez mais precisas e a detecção, no mercado, de fornecedores melhor preparados, permitindo o fortalecimento das relações fornecedor-construtora. Isso se refletirá em acordos mais fluidos em relação a preços, prazos de entrega e garantia da qualidade, diminuindo a necessidade de inspeções mais detalhadas para controle de recebimento.

3.6.1 Especificações de materiais

A existência de especificações claras com requisitos definidos e documentados permite a livre comunicação entre compradores e fornecedores, reduzindo os eventuais desentendimentos. Além disso, as especificações de materiais permitem uma comparação objetiva entre fornecedores diferentes de materiais similares, o que conduz a um cadastro de fornecedores qualificados, fundamentado não só no preço ou no prazo de entrega, mas também na conformidade dos produtos às normas.

Grande parte dos materiais de construção é regulamentada por especificações publicadas pela ABNT. São As normas do tipo EB – Especificação Brasileira.

Tais normas podem ser utilizadas diretamente pelas empresas do setor da construção civil desde a fase de projeto, até a compra de materiais e o seu recebimento nos canteiros de obras. Nesses casos o trabalho de especificação consiste em adquirir a norma pertinente, treinar o pessoal envolvido em seu uso e colocá-la em prática.

Uma outra opção é a empresa criar suas próprias especificações de materiais. Diversos fatores podem levar a essa decisão: algumas normas são muito detalhadas para o uso rotineiro na empresa, outras especificam os produtos por meio de características difíceis de serem verificadas na obra ou exigem avaliações sofisticadas e onerosas em produtos que a empresa pode não considerar essenciais; por outro lado, outras normas podem ser simples, porém muito extensas ou mesmo genéricas, e não se prestarem à finalidade que a empresa deseja.

As especificações internas da empresa devem ser sucintas, objetivas e claras, abordando principalmente as características julgadas importantes para o uso e desempenho do material durante a execução da obra e após a entrega ao cliente.

3.6.2 Controle da qualidade de recebimento

Segundo Souza *et al* (1995) elaboração de especificações discriminando as características e os limites de tolerância que os materiais devem cumprir é condição necessária, porém não suficiente para garantir a qualidade na aquisição.

Também é preciso verificar se o material entregue na obra está realmente de acordo com o pedido de compra que se baseia na especificação e retroalimentar o sistema de forma a permitir o aperfeiçoamento contínuo. Portanto, é fundamental realizar na obra o controle da qualidade de recebimento.

3.6.3 Qualificação de fornecedores

O cadastro de fornecedores qualificados deve ser elaborado gradualmente para os materiais priorizados, com base no preço, pontualidade na entrega, conformidade do produto e especificações (qualidade de conformidade) e outros itens de análise que a empresa julgar pertinentes para cada produto em questão.

Os fornecedores de cada material devem ser classificados de forma objetiva, estabelecendo-se um critério de pontuação para cada item de análise.

Dispondo-se de material na área de informática, o cadastro pode ser informatizado, o que permite trabalhar com critérios mais amplos de pontuação e classificação.

Recomenda-se a elaboração de uma Planilha de Qualificação de Fornecedores, a ser aplicada nas várias obras da empresa e que retroalimenta o setor de suprimentos com informações sobre a qualidade dos fornecedores, a partir da avaliação dos lotes de materiais recebidos nas obras.

3.7 O GESSO ACARTONADO

As placas de gesso acartonado substituem alvenarias e argamassas de revestimento em uma única operação, permitindo a fácil instalação dos dutos de água, energia e dados. O sistema consiste, basicamente, em uma estrutura interna que suporta painel de gesso, formando paredes mais ou menos espessas que podem, inclusive, ser curvas. Assim, aplicam-se às divisórias ou acabamentos internos.

Por ser leve, reduz de 10% a 15% as fundações e estruturas, sua execução é mais rápida, diminuindo a mão-de-obra e a quantidade de sobras e entulhos é menor, eliminando quebras e desperdício de materiais. Além disso, o sistema possibilita a modificação de layout dando flexibilidade ao projeto e, em alguns casos, proporciona o aumento de área útil, uma vez que as paredes podem ser mais finas. Some-se a isso o ganho financeiro com a redução do tempo de obra (KNAUF, s.d.).

As placas de gesso acartonado possuem bordas rebaixadas para execução das juntas, e podem ser de três tipos, de acordo com a utilização a qual se destinam:

- a) Normais: (padrão ou *standard*), para paredes sem exigência específica;
- b) Resistentes à umidade: tratadas com produtos hidrofugantes, como o silicone;
- c) Resistentes ao fogo: possuem aditivos para retardar a liberação de água da chapa, evitando o colapso da peça.

Espessuras, larguras e resistências podem ser ajustadas de acordo com o projeto. Pode-se aumentar o número de placas, elevando a resistência mecânica e ao fogo e melhorando a isolamento acústica.

Independente da largura, espessura ou do tipo de chapa de gesso a ser utilizada, pode-se dividir a montagem da divisória em seis etapas básicas:

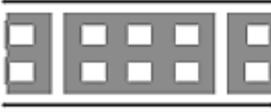
- a) Locação e fixação das guias;
- b) Colocação dos montantes;
- c) Fechamento da primeira fase da divisória;
- d) Fechamento da segunda fase da divisória;

- e) Tratamento das juntas;
- f) Acabamento final.

O nível de proteção acústica proporcionado por paredes, forros e revestimentos em *drywall* é muito superior ao da alvenaria tradicional. As paredes mais simples construídas segundo essa tecnologia, utilizando estrutura com perfis de 48 mm e uma chapa com 12,5 mm de cada lado, perfazendo cerca de 75 mm de espessura, já oferecem isolamento equivalente ao de uma parede de tijolos maciços com 90 mm de espessura, ou seja, cerca de 35 a 37 dB. Se essa parede em *drywall* contiver em seu interior lã mineral, esse isolamento sobe de forma expressiva para 42 a 44 dB (Tabela 1).

Paredes com maior espessura e utilizando mais de uma chapa de cada lado apresentam desempenho acústico muito superior, com isolamento superando os 62 dB. As mesmas qualidades de proteção acústica podem ser obtidas no revestimento interno de paredes externas de qualquer tipo de edifício. Essa qualidade tem sido aproveitada em especial na recuperação e revitalização de espaços como fábricas e depósitos antigos transformados em restaurantes, danceterias, shopping centers, etc (KNAUF, s.d.). Na Tabela 1, mostra-se um comparativo entre o sistema de construção a seco e a alvenaria convencional.

Tabela 1 : Comparativo Dry Wall x Alvenaria convencional.

Sistemas de construção a seco				Alvenaria convencional		
Chapas de gesso	Isolamento acústico		Peso	Alvenaria convencional	Isolamento acústico	Peso
	SLV	CLV				
W111 (12,5+70+12,5) = 95 mm	35 - 37 dB (A)	42 - 44 dB (A)	23 - 25 kg/m ²	Tijolo maciço (15+60+15) = 90 mm 	Estimado 36 - 38 dB (A)	155 - 165 kg/m ³
W112 (12,5+12,5+70+12,5+12,5) = 120 mm	44 - 46 dB (A)	50 - 52 dB (A)	41 - 43 kg/m ²	Tijolo "balano" - 6 furos (15+90+15) = 120 mm 	Estimado 35 - 38 dB (A)	155 - 165 kg/m ³
W 115 (12,5+12,5+48+48+12,5+12,5) = 146 mm		> 62 dB (A)	44 - 46 kg/m ²	Tijolo "balano" - 6 furos (15+160+15) = 190 mm 	Estimado 38 - 40 dB (A)	250 - 260 kg/m ³

Fonte: (KNAUF, s.d.)

3.7.1 Perfis Metálicos

É um sistema composto de perfis leves de aço galvanizado com espessura de 0,95 a 1,25 mm. São painéis formados por guias e montantes estruturais com largura variável entre 90, 140 e 200 mm e espaçamentos dos montantes entre 40 a 60 cm dependendo da espessura da chapa. A guia é aplicada na parte superior ou inferior da divisória, e tem a finalidade de direcioná-la. O montante, por sua vez, fica na posição vertical, para a estruturação da divisória (ABNT, 1995). A estrutura é toda parafusada com parafusos auto-brocantes galvanizados, com cabeça chata tipo Philips. O aço das estruturas possui tensão de escoamento mínima de 228 Mpa e apresenta revestimento com zinco, que garante a proteção contra corrosão.

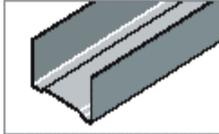
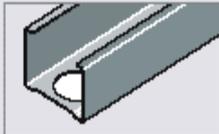
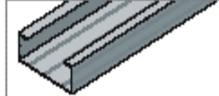
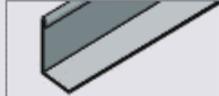
As dimensões dos painéis deverão obedecer às normas AISI. Dimensões construtivas:

- largura da construção 11 metros (em projeção)

- b) comprimento da construção 18 m (em projeção)
- c) altura máxima das paredes estruturais 3,0 m.

Nas aberturas de portas e janelas deverão ser previstos reforços. Os fechamentos internos recebem miolo de lã de vidro ou rocha (KNAUF; SENAI, 1999). A seguir, apresenta-se a Tabela 2 com os perfis metálicos e suas características:

Tabela 2: Guias e montantes

Elementos estruturais				
Nome	Descrição	Comprimento (mm)	Acondicionamento	
Guia R48 Guia R70 Guia R90	Assegura a união com os montantes.		3000	Amarrado de 10 unidades
Montante M48 Montante M70 Montante M90	Para a formação de estrutura das paredes, forros e revestimentos.		2790 2990 2990	Amarrado de 10 unidades Amarrado de 10 unidades Amarrado de 10 unidades
Perfil F530	Para forros e revestimentos.		3000	Amarrado de 10 unidades
Cantoneira CR2	Cantoneira metálica para forros e revestimentos.		3000	Amarrado de 30 unidades
Cantoneira 14/30	Cantoneira para proteção de topo de placa.		3000	Amarrado de 50 unidades

Fonte: (KNAUF, s.d.)

3.7.1.1 Componentes para fixação

Para fixação das chapas de gesso sobre a estrutura suporte, são utilizados parafusos. A montagem da divisória deve utilizar parafusos específicos para fixar as placas de gesso. Segundo a Placo do Brasil (s.d.), o tamanho do parafuso deve corresponder à espessura da chapa de gesso aumentado de 10 mm, para o caso de perfis metálicos. Os comprimentos dos parafusos comercializados no Brasil variam de 25 mm a 140 mm.

Durante a fixação, deve-se atentar para que a cabeça do parafuso fique nivelada com a face do cartão. A cabeça do parafuso não pode ficar saliente, para não comprometer o acabamento, e também não pode ficar reentrante, pois a cabeça do parafuso deve estar fixada no cartão, que vai resistir aos esforços requeridos.

3.7.2 Materiais para isolamento termo-acústico

Para melhorar o desempenho termo-acústico da divisória, pode-se utilizar material isolante no seu “miolo”, sendo comum o emprego de lã de rocha ou lã de vidro (Tabela 3).

Ambos os materiais são constituídos por fibras, sendo que diferem entre si quanto à matéria prima básica e quanto ao processo de fabricação (Isover Saint Gobain, 1996).

A escolha pela utilização de lã de rocha ou lã de vidro no país tem sido balizada fundamentalmente pelo custo. Quanto aos parâmetros técnicos, observando-se os catálogos dos fabricantes desses materiais não há a possibilidade de se realizar comparações quanto ao desempenho de cada um.

No Brasil, pelo fato do inverno não ser tão rigoroso como nos países do hemisfério Norte, os materiais isolantes vêm sendo empregados, sobretudo, para melhorar o desempenho acústico da divisória, que é um requisito que tem sido bastante exigido pelos usuários dos edifícios.

Tabela 3: Comparação entre lã de vidro e lã de rocha

	Resistência térmica	Resiliência	Resistência ao fogo	Resistência à água
Material de melhor desempenho	Similar	Lã de vidro	Lã de rocha	Similar

Fonte: (ISOVER SAINT GOBAIN, 1996)

Os valores do coeficiente de absorção do som, obtidos quando se emprega lã de vidro ou lã de rocha, dependem de vários fatores: tamanho dos poros do material; porcentagem de abertura dos poros comparada com a área total; densidade do material absorvente; espessura do material absorvente e profundidade do espaço (vazio) atrás do material absorvente (HARRIS, 1994).

Um inconveniente com relação a lã de vidro (Tabela 4) é que essa é fornecida com largura de 1,20m. Como os montantes geralmente estão espaçados a cada 0,60m, há a necessidade de cortar a lã de vidro ao meio, representando um trabalho a mais ao montador da divisória.

Tabela 4: Características da lã de vidro fornecidas no Brasil

Cód. de referência	Densidade (kg/m³)	Espessura (mm)	Comprimento (m)	Largura (m)
WF - 12	12	50	12,5	1,20
		75	10,0	
		100	7,5	
WF - 16	16	50	12,5	1,20
		75	10,0	
		100	7,5	
WF - 20	20	50	12,5	1,20
		75	10,0	
		100	7,5	

Fonte: (ISOVER – SANTA MARINA, s.d.)

No caso da lã de rocha (Tabela 5), os materiais são comercializados sob duas formas: painéis ou rolos. Suas características são apresentadas na tabela, baseando-se nas informações contidas no catálogo do fabricante desse material (ROCKFIBRAS, s.d.)

Um cuidado a ser observado quando da especificação do isolante termo-acústico, além da quantidade requerida de isolamento, é quanto à sua espessura, que deve ser compatível com a largura do montante.

Tabela 5: Características da lâ de rocha fornecidas no Brasil

	Densidade (kg/m ³)	Espessura (mm)	Comprimento (m)	Largura (m)
Painel	25 a 160	25 a 100	1,20	0,60
Rolo	32 a 48	25 a 100	3,6 e 8,0	0,60

Fonte: (ROCKFIBRAS, s.d.)

3.7.3 Massas para rejunte e fitas de reforço

As massas para rejuntamento são à base de gesso e possuem aditivos, que conferem maior trabalhabilidade e plasticidade. De acordo com o teor de aditivos nas massas, o endurecimento pode ocorrer rapidamente ou não (MITIDIERI Fo., 1997).

As massas que possuem pega rápida são as mais comuns de serem utilizadas, tanto no Brasil como em outros países. Podem ser preparadas na obra, adicionando-se água ao pó, mas também encontra-se disponível no mercado massas prontas para uso. Pelo fato dessa última já ser adquirida pronta para ser utilizada, a consistência apresenta-se homogênea e também suas características físicas são constantes.

Com relação à massa preparada na obra, é possível obter um composto com a mesma característica de trabalhabilidade que as massas prontas. Os materiais que apresentam secagem rápida endurecem com a evaporação da água, enquanto os materiais de secagem lenta endurecem por reação química. Esses últimos podem endurecer em 20 minutos ou em até 6 horas, dependendo do tipo e marca empregados. Na Tabela 6, mostra-se o tempo de secagem da massa em relação à umidade relativa do ar.

No Brasil, as massas para rejunte são comercializadas pelos fabricantes de placas de gesso acartonado e, embora não esteja especificado nos seus catálogos, acredita-se que esses materiais são aqueles destinados a todas as camadas de rejuntamento.

As massas para rejunte possuem pouca resistência à deformação, e se as juntas entre as placas forem preenchidas somente com essa massa, certamente haverá o aparecimento de fissuras nessa região. Dessa forma, utiliza-se também fitas para reforçar as juntas formadas no encontro de duas ou mais placas, para reforçar os cantos, e também para o reparo de fissuras.

Tabela 6: Tempo de secagem da massa para rejuntamento

U.R (%)	Temperatura (°C)						
	0	4,5	10	15,5	21	27	38
0	38 h	28 h	19 h	13 h	9 h	6 h	3 h
20	2 d	34 h	23 h	16 h	11 h	8 h	4 h
40	2,5 d	44 h	29 h	20 h	14 h	10 h	5 h
50	3 d	2 d	36 h	24h	17 h	12 h	6 h
60	3,5 d	2,5 d	42 h	29 h	20 h	13,5 h	8 h
70	4,5 d	3,5 d	2,25 d	38 h	26 h	19,5 h	10 h
80	7 d	4,5 d	3,25 d	2,24 d	38 h	27 h	14 h
90	13 d	9 d	6 d	4,5 d	3 d	49 h	26 h
98	53 d	37 d	26 d	18 d	12 d	9 d	5 d

U.R. = Umidade relativa d = dias h = horas

Fonte: (NATIONAL GYPSUM, 1996).

No Brasil, utiliza-se fitas de papel, e são comercializadas pelos fabricantes das placas de gesso acartonado em rolos de 23m e 150m (PLACO DO BRASIL, s.d.; LAFARGE GESSO, 1996)

Pode-se encontrar dois tipos de fitas de papel: fitas de papel kraft, que possui a superfície lisa; e fitas de papel com um vinco no centro, que auxilia na dobra quando do uso em cantos internos. Essa fita de papel kraft não é indicada para ser empregada nas juntas entre as chapas de gesso, pois além de ser pouco absorvente, não possui perfurações, prejudicando a capacidade de aderência da fita à massa para tratamento das juntas.

No caso do reforço em cantos externos, recomenda-se a utilização de um outro tipo de fita que possui uma tira metálica aderida ao papel microperfurado. Essa tira metálica segundo Lafarge (s.d.) deve ser de aço galvanizado, para que não haja problemas de corrosão.

Segundo a ASTM C 475 (1994 b), as fitas para juntas devem ter espessura menor ou igual a 0,30 mm, largura entre 47,6 mm e 57,2 mm, permitindo-se variação de $\pm 0,8$ mm na sua largura.

Além disso, essa norma estabelece ainda que as fitas devem possuir resistência a tração superior a 524 N/mm, quando aplicada na sua direção transversal. Não devem se expandir mais que 0,4% na direção longitudinal e 2,5% na direção transversal. Após a aplicação, a fita deve ter pelo menos 90% de sua área aderida à massa para tratamento das juntas.

3.7.4 Equipamentos e materiais utilizados

Para o controle geométrico, utilizam-se as seguintes ferramentas: fio de prumo, régua com nível de bolha, metro, trena, e cordão para marcação.

O fio de prumo é utilizado para verificar se as estruturas suportes encontram-se no prumo e também para verificar se a divisória também se encontra no prumo. Para essa finalidade, pode-se utilizar também a régua com nível de bolha, aumentando a produtividade dessa atividade. O metro e a trena são utilizados para medir e marcar a placa quando houver necessidade de corte. O cordão para marcação (“chalkline”) é utilizado para marcar linhas retas de grande comprimento. Para utilizar, inicialmente marcam-se dois pontos da reta a ser traçada e estende-se o cordão, colocando-o sobre os dois pontos marcados. O cordão deve estar tracionado e, com uma mão, levanta-se o cordão soltando-o em seguida. O giz colorido impregnado no cordão deixará a marca.

Freqüentemente há a necessidade de cortar a placa, para se adaptar às características e dimensões do ambiente, e também para a produção de furos para a passagem de instalações. As seguintes ferramentas são empregadas para esse fim: estilete, régua, serrote de ponta, serrote comum, plaina e serra copo. Para o corte das placas, a ferramenta mais utilizada é o estilete. Para cortar a placa, inicialmente corta-se o cartão utilizando o estilete. Para garantir a linearidade, uma régua deve ser utilizada como guia. Em seguida, deve-se aplicar um golpe seco sobre a placa. Finalmente, deve-se virar a placa e cortar o outro lado do cartão com o estilete também.

Após o corte das placas, a plaina é utilizada para o desbaste das bordas cortadas das placas. A serra copo é utilizada para fazer aberturas circulares nas placas, sendo adaptável a uma furadeira elétrica.

Para o corte de perfis metálicos, utiliza-se uma tesoura específica para esse fim. Essa ferramenta é comercializada por todos os fabricantes de chapa de gesso acartonado.

Segundo a GYPSUM ASSOCIATION, o emprego dos parafusos para a fixação das chapas é o mais usual, sendo usada a parafusadeira para a fixação destes (G.A., 1986).

A parafusadeira é um equipamento movido a energia elétrica, tem um regulador de profundidade e, quando ajustado corretamente, o parafuso é fixado sem romper o cartão da chapa.

No Brasil, as parafusadeiras do tipo S são largamente utilizadas pelos montadores de divisórias. Esse equipamento, além da regulagem de profundidade, possui ponta magnética, variação de velocidade e inversão de rotação (PLACO DO BRASIL, s.d.).

3.7.4.1 Equipamentos e ferramentas para auxiliar no posicionamento das chapas durante a execução

Durante a fixação das chapas de gesso à estrutura suporte, é importante que as mesmas estejam posicionadas corretamente.

Uma situação que não pode ocorrer, por exemplo, é fixar as chapas de gesso e essas ficarem em contato direto com o piso.

Dessa forma, para que as chapas de gesso sejam fixadas niveladas e afastadas do piso, pode-se utilizar os seguintes equipamentos e ferramentas, comercializados pelos fabricantes de chapas de gesso:

- a) Pedal para elevar a chapa;
- b) Levantador de chapa; e
- c) Elevador de chapa.

O pedal é composto basicamente por uma chapa metálica, na qual é fixado um apoio. Para utilizar essa ferramenta, inicialmente a chapa de gesso deve estar sobre uma das extremidades do pedal e, pisando na extremidade oposta, ajusta-se a altura que a chapa de gesso será fixada.

Com relação ao levantador de chapa, esse é composto por uma base e um cabo, ambos metálicos. Possui ainda um calço que desliza ao longo do cabo, podendo ser metálico ou de plástico. Para utilizar essa ferramenta, a chapa de gesso deve estar apoiada sobre a base do levantador. Movimentando-se o calço que desliza sobre o cabo, ajusta-se a altura da chapa de gesso.

Para posicionar as chapas de gesso numa altura em que é necessário se utilizar o andaime, aproximadamente a 1,60m, há um equipamento denominado elevador de chapas. Segundo o catálogo do fabricante desse equipamento, o elevador levanta a chapa de gesso até uma altura máxima de 3,35m possui um tripé com rodas e uma única pessoa opera o equipamento,

posicionando a chapa de gesso no local e posição desejados, sem necessidade de grande esforço físico (TELPRO INC., 1998).

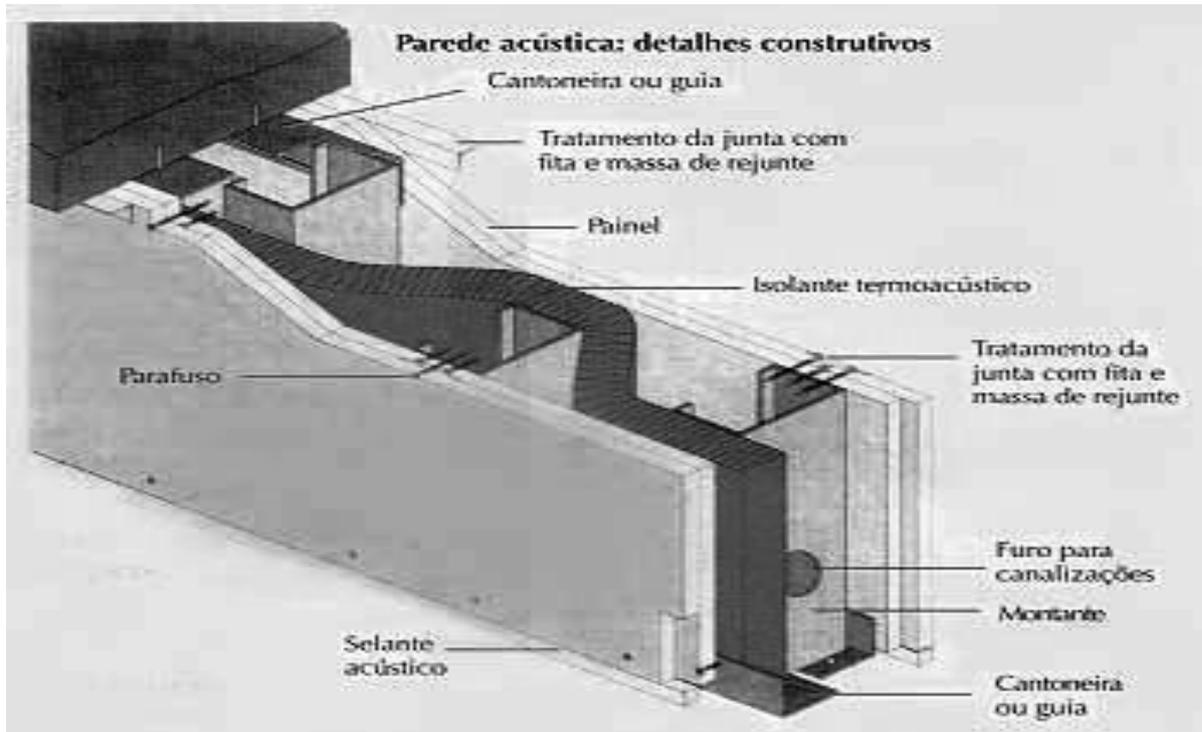
Um dos fabricantes de chapas de gesso no Brasil também comercializa o elevador de chapas, porém esse equipamento é destinado somente para fixar as chapas nos tetos (KNAUF, s.d.).

3.7.5 Acabamento

Para realizar o acabamento entre as juntas das placas de gesso, utiliza-se espátulas e desempenadeiras, sendo possível encontrá-las em diversos tamanhos e com uma variedade de tipos. A espátula é uma ferramenta utilizada para aplicar o material de cobertura nas juntas entre placas, cantos e cabeças de prego e parafuso. No Brasil, comercializam-se espátulas de 10 e 15 cm de largura; espátulas de grande largura, disponíveis nas dimensões de 20 e 25 cm de largura; espátula de ângulo, para tratamento de junta de ângulo interno; e desempenadeira, com 28 cm de comprimento.

Após colocada a massa, passa-se a espátula pra regularização das placas e em seguida a colocação de fita de reforço. A seguir, Figura 1 com a estrutura finalizada e seus componentes:

Figura 1: Parede de gesso acartonado.



Fonte: (KNAUF, s.d.)

3.8 CARACTERÍSTICAS MAIS IMPORTANTES DO DRY WALL:

- a) Rapidez: Uma parede de 12 metros quadrados, feita em alvenaria, leva cerca de 48 horas para ficar pronta para pintura. Em *drywall*, quatro horas.
- b) Desperdício: Obras feitas com chapa de gesso têm até 5% de perda. Na construção tradicional, a taxa chega a 30%.
- c) Acústica: Há muitas reclamações sobre vazamento de som de uma unidade para outra. Mas especialistas afirmam que uma parede com uma chapa de drywall de cada lado do perfil metálico, tem isolamento de 38 decibéis (igual ao de uma de tijolo) e que, paredes entre imóveis, nas quais se usa chapa dupla, o isolamento é de 45 decibéis na de alvenaria, de 41 a 42 decibéis).
- d) Flexibilidade: As paredes de gesso acartonado dão mais flexibilidade ao projeto. Como são mais leves (22kg por metro quadrado, contra 120kg da alvenaria), podem ser instaladas independentemente de vigas, o que reduz em 10% os gastos com fundações.

- e) **Peso:** São necessárias buchas, pregos e parafusos específicos para prender qualquer coisa ao *drywall*. Eles são fáceis de encontrar, mas mais caros do que os convencionais. Em caso de prateleiras, suporte de TVs, em que há peso, é preciso fazer um reforço na parede, com estrutura de madeira, instalada entre as chapas.

- f) **Preço:** A necessidade de mão-de-obra especializada acaba encarecendo o serviço, o que, entretanto, é compensado pela agilidade da execução. Considerando ainda o menor desperdício, segundo especialistas o custo fica equivalente ao da construção convencional.

4 ESTUDO DE CASO

A empresa, do estudo de caso, atua no ramo da construção civil a mais de trinta anos. Sempre primou pela inovação no mercado da construção civil, trabalhando a forma e o espaço com criatividade, funcionalidade e racionalidade. O edifício residencial, do estudo de caso, possui 26 pavimentos e um apartamento por andar. É o primeiro e o único da cidade a utilizar o gesso acartonado como vedação interna. Os apartamentos em questão possuem 207 m² de área, sendo destes, 150 m² de área de gesso acartonado.

Optou-se pelo gesso acartonado (*drywall*) nesse empreendimento, pela velocidade na execução, ganho de área útil, pelo desempenho térmico e acústico entre outros. Foram utilizadas placas standard (ST), destinadas a áreas secas e placas resistentes a umidade (RU), destinadas a ambientes sujeitos a ação da umidade, por tempo limitado (de forma intermitente) (Tabela 7). São constituídas de um núcleo de gesso natural (CaSO₄.2H₂O) e aditivos, revestidas com duas lâminas de cartão duplex, para uso exclusivamente interno. O gesso proporciona a resistência à compressão e o cartão, resistência à tração. A união destes dois elementos torna a placa muito resistente. Variam conforme o tipo de placa, espessura, dimensão e peso.

Os materiais (placas e perfis metálicos) chegavam a obra em paletes, mas por falta de empilhadeira no local o descarregamento do material era feito pelos serventes da obra. As placas eram descarregadas uma a uma e colocadas novamente em paletes. Os perfis metálicos em pequenos lotes de 10 peças. O material era armazenado sobre paletes em local apropriado.

No momento da execução dos serviços de montagem, os materiais eram levados em cada pavimento da obra, por meio de um elevador, necessitando apenas de um ajudante para tal serviço.

Após a montagem, o material que sobrava (entulho), era recolhido pelos próprios montadores do gesso acartonado e depositados em sacos, para os serventes, que trabalhavam na limpeza, o retirassem.

Tabela 7: Características das placas de gesso acartonado

Nome	Descrição	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Peso (kg/m²)
ST	Standard	12,5	1200	2800	10
RU	Resistente a umidade	12,5	1200	2800	9,5

Fonte: (KNAUF, s.d.).

As placas ST possuem no seu centro um material não combustível, essencialmente o gesso, e a superfície composta por uma camada de papel cartão. Tais chapas não devem ser empregadas em ambientes com temperatura superior a 50 °C ou umidade relativa permanente superior a 90%.

As placas RU são compostas na sua parte central por gesso e silicone e têm as duas superfícies cobertas por um cartão hidrofugante. Não deve ser usada em áreas expostas constantemente a uma taxa de umidade relativa superior a 95%. Além disso, temperatura superior a 50 °C pode alterar suas características.

Tabela 8: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa ST nos dois lados (TCPO,1999):

Descrição	Un.	Coefficiente	Preço unitário	VI. Materiais	Total
Parede em gesso acartonado simples	m ²	1,00	38,17	38,17	38,17
Mão de obra para execução de paredes em gesso acartonado	m ²	1,00	7,00	7,00	7,00
Lã de vidro Isover soft paper 75 mm	m ²	1,00	9,27	9,27	9,27
Mão de obra para colocação de lã de vidro em paredes de gesso acartonado	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Totais				55,44	55,44

Tabela 9: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa ST e placa RU

Descrição	Un.	Coefficiente	Preço unitário	Vl. Materiais	Total
Parede em gesso acartonado um lado simples e um lado para área úmida	m ²	1,00	41,91	41,91	41,91
Mão de obra para execução de paredes em gesso acartonado	m ²	1,00	7,00	7,00	7,00
Lã de vidro Isover soft paper 75 mm	m ²	1,00	9,27	9,27	9,27
Mão de obra para colocação de lã de vidro em paredes de gesso acartonado	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Totais				59,18	59,18

Fonte: (TCPO, 1999)

Tabela 10: Alvenaria em gesso acartonado utilizando placa RU nos dois lados

Descrição	Un.	Coefficiente	Preço unitário	Vl. Materiais	Total
Parede em gesso acartonado para área úmida	m ²	1,00	51,23	51,23	51,23
Mão de obra para execução de paredes em gesso acartonado	m ²	1,00	7,00	7,00	7,00
Lã de vidro Isover soft paper 75 mm	m ²	1,00	9,27	9,27	9,27
Mão de obra para colocação de lã de vidro em paredes de gesso acartonado	m ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Totais				68,50	68,50

Fonte: (TCPO, 1999)

Tabela 11: Alvenaria convencional (tijolo cerâmico furado)

Descrição	Un	Coef.	Preço unitário	% L.S.	Preço com L.S.	VL. Mão de obra	VL. dos materiais	Total
Cimento Portland	Kg	5,000	0,25				1,25	1,25
Cal	Kg	3,800	0,20				0,76	0,76
Areia média	m ³	0,058	34,00				1,97	1,97
Tijolo cerâmico furado 9x14x19	un	50,000	0,16				8,00	8,00
Servente	H	1,700	2,00	100,0	4,00	6,80		6,80
Pedreiro	H	1,300	2,96	100,0	5,92	7,70		7,70
Totais						14,50	11,98	26,48
Percentuais						54,76%	45,24%	

Fonte: (TCPO, 1999)

Considerando-se uma perda de 10% para os tijolos comuns.

Tabela 12: Chapisco para alvenaria

Descrição	Un	Coef.	Preço unitário	% L.S.	Preço com L.S.	VL. Mão de obra	VL. dos materiais	Total
Cimento Portland	Kg	1,800	0,25				0,45	0,45
Areia média	m ³	0,006	34,00				0,20	0,20
Servente	H	0,090	2,00	100	4,00	0,36		0,36
Operador de betoneira	H	0,0075	2,96	100	5,92	0,04		0,04
Mão de obra execução chapisco interno	H	1,000	0,85	100	0,85	0,85		0,85
Totais						1,25	0,65	1,90
Percentuais						65,79%	34,21%	

Fonte: (TCPO, 1999)

O chapisco é empregado como base para outros revestimentos, quando a superfície for muito lisa ou pouco absorvente, ou ainda quando apresentar áreas com diferentes graus de absorção. Recomenda-se um intervalo mínimo de 24 horas para aplicação do emboço.

Tabela 13: Emboço de parede – m²

Descrição	Un	Coef.	Preço unitário	% L.S.	Preço com L.S.	VL. Mão de obra	VL. dos materiais	Total
Cimento Portland	Kg	2,700	0,25				0,68	0,68
Cal	Kg	3,100	0,20				0,62	0,62
Areia média	m ³	0,029	34,00				0,99	0,99
Servente	H	1,000	2,00	100	4,00	4,00		4,00
Pedreiro	H	0,700	2,96	100	5,92	4,14		4,14
Totais						8,14	2,29	10,43
Percentuais						78,04%	21,96%	

Fonte: (TCPO, 1999)

Para que se possa comparar os custos e a produtividade dos dois sistemas construtivos, temos que comparar a área do gesso acartonado finalizada e execução da parede convencional em tijolos cerâmicos, lembrando que os revestimentos, chapisco e emboço, devem ser realizados nas duas faces e portanto as composições apresentadas acima devem ser multiplicadas por dois. Assim chega-se ao custo de 51,14 reais por m² de alvenaria pronta.

O gesso acartonado, por sua vez, fica em 68,50 reais para utilização de placas RU x RU nos dois lados, 59,18 reais para utilização de placas ST em um lado e RU no outro e 55,14 reais para utilização de placas ST x ST nos dois lados. Em média, gasta-se 61,04 reais por m² de gesso acartonado. Uma diferença de 17,28% em relação à alvenaria convencional. Diferença essa compensada na agilidade do processo. Se a área de 150 m² em paredes do apartamento estudado fosse feita em alvenaria convencional, levaria 24,5 dias para sua execução, com oito horas diárias de serviço. Com o gesso acartonado, tal serviço fica pronto em 6,5 dias, com oito horas diárias de serviço.

De acordo com as tabelas e os dados obtidos na empresa, a utilização do gesso acartonado frente à alvenaria convencional se mostrou mais vantajoso pelo ganho de área útil, pela versatilidade nos projetos, geração baixa de entulho, tempo de execução e pela manutenção depois de executado.

Segundo pesquisa feita na empresa sobre a finalidade dos indicadores, ações de melhoria de desempenho e utilização dos indicadores, foram geradas as tabelas a seguir.

Tabela 14: Finalidade dos indicadores segundo a opinião da empresa

Finalidade dos indicadores	%
Visibilidade	33
Controle	33
Melhoria	17
Motivação	17
Total	100

Tabela 15: Áreas de ações para melhoria de desempenho

Ações de melhoria	%
Produção	50
Projeto	15
Organização e gestão	10
Relação com o cliente	10
Planejamento e vendas	10
Suprimentos	5
Total	100

Tabela 16: Utilização dos indicadores segundo opinião da empresa

Utilização dos resultados	%
Estabelecer metas	17
Revisão / Alteração de procedimentos	33
Redução de custos	33
Motivação	17
Marketing	0
Total	100

Um dos problemas da empresa estava na produção em si. Atrasos ocorriam devido a falta de sincronismo nos projetos. O gesso acartonado, em alguns pavimentos, não conseguia fechar a segunda fase devido a atrasos na execução da parte elétrica ou na hidráulica. Houve casos de apartamentos que demoraram 8 dias para ficarem prontos. Depois que se começou a medir a produtividade, ter a liberação de novas frentes de serviço de acordo com os serviços antecedentes, foram raros os casos de atraso. Segundo a empresa, teve-se uma maior visibilidade dos serviços que estavam sendo executados, resultando numa maior produção.

5 CONCLUSÃO

A utilização de indicadores de qualidade e produtividade para avaliação de desempenho e aperfeiçoamento de processos na construção civil encontra-se ainda em seus primeiros estágios de desenvolvimento no setor.

O grande número de adesões ao Sistema de Indicadores, desde o início de sua implantação em dezembro de 1993, vem demonstrar o crescente interesse das empresas na questão da medição de desempenho.

As empresas, de uma forma geral, tendem a medir os indicadores de maior simplicidade por não terem definidas suas reais necessidades de informação. Quando a empresa não tem claramente definidos seus objetivos não pode estabelecer quais as ações necessárias para atingi-los e, menos ainda, identificar as informações necessárias ao seu processo de tomadas de decisões.

Um maior envolvimento e comprometimento das empresas, com a melhoria da qualidade, permitirá a estas empresas definir melhor seus objetivos e metas e, conseqüentemente, suas necessidades de informação.

De acordo com o estudo de caso, a vedação em gesso acartonado, mostra-se mais interessante em relação a alvenaria convencional, apesar de ser 17,28% mais cara que esta última. A vantagem do gesso acartonado está na menor espessura das paredes, que proporciona ganho de área útil. As paredes podem ter qualquer forma, e podem receber qualquer tipo de acabamento. São muito leves diminuindo, portanto, a carga da estrutura, permitindo a adoção de estruturas mais esbeltas, com redução e supressão de alguns elementos, tais como vigas sob paredes. Possui boa resistência mecânica, excelente isolamento térmico e acústico. É resistente ao fogo, não propaga a chama. A facilidade de instalação reduz o tempo de execução da obra e os custos de mão-de-obra. Por ser uma construção seca evita perdas com massas e entulhos. Instalações elétricas, hidráulicas, gás, telefone e outras são executadas e testadas durante a execução das paredes, evitando reabertura das mesmas, o que resultaria em desperdício de materiais, tempo, retrabalho.

As divisórias de gesso acartonado vêm despertando a atenção das construtoras, sendo cada vez maior o número de obras que estão empregando esse sistema de vedação, em virtude do potencial de racionalização que o mesmo oferece.

GLOSSÁRIO

<i>Benchmarks</i>	Processo contínuo de comparação dos produtos e serviços
<i>Drywall</i>	Sistema para construção de paredes e forros, combina estruturas de aço galvanizado com chapas de gesso de alta resistência mecânica e acústica
<i>Feedback</i>	Processo de fornecer dados a empresa ajudando-a a melhorar seu desempenho para atingir seus objetivos

REFERÊNCIAS

BENDELL, Tony. **Quality measuring and monitoring**. London: Century, 1993. 303p.

FARAH, Marta F. S. **Estratégias empresariais e mudanças no processo de trabalho na construção habitacional no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 1993. p. 581-590

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Pioneira, 1992. 552p.

KNAUF. **Sistemas de construção a seco**. s.d.

KNAUF; SENAI. **Manual de treinamento sistemas de construção a seco: nível básico**. São Paulo, 1999.

TIRONI, Luis F. **Critérios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no setor público**. Brasília: IPEA/MEFP, 1991. 16p.

BIBLIOGRAFIA

AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 1993. p. 581-590

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard specification for installation of steel framing members to receive screw-attached gypsum board – ASTM C 475 – 94.** Philadelphia, 1994 b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Divisórias leves internas moduladas:** terminologia. ABNT TB – 384. Set. 1990.

BANDEIRA, AA. **Rede de indicadores de desempenho para gestão de uma hidrelétrica.** São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997.

BENDELL, Tony. **Quality measuring and monitoring.** London: Century, 1993. 303p.

CAMPOS, V. Falconi. **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch editora, 1992. 220p

FARAH, Marta F. S. **Estratégias empresariais e mudanças no processo de trabalho na construção habitacional no Brasil.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO

GARCIA MESSEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção** São Paulo: Sinduscon/SP, Projeto/PW, 1991. 179p.

GYPSUM ASSOCIATION. **Using gypsum board for walls and ceilings (GA-201-85).** Illinois, 1986.

HAGE, JORGE L. et al. Divisórias de gesso. São Paulo, EPUSP-PCC, 1995. 65P. / Trabalho apresentado no curso de graduação da EPUSP.

HARRIS, C.M. **Noise control in buildings:** a practical guide for architects an engineers. New York, McGraw-Hill, 1994.

HARRINGTON, H. J. **O processo de aperfeiçoamento:** como as empresas americanas, líderes de mercado, aperfeiçoam o controle da qualidade. São Paulo: McGrawHill, 1988. 266p.

ISOVER SAINT-GOBAIN **Le monde du silence:** laines minerales Isover et confort acoustique. Paris, 1996.

ISOVER-SANTA MARINA. **Wallfet** – isolamento para paredes de gesso: catálogo. s.d.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto:** os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Pioneira, 1992. 552p.

LAFARGE GESSO. **Sistema Lafarge:** painéis de gesso. Manual Técnico de paredes e forros. jan. 1996. 43p.

LAFARGE PLASTERBOARD. **Dry wall systems installation guide:** walls, linings, partitions, jointing, s.d.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MESEGUER, A.G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** São Paulo: Sinduscon - SP/Projeto/PW, 1991.

MITIDIERI FO., Claudio Vicente. Como construir paredes em chapas de gesso acartonado. **Téchne**, n.30, set-out 1997.

NATIONAL GYPSUM. **Gypsum construction guide.** 4 ed. Charlotte, 1996.

ÑAURI, M.H.C, **As medidas de desempenho como base para a melhoria contínua de processos:** o caso da Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU), Florianópolis, Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

OLIVEIRA, Mirian; LANTELME, Elvira; Formoso, Carlos T. **Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil.** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1995. 149 p.

PLACO DO BRASIL. **Manual de Sistemas Placostil.** s.d. 47p.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. **Critérios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no serviço público.** Brasília: IPEA/MEFP, 1991. 15p.

RICHARDSON, P.R. ; GORDON, J.R.M. **Mesuring total manufacturing performance sloan management review.** v21, nº2. p. 47-58.

ROCKFIBRAS. **Painéis e feltros em lã de rocha THERMAX para isolamento termo-acústico:** catálogo. s.d.

SABBATINI, FERNANDO H. Tecnologia de produção de vedações verticais. Notas de aula, 1997.

SCHOLTES, P. R. **Times da qualidade : como usar equipes para melhorar a qualidade.** Tradução Associação Alumini, Rio de Janeiro, Qualitymark Ed., 1992.

SINK, D. Scott; TUTTLE, Thomas C. **Planejamento e medição para performance.** Rio de Janeiro: Quality Mark, 1993. 343p.

SOUZA, R et al. **Sistemas de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo: Pini, CTE, SindusCon – SP, Sebrae – SP, 1995. 247p.

TCPO 2000. **Tabelas de composição de preços para orçamentos.** 1ª ed. São Paulo: Pini, 1999.

TELPRO INC. **Panel lift:** catalog. 1998.

TIRONI, Luis F. **Critérios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no setor público.** Brasília: IPEA/MEFP, 1991. 16p

WALKER, Anthony. **Project management in construction.** London: Collins, 1984.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900**

Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874