

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
MBA TGP – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Joelson de Oliveira Santos

**DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA
PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES
INTERNAS**

**Monografia apresentada à
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

**São Paulo
2007**

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
MBA TGP – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Joelson de Oliveira Santos

**DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA
PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES
INTERNAS**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia e Gestão na
Produção de Edifícios – MBA TGP.**

**Orientador: Prof^a. MÉRCIA MARIA
BOTTURA DE BARROS**

**São Paulo
janeiro de 2007**

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
MBA TGP – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Joelson de Oliveira Santos

**DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA
PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES
INTERNAS**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia e Gestão na
Produção de Edifícios – MBA TGP.**

**Área de Concentração:
Engenharia Civil**

**Orientador: Prof^a. MÉRCIA MARIA
BOTTURA DE BARROS**

**São Paulo
janeiro de 2007**

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Joelson de Oliveira

Diretrizes para a elaboração de projeto para produção de revestimento cerâmico em paredes internas / J. de O. Santos. -- São Paulo, 2007.

84 p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Cerâmica (Materiais de construção) 2.Argamassa 3.Paredes 4.Revestimento de superfícies I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

AGRADECIMENTOS

Esta Monografia é um resultado de um grande esforço, e a participação de todos no meu dia-a-dia foi fundamental para que eu pudesse desenvolver os meus estudos e realizasse este trabalho. A todos esses colegas, muito obrigado.

À professora **Mércia Maria Bottura de Barros** pela dedicação e confiança depositada em mim desde o início deste trabalho e pela orientação firme e segura proporcionando meu crescimento pessoal e profissional ao longo desses 3 anos do curso.

Aos professores do curso do MBA-TGP pela valiosa contribuição na minha formação profissional, especialmente aos professores **Fernando Henrique Sabbatini, Francisco Ferreira Cardoso e Tomás Freire** pelas constantes demonstrações de incentivo.

Agradeço também aos funcionários do **PECE e da Biblioteca da Poli**, especialmente a **Sarah** pela atenção durante as revisões do texto e das referências.

Ao professor **Jonas Silvestre Medeiros** e ao engenheiro **Cláudio Luiz Thuler** que colaboraram com a revisão crítica do trabalho final.

Aos colegas de curso, pela troca de idéias e conhecimento, especialmente à **Andréa, Érica, Fábio e Marcelo** que se tornaram meus grandes amigos.

Ao amigo **Roberto Pastor Júnior**, grande incentivador durante todo curso e companheiro das muitas horas de estudo, e a sua esposa **Cristiane** pela receptividade e compreensão.

Agradeço também, aos meus pais **José e Áurea e meus irmãos Gilmara, Iara, Gislene, Jarbas e Gilmar** pelo apoio, incentivo e compreensão que sempre foram fundamentais na minha formação pessoal e profissional.

Quero agradecer, também, à minha companheira **Márcia** pelo apoio irrestrito, pela sua paciência, dedicação e compreensão que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Por fim não poderia deixar de agradecer a construtora **Tecnisa** que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho, especialmente aos engenheiros **Maurício Bernardes e Alan Rachid** que contribuíram para a realização desta monografia.

RESUMO

Na construção de edifícios pelos métodos tradicionais, algumas partes são produzidas seguindo diretrizes estabelecidas em um projeto específico para a produção, o que contribui para o desempenho e racionalização de alguns subsistemas. O revestimento cerâmico executado nas paredes internas dos edifícios ainda é produzido sem um projeto específico; encontra-se, em alguns casos, apenas o projeto de modulação das placas cerâmicas na parede, as decisões de “como fazer” fica a cargo da obra.

Buscando colaborar para a racionalização do processo tradicional de produção de edifícios, especificamente da etapa de revestimento cerâmico, este trabalho têm o objetivo de apresentar diretrizes que contribuam com o meio técnico para a elaboração de um projeto para produção específico para o revestimento cerâmico de paredes internas.

Para se chegar às diretrizes, foram estudados e discutidos os conceitos das camadas constituintes do revestimento cerâmico; realizou-se também uma pesquisa em obras de uma empresa construtora, a partir da qual se buscou conhecer quais os procedimentos adotados para o planejamento e execução do revestimento cerâmico. Após conhecidos os conceitos das camadas do revestimento e a experiência praticada em obra, foi formulada a proposta de diretrizes que contemplam as etapas de projeto, especificação dos componentes e recomendações para produção.

Finalizando o trabalho, é feita uma análise do estudo realizado, concluindo-se pela importância de se projetar e planejar todas as etapas de uma obra, e que este trabalho pode contribuir para se chegar a uma metodologia construtiva racionalizada no revestimento cerâmico de paredes.

ABSTRACT

On building constructions by traditional methods, some procedures are accomplished following guidelines for the construction established on a specific project, which allow the carrying out and rationalization of some subsystems. The ceramic panel installed on the internal walls of the buildings is still done without a specific project. There is, in some cases, only the project of the placement of the ceramic panels on the walls, however, the decision on "how to do it" is on the site's management team.

In order to contribute to the rationalization of the traditional process of the constructions of buildings, specifically the ceramic installation step, this project aims to present guidelines to contribute to the creation of technical procedures for the installation of the ceramic panels on internal walls.

The concepts of the layers which the ceramic panels form was studied and discussed in order to collect information for the guidelines. Also, a research was carried out in building sites of a building company, from which procedures used on the planning and installation of the ceramic panels were investigated. After gaining knowledge on the concepts of the panel layers and the procedures followed at the site, it was created a guideline proposal which establishes the steps of the project, components specification and product recommendation.

Finally, an analysis of the study was done and it was concluded that it is important to plan and project all the steps to be followed on a building site and this project can contribute to the finding of a constructive methodology rationalized on wall ceramic panels.

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
“ABSTRACT”	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE TABELAS.....	IV

1. INTRODUÇÃO pág.

1.1 Justificativa do Trabalho.....	1
1.2 Objetivos do trabalho.....	4
1.3 Metodologia.....	4
1.4 Estrutura do trabalho.....	5

2. REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES INTERNAS.

2.1 Constituição, funções e propriedades.....	6
2.2 Camadas e elementos constituintes.....	8
2.2.1 Emboço - Camada de regularização e de absorção de deformações.....	9
2.2.2 Gesso Acartonado.....	10
2.2.3 Placa cerâmica.....	14
2.2.4 Camada de fixação com Argamassa Colante.....	19
2.2.5 Juntas entre componentes.....	22

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Metodologia do estudo de caso.....	30
3.2 Características da empresa.....	30
3.3 Apresentação dos resultados.....	31
3.3.1 Departamento de projetos.....	31
3.3.2 Departamento de planejamento.....	34
3.3.3 Departamento de suprimentos.....	34
3.3.4 Departamento de produção – a obra.....	34
3.3.5 Departamento de assistência técnica pós obra.....	45

4. DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES INTERNAS:

4.1 A contratação do projeto para produção.....	48
4.2 Responsabilidade pela elaboração do projeto.....	50
4.3 Conteúdo do projeto para produção.....	50
4.3.1 Especificação do produto revestimento.....	51
4.3.2 Fases de elaboração do projeto.....	52
4.4 Definição dos componentes do revestimento cerâmico.....	56
4.4.1 Natureza e característica da base.....	56
4.4.2 Camada de regularização da base.....	56
4.4.3 Camada de fixação.....	57
4.4.4 Prazos mínimos entre etapas.....	58
4.4.5 Placa cerâmica.....	60
4.4.6 Juntas.....	60

4.4.7 Rejuntamento.....	61
4.4.8 Cantoneiras e cantos de parede.....	62
4.5 Fatores que influenciam a produtividade da mão de obra.....	65
4.6 Cuidados de execução.....	67
4.6.1 Preparo da base e condições iniciais.....	68
4.6.2 Camada de fixação com argamassa colante.....	69
4.6.3 Rejuntamento do revestimento cerâmico.....	73
4.6.4 Equipamentos e ferramentas necessárias.....	75
4.6.5 Aplicação da placa cerâmica.....	79
4.6.6 Controle de execução e recebimento dos serviços.....	80

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões.....	82
5.2 Sugestões para estudos futuros.....	83

REFERÊNCIAS

ANEXO A

ANEXO B

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	
Estimativa de custo de componentes do revestimento cerâmico.....	2
TABELA 2.1	
Classificação genérica das placas cerâmicas para revestimentos em função da capacidade de absorção de água (ABNT, 1997).....	16
TABELA 2.2	
Resistência ao manchamento e classe de limpabilidade.....	17
TABELA 2.3	
Resistência ao ataque de agentes químicos.....	17
TABELA 2.4	
Requisitos das argamassas colantes (NBR 14081 - ABNT, 2004).....	21
TABELA 3.1	
Critério de verificação para recebimento dos serviços.....	44
TABELA 4.1	
Informações necessárias para a elaboração do projeto.....	52
TABELA 4.2	
Escolha da desempenadeira dentada.....	58
TABELA 4.3	
Prazo técnico entre o final do emboço para o início do assentamento da placa cerâmica.....	59
TABELA 4.4	
Prazo técnico entre o término do assentamento da placa cerâmica e o início do rejuntamento.....	59
TABELA 4.5	
Recomendação para espessura das juntas Fonte: Barros, Sabbatini (2001).....	61
TABELA 4.6	
Cantoneiras de alumínio para azulejos - Fonte: www.minalex.com.br/catálogo	62
TABELA 4.7	
Cantoneiras metálicas tipo “L” colocadas após o assentamento da placa cerâmica - Fonte: www.minalex.com.br/catálogo	63
TABELA 4.8	
Dimensões de cantoneiras de PVC encontradas no mercado - Fonte: www.juntafacil.com.br	64

TABELA 4.9	
Itens relacionados à arquitetura do ambiente.....	65
TABELA 4.10	
Itens relacionados ao acabamento do emboço.....	66
TABELA 4.11	
Fatores relacionados à mão de obra.....	66
TABELA 4.12	
Fatores relacionados à placa cerâmica.....	66
TABELA 4.13	
Fatores relacionados à paginação.....	67
TABELA 4.14	
Fatores relacionados ao rejuntamento.....	67
TABELA 4.15	
Itens que deverão ser liberados pelo controle de qualidade da alvenaria e das instalações elétricas e hidráulicas.....	68
TABELA 4.16	
Itens que deverão estar liberados pelo controle de qualidade do substrato.....	69
TABELA 4.17	
Condições iniciais para o assentamento da placa cerâmica.....	69
TABELA 4.18	
Consumo de argamassa colante - Fonte: notas de aula TG 06 – Revestimentos.....	73
TABELA 4.19	
Ferramentas para serviços iniciais.....	75
TABELA 4.20	
Ferramentas para preparação e aplicação da argamassa colante.....	76
TABELA 4.21	
Ferramentas para auxiliar na colocação das placas cerâmicas e rejuntamento.....	77
TABELA 4.22	
Proposta de itens a serem inspecionados no recebimento dos serviços.....	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1	
Conceito de múltiplas camadas do revestimento cerâmico.....	8
FIGURA 3.1	
Projeto de arquitetura, com indicação das vistas das paredes.....	32
FIGURA 3.2	
Elevações 1 e 2, as setas indicam as várias saídas e recortes no mesmo ambiente.....	33
FIGURA 3.3	
Elevações 3 e 4, as setas indicam as várias saídas e recortes no mesmo ambiente.....	33
FIGURA 3.4	
Dosagem da areia com o uso de um dosador volumétrico.....	35
FIGURA 3.5	
Dosagem do cimento com o uso de um dosador volumétrico.....	36
FIGURA 3.6	
Betoneira de 120 Litros.....	36
FIGURA 3.7	
Materiais dosados no canteiro.....	37
FIGURA 3.8	
Operações de mistura do emboço.....	38
FIGURA 3.9	
Acrescentado o material para finalizar a mistura.....	38
FIGURA 3.10	
Vista de um pilar constituinte de uma parede previamente chapiscado e com as taliscas e mestras.....	39
FIGURA 3.11	
Operações de execução do emboço.....	40
FIGURA 4.1	
Falta de modulação entre a parede e a placa cerâmica.....	49
FIGURA 4.2	
Fluxograma simplificado de um processo de projeto para produção de revestimento cerâmico.....	54
FIGURA 4.3	
Cantoneira de PVC para revestimento cerâmico assentada em conjunto com as placas cerâmicas.....	63

FIGURA 4.4	
Colocação da placa cerâmica em um dos lados da parede.....	64
FIGURA 4.5	
Cantoneira fixada com argamassa colante no lado da parede perpendicular ao que tem a cerâmica já aplicada.....	64
FIGURA 4.6	
Acabamento da quina de 90°.....	64
FIGURA 4.7	
Aspecto final da cantoneira instalada.....	65
FIGURA 4.8	
Hastes helicoidais empregadas na mistura da argamassa colante – Fonte Barros;Sabbatini, 2004.....	70
FIGURAS 4.9 E 4.10	
Misturador de base de base fixa - Fonte: Material de aula – TG 006 – Revestimentos.....	71
FIGURA 4.11	
Desempenadeira com dente de 6 x 6 x 6 mm Fonte: www.quartzolitweber.com.br	72
FIGURA 4.12	
Desempenadeira com dente de 8 x 8 x 8 mm - Fonte: www.quartzolitweber.com.br	72
FIGURA 4.13	
Desempenadeira com dente de raio 10 mm - Fonte: www.quartzolitweber.com.br	73
FIGURA 4.14	
Desempenadeira de borracha - Fonte: www.quartzolitweber.com.br	75
FIGURA 4.15	
Ferramentas para serviços iniciais.....	76
FIGURA 4.16	
Ferramentas para a aplicação e preparação da argamassa colante.....	76
FIGURA 4.17	
Ferramentas e equipamentos para o assentamento e rejuntamento.....	77
FIGURA 4.18	
Serra-copo diamantada - Fonte: www.quartzolitweber.com.br	78
FIGURA 4.19	
Cortador mecânico para corte manual - Fonte: www.irwin.com.br	78
FIGURA 4.20	
Martelo de borracha e martelo de borracha branca - Fonte: www.quartzolitweber.com.br	78

FIGURA 4.21

Serra manual elétrica com disco diamantado - Fonte: www.makita.com.br79

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa do Trabalho

A construção de um edifício é uma atividade complexa que necessita de projeto e planejamento, desde a implantação do canteiro de obras até os serviços finais. Nos dias de hoje, as Construtoras buscam a eficiência e eficácia alinhada com o menor custo possível, pois já entendem que é uma questão de sobrevivência dentro da Indústria da Construção Civil.

Tradicionalmente, na construção de edifícios, algumas partes são mais priorizadas que outras, como a estrutura por exemplo, e nos últimos anos, a alvenaria, os revestimentos de fachada, o contrapiso, entre outros. Houve uma melhora significativa principalmente porque a produção passou a ser conduzida por um projeto específico que possibilita os controles contínuos de processo e de aceitação, e não deixar para a última hora as decisões de como e quando fazer, além de tornar mais eficiente o uso dos recursos como materiais, equipamentos e a própria mão-de-obra.

Entretanto, algumas partes da construção ainda são produzidas sem o planejamento adequado e projeto específico. Esse atraso tecnológico é consequência de diversos fatores que foram abordados por Barros; Sabbatini (2001) entre os quais se destacam: a deficiência no processo de formação profissional de todos os envolvidos; pouca disponibilidade de conhecimento técnico relativo a estas atividades, resultando em uma carência de informações confiáveis que possam subsidiar as tomadas de decisões; a inexistência de um banco de dados técnicos fundamentados em obras já executadas, que possam auxiliar o desenvolvimento de outros projetos e ainda, a dificuldade de informações dentro do setor da construção civil.

Ao apresentarem um estudo sobre o panorama da produção dos revestimentos cerâmicos em fachada no início dos anos 90, Sabbatini; Barros (1990) observaram que a produção dos revestimentos não ocorria baseada num projeto específico, sendo detectados problemas e falhas durante a execução dos serviços que contribuiriam para o aparecimento de patologias.

Propuseram então, a evolução tecnológica baseando-se na elaboração de um projeto voltado para produção dos revestimentos cerâmicos, que contemplasse requisitos de desempenho necessários para evitar o surgimento de patologias e, por conseguinte, possibilitasse incrementar sua durabilidade.

O revestimento cerâmico em paredes internas é uma das atividades que ainda não são produzidas através de um projeto específico. Seu desempenho e qualidade final muitas vezes dependerá do operário que irá executar o serviço, o que poderá gerar imprevistos, desperdícios de materiais e até patologias.

O investimento em um projeto é certamente bem menor que as perdas com a falta dele, sem levar em consideração os custos com a correção de problemas patológicos, e o desgaste da imagem da Construtora que não é mensurável. A tabela 1.1 mostra o quanto representa os custos dos principais componentes do revestimento cerâmico em paredes de um edifício residencial de médio padrão, os quais foram obtidos de uma construtora atuante na região de São Paulo. A tabela 1.1 mostra também as perdas relativas a esses insumos, cujos índices foram obtidos de trabalho realizado por pesquisadores da USP - “Alternativas para redução do desperdício de materiais no canteiro de obra”, publicado no site www.habitare.infohab.org.br.

Tabela 1.1 – Estimativa de custo e perdas constituintes do revestimento. (fonte: www.habitare.infohab.org.br).

Materiais	custo	perdas em paredes internas
Placa cerâmica	2 a 3 %	5 a 30%
Argamassa colante	0,2%	15%
Rejunte	0,05%	20%

As perdas apresentadas na tabela, são estimativas referentes ao revestimento de paredes internas. E o custo é relativo ao custo total da edificação.

Além desses dados, bastante relevantes, a experiência do autor, a partir de diversas obras já realizadas permite afirmar que o desperdício desses materiais pode chegar até 0,5% do custo do edifício, o que é bastante significativo nos dias de hoje.

Há ainda uma questão estética, pois para o cliente final, o revestimento cerâmico é aquilo que ele está vendo, não levando em conta, no momento de sua decisão pela compra, as condições da estrutura, do vedado ou mesmo do substrato em que o revestimento cerâmico será aplicado e muitas vezes é o que caracteriza a qualidade da construtora.

Junginger (2003) ressalta que *“para o usuário final, o aspecto de maior importância no revestimento cerâmico é a sua estética, ou em outras palavras, a opinião do observador sobre a aparência do ambiente revestido. Uma vez que as placas cerâmicas são os componentes visualmente mais expressivos do revestimento cerâmico, elas trazem para si essa grande responsabilidade, qual seja, a de garantir uma estética final agradável”*. E ainda observou que ao visitar sete obras com revestimento cerâmico em fachada os engenheiros residentes não possuíam conhecimento sobre o rejunte a ser utilizado e tampouco sua especificação estava prevista em projeto. Em muitos casos a seleção de materiais era feita tendo como base a facilidade de entrega por parte de fornecedor e o custo do material.

O estudo do revestimento cerâmico em fachada não é o foco deste trabalho, porém, esta observação mostra a falta de conhecimento técnico na tomada de decisão, e se isto ocorre com a fachada do edifício – cartão postal da empresa – quanto mais com os seus revestimentos internos.

Os revestimentos cerâmicos utilizados em áreas internas sofrem bem menos agressões das ações naturais de sol e chuva, poluições, e as tensões transmitidas pela base são de menor intensidade; entretanto, a elaboração um projeto específico para o revestimento cerâmico interno, é defendida neste trabalho devido aos potenciais ganhos que podem ser observados em outros serviços que já possuem esta ferramenta e são utilizados comumente em várias construtoras como: projetos para fôrmas, alvenaria, cerâmicas em fachada, contrapiso, e outros mais utilizados somente quando há alguma tecnologia muito específica como fachadas pré-fabricadas em concreto, chapas de alumínio, peles de vidro etc.

O profissional, no momento da execução, deve se ocupar apenas com a atividade produtiva, conforme orientações contidas no projeto; sua ação deverá ser voltada para o aumento da sua produtividade e, para tal, é necessário que o operário saiba o que deve ser feito a partir de especificações claras e precisas.

Procurando contribuir com a capacitação do meio técnico e profissional na produção de revestimento cerâmico em paredes internas, este trabalho irá abordar a partir do projeto para produção, a diminuição das perdas, melhora na qualidade final, padronização dos procedimentos de controle e recebimento, indicação dos materiais e ferramentas buscando assim a eficiência e eficácia na produção do revestimento. Pretende-se, portanto, fornecer condições para que este serviço possa ser planejado desde a etapa da escolha dos materiais até o recebimento pelo cliente final, com vistas a sua racionalização, a partir de uma visão sistêmica desta atividade.

1.2 Objetivos do trabalho

O objetivo do presente trabalho será apresentar diretrizes que subsidiem a elaboração de um projeto específico para produção de revestimento cerâmico em paredes internas.

1.3 Metodologia

A metodologia adotada para que se pudesse chegar ao objetivo proposto é apresentada na seqüência:

Estudo bibliográfico: Abordagem tanto dos conceitos relativos ao projeto, quanto daqueles relativos à tecnologia de produção dos revestimentos cerâmicos para áreas internas de edifícios, buscando parâmetros para a definição do projeto específico.

Levantamento em campo: entrevistas com os profissionais envolvidos no processo de produção de revestimento cerâmico e levantamento de dados de obra. Para o levantamento foi escolhida uma construtora que atua no Estado de São Paulo na construção de edifícios multipavimentos e já utiliza em seus processos produtivos tecnologias construtivas racionalizadas e projetos para produção de algumas partes do edifício.

O objetivo foi conhecer como é planejado e executado o revestimento cerâmico em todas as suas etapas, procurando identificar o tratamento e nível de importância dispensado a esse serviço, bem como o estágio tecnológico dessa construtora que é considerada referência de qualidade no mercado atual.

Essa abordagem ajudou a traçar o cenário atual do tema central deste trabalho, levando à elaboração de propostas de diretrizes condizentes com a realidade e que possam de forma eficaz contribuir com a racionalização e a visão sistêmica dos métodos construtivos na construção civil.

Proposta de projeto: apresentação de uma proposta de um projeto para produção de revestimento cerâmico (modelo) para ilustrar suas características e finalidades, abrindo a discussão para os pontos positivos e negativos.

1.4 Estrutura do trabalho

- Este primeiro capítulo busca justificar a importância do tema dentro do contexto das construtoras que buscam racionalizar seus processos e também apresentar o objetivo a ser atingido, a metodologia empregada no desenvolvimento do trabalho e a sua estrutura.
- O segundo capítulo trata de todos os constituintes do revestimento cerâmico em paredes, apresentando suas funções e características.
- O terceiro capítulo apresenta os levantamentos realizados em campo, experiências do autor e análise das entrevistas; também neste capítulo serão ilustrados os métodos e práticas da construtora estudada.
- No quarto capítulo são apresentadas as diretrizes para elaboração do projeto para produção específico para os revestimentos cerâmicos de paredes internas de edifícios, as informações que o projeto deve conter e a importância de cada uma.
- No quinto e último capítulo são apresentadas as considerações finais sobre este estudo e as expectativas do autor na disseminação da visão sobre o assunto.

2. Revestimento cerâmico em paredes internas.

2.1 Constituição, funções e propriedades.

O revestimento cerâmico pode ser considerado como sendo um conjunto monolítico composto por uma sucessão de camadas aderidas à base suportante - alvenaria, estrutura, ou gesso acartonado – cuja camada exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Considera-se como uma dessas camadas o emboço, quando a base exige regularização ou mesmo uma maior capacidade de absorver deformações. Neste caso, o conjunto do revestimento é usualmente composto por:

- a) Camada de emboço: no caso em que a base é de alvenaria ou estrutura de concreto;
- b) Camada de fixação: argamassa colante ou material adesivo (menos comum na realidade brasileira)
- c) Cerâmica: placas cerâmicas;
- d) Juntas entre componentes: espaços deixados entre as placas cerâmicas, preenchidos por uma argamassa de rejuntamento.

Este conjunto deve se comportar solidariamente, tal qual uma corrente, ou seja, se uma delas falhar, todo o conjunto pode ficar comprometido (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

O substrato (emboço) possui importância fundamental no desempenho deste subsistema. A primeira função do emboço é corrigir as imperfeições da base para a aplicação da placa cerâmica; por outro lado, possui uma outra importante função que é absorver as deformações da base (alvenaria, estrutura), amenizando também os níveis de tensões que irão atuar sobre a camada de revestimento cerâmico.

Todavia, recentemente tem sido verificada a aplicação direta da placa cerâmica sobre a base, sem a aplicação do emboço, o que leva a que as tensões provenientes da deformação da base atuem diretamente no revestimento cerâmico, solicitando-o a ponto de, muitas vezes, levar ao destacamento da placa cerâmica. O uso desse procedimento merece grande atenção e estudo específico, não sendo, por isto, abordado neste trabalho.

Segundo o Relatório Técnico EPUSP-ENCOL R06/90 (SABBATINI et al., 1990) as principais funções do revestimento são:

- Proteger os elementos de vedação do edifício;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções: isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra fogo, dentre outras;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação;
- Proporcionar acabamento final aos revestimentos de piso e parede.

Para cumprir adequadamente essas funções, o revestimento cerâmico deve apresentar um conjunto de propriedades cujas principais são apresentadas na seqüência.

- Resistência de aderência: capacidade de permanecer aderido à base e manter as camadas aderidas entre si;
- Resistência mecânica: capacidade de resistir às solicitações decorrentes do uso, do ambiente e de outros subsistemas;
- Capacidade de absorver deformações: conseguir absorver as deformações causadas pelas movimentações ocorridas nos outros subsistemas a que está aderido (alvenaria, estrutura, por exemplo) e também aquelas decorrentes da movimentação devida à variação térmica ou higroscópica.

- Proteção térmica e acústica, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra fogo: apresentar características que permitam ao revestimento integralizar as propriedades da vedação vertical, particularmente, a proteção térmica e acústica, a estanqueidade e a segurança contra o fogo;
- Características superficiais e de permeabilidade compatíveis com as condições de uso: ser de fácil limpeza, por exemplo;
- Durabilidade e eficiência: permanecer em adequadas condições de uso durante a vida útil do ambiente.

2.2 Camadas e elementos constituintes

Segundo Barros; Sabbatini (2004), o revestimento cerâmico se caracteriza por ter a camada de acabamento constituída por placas cerâmicas e como conceito, deve ser considerado como um revestimento constituído de múltiplas camadas, conforme figura 2.1.

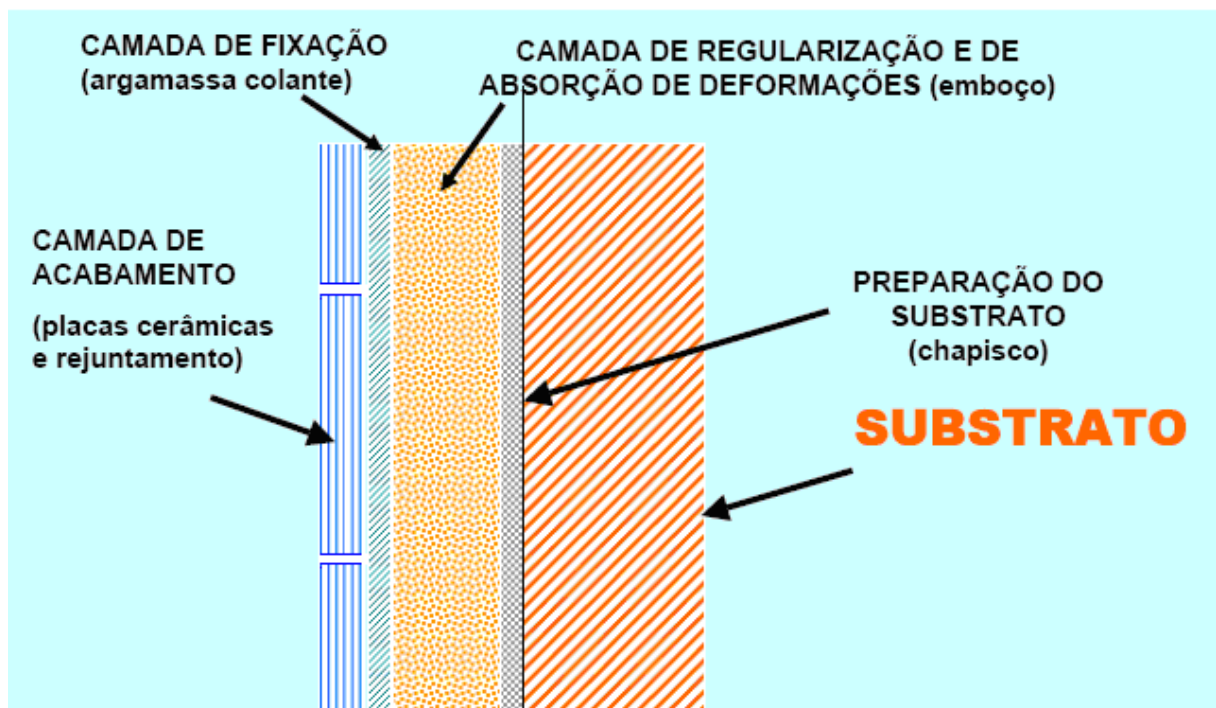


Figura 2.1 – Conceito de múltiplas camadas do revestimento cerâmico interno. (Adaptado de Barros, Sabbatini, 2004).

2.2.1 Emboço - Camada de regularização e de absorção de deformações

Neste trabalho não se discutirá com profundidade a dosagem e a produção das argamassas de emboço, pois o estudo detalhado desse assunto foi objeto de análise de diversos trabalhos, dentre eles o de Selmo (1989).

Ao elaborar o projeto de produção do revestimento cerâmico, deve-se conhecer os procedimentos de produção dos emboços de argamassa que servirão de substrato suporte para o revestimento cerâmico utilizados pela Construtora. No capítulo 4 serão apresentados requisitos e especificações do desempenho deste tipo de emboço.

A NBR 7200 (1998) que aborda a execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânica (ou argamassa de revestimento) conceitua esse material da seguinte forma: *“mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”*.

Basicamente, a composição das argamassas é uma mistura de agregados (areia), cimento Portland, cal hidratada e água, as quais podem ser dosadas em obra ou industrializadas e devem ser especificadas pelo projetista ou consultor de revestimento de argamassas da construtora.

Nos edifícios estruturados em concreto armado e vedação em alvenaria, os revestimentos de argamassa têm, em geral, algumas funções importantes. Essas funções estão apresentadas como recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos e foram extraídos de Barros; Sabbatini (2004):

- a) Proteger os elementos de vedação dos edifícios – paredes e tetos;
- b) Integrar o sistema de vedação, contribuindo efetivamente para o cumprimento de uma ou mais de suas funções, tais como: isolamento térmico, acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança ao fogo entre outras;
- c) Regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir de base para a aplicação do acabamento final;

d) Absorver deformações provenientes da base.

Na construção tradicional, as paredes de vedação e divisórias empregadas com maior frequência nos edifícios são constituídas de concreto armado, alvenarias de blocos cerâmicos ou blocos de concreto.

Sabbatini (2004) defende que os revestimentos cerâmicos não sejam aplicados diretamente sobre bases, principalmente devido às suas características superficiais (falta de regularidade geométrica) que inviabilizam o assentamento das placas com camadas de pequenas espessuras de adesivos ou argamassas colantes. Também acrescenta o potencial aparecimento de patologias sobretudo a perda de estanqueidade e aparecimento de fissuras devido à falta de conhecimento e domínio da técnica de aplicação direta da placa cerâmica sobre a base.

Os emboços de argamassa, que servem de base para os revestimentos cerâmicos, devem ser projetados e construídos para este fim, levando-se em consideração as especificidades da situação e parâmetros como o tipo da placa cerâmica e os movimentos da base que serve de suporte.

Devem apresentar aderência compatível com os esforços a que estarão sujeitos. Esta camada deve suportar a camada cerâmica aderida sobre ela e manter-se aderida à base.

Para que a camada de emboço seja adequada à aplicação da placa cerâmica, deverá apresentar características superficiais de adequado acabamento e também correta planicidade de modo a que se possa aplicar a placa cerâmica com o uso de argamassa colante de pequena espessura.

2.2.2 Gesso Acartonado

As divisórias em gesso acartonado são definidas por Sabbatini (1998) como sendo:

“um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa ou desmontável, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituída por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento de chapas de gesso acartonado”.

Devido à sua baixa rigidez e à maior resiliência dessas vedações, pode-se considerar que essas não contraventam os elementos estruturais; porém, devem cumprir todas as outras funções das vedações internas, inclusive a de servir de base para o assentamento do revestimento cerâmico.

Neste trabalho não se irá abordar todas as funções e características das vedações verticais internas com gesso acartonado por se entender que este é um assunto que merece estudo específico devido a suas particularidades; no entanto, é de extrema importância que se conheçam alguns cuidados que devem ser previstos neste tipo de vedação vertical ao elaborar o projeto de produção de revestimento cerâmico.

Na execução de divisórias em ambientes molháveis, alguns cuidados específicos devem ser tomados, relativos à incidência da água na placa de gesso acartonado. Taniguti (1999), ao estudar os métodos construtivos para uso deste sistema, relacionou algumas diretrizes para o projeto da divisória de gesso acartonado prevendo como revestimento final a aplicação de revestimento cerâmico.

- O espaçamento entre os montantes que compõem a estrutura da divisória deve ser de, no máximo, 400 mm de centro a centro;
- Os ângulos internos da divisória de gesso acartonado devem ser reforçados para que tenham maior rigidez;
- A camada de revestimento cerâmico não deve exceder 32 Kg/m²;
- Antes de se iniciar o serviço, devem-se verificar as disposições da estrutura de suporte da divisória para evitar possíveis deformações. A superfície a ser revestida com cerâmica deve estar rígida e plana;
- Certificar-se de que as superfícies das chapas de gesso não sofram distorções e ondulações, nem durante a fixação da placa cerâmica e nem durante o uso;

- Observar o detalhe de encontro de interface entre o piso e a divisória, pois se deve tomar o cuidado para que a chapa de gesso não encoste no piso, procurando assim evitar o seu contato com a água.
- Verificar o uso de placas de gesso acartonado apropriadas para áreas molháveis. O padrão global para a identificação desse tipo de chapa é a cor verde do cartão que reveste a face exposta.

Os fabricantes brasileiros de chapas de gesso - LAFARGE GESSO, PLACO DO BRASIL - recomendam em seus catálogos de produtos, o emprego das chapas resistentes à água nas áreas molháveis como banheiros, cozinhas e áreas de serviço, não alertando para as possíveis conseqüências em se utilizar esse tipo de chapa nas áreas mais críticas, como o boxe do banheiro, por exemplo.

Segundo Taniguti (1999), esse componente, apesar de ser recomendado para ambientes molháveis, não deve ser usado em área expostas constantemente a uma taxa de umidade relativa superior a 95% e temperatura superior a 50°C, pois esses fatores podem modificar as características desse tipo de chapa de gesso, comprometendo o desempenho da divisória.

Para evitar esse problema, é comum a utilização de chapas cimentícias nas áreas onde a incidência de água ou a utilização de vapor é maior, como no box do banheiro, por exemplo. Essas chapas são compostas por cimento e agregados sendo reforçadas com fibra de vidro. Foi introduzida no Brasil pela fabricante alemã KNAUF e atualmente é fabricada e comercializada também por outros segmentos industriais.

Possuem também a característica de ser constituída de uma face rugosa e outra lisa. No caso de se empregar argamassa colante para fixação da placa cerâmica, deve-se utilizar a face rugosa da chapa cimentícia e, no caso da cerâmica ser aplicada com material que promova adesão química, utiliza-se à face lisa da chapa.

Ao elaborar um trabalho sobre avaliação do desempenho de vedações verticais internas em chapa de gesso acartonado frente à ação da umidade, Medeiros (2004) relacionou algumas recomendações aqui sintetizadas:

- O revestimento mais recomendado para áreas úmidas é o cerâmico, mas é importante ressaltar que onde houver incidência direta de água, como é o caso específico do boxe do banheiro, esse revestimento deve estar sempre associado ao uso de um sistema de proteção da chapa, que pode ser uma pintura de impermeabilização à base emulsão acrílica isenta de estireno ou emulsão asfáltica;
- A recomendação da Norma francesa Caiher 3265 citada por Barros, Medeiros (2005), especifica a argamassa colante empregada para aplicação de revestimento cerâmico em chapas de gesso acartonado como sendo do tipo flexível, devendo apresentar flexibilidade de 3,0 mm, segundo ensaio da Norma Européia 12002 de 1997;
- O rejunte utilizado no revestimento cerâmico, a exemplo da argamassa colante, também deverá ser flexível. Não deverá desenvolver microorganismos e deverá conter aditivos impermeabilizantes;
- Nas paredes próximas de pias, tanques e lavatórios recomenda-se o uso do revestimento cerâmico, com altura de pelo menos 50 cm a partir dessas peças, avançando-se 30 cm de cada lado, da mesma maneira que o sistema de proteção empregado;

Há algumas outras especificações quanto às argamassas para assentamento e rejuntamento a serem empregadas quando da utilização de placas de gesso acartonado. Por exemplo, o Guia Weber (2005), produzido pelo fabricante de argamassas SAINT-GOBAIN-QUARTZOLIT, recomenda o uso de argamassa colante para assentamento tipo AC III, que possui características próprias para absorver maiores tensões na interface entre placa cerâmica e a base de assentamento; recomenda também argamassa de rejuntamento menos rígida, chamada de “rejunte flexível”. Esses dois materiais serão abordados mais profundamente no capítulo específico.

2.2.3 Placa cerâmica

A NBR 13816 (ABNT, 1997) que trata sobre a terminologia aplicada às placas cerâmicas para revestimento, baseia-se na normalização internacional para a conceituação de revestimentos cerâmicos e define “placa cerâmica” como sendo:

“material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A) ou prensagem (representada pela letra B), podendo ser conformadas por outros processos (representadas pela letra C). As placas são então secas e queimadas à temperatura de sinterizadas¹. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas, em correspondência aos símbolos GL (glazed) ou UGL (unglazed), conforme ISO 13.006. As placas são incombustíveis e não afetadas pela luz”.

Segundo Medeiros (1999), este conceito é muito genérico, pois pode-se entender também que os tijolos cerâmicos prensados poderiam se chamar igualmente de placa cerâmica; então, buscando uma maior precisão na definição de placa cerâmica, o mesmo autor, com base na nomenclatura internacional, definiu placa cerâmica com o conceito que se apresenta na seqüência, o qual foi adotado no presente trabalho:

“Placas cerâmicas são componentes cuja duas dimensões (largura e altura) predominam sobre uma terceira (espessura), produzidas a partir de argilas e/ou outras matérias-primas inorgânicas, conformadas através de extrusão (tipo A) ou prensagem (tipo B) e sinterizadas por meio de processo térmico, e utilizadas como componente principal da camada externa de revestimentos cerâmicos de pisos e paredes”.

São conhecidas como pastilhas as placas cerâmicas que possuem dimensões reduzidas (normalmente até 50 x 75 mm) e são agrupadas e coladas em folhas de papel *Kraft* ou tela sintética e mais recentemente por meio de adesivos. A finalidade das folhas de pastilhas é facilitar o manuseio e assentamento das pequenas placas. As pastilhas podem ser de porcelana ou vidro, podendo ser ou não esmaltadas.

As placas cerâmicas podem ser classificadas de diversos modos; algumas de forma prática e outras tendo como base a sua capacidade de absorção de água. As tabelas 2.1 e 2.2 mostram as classificações da norma brasileira NBR 13817 (ABNT, 1997).

¹ A sinterização é um processo químico pelas quais, duas ou mais partículas sólidas se aglutinam pelo efeito do aquecimento a uma temperatura inferior à de fusão, mas suficientemente alta para possibilitar a difusão dos átomos das redes cristalinas.

- Esmaltadas e não esmaltadas – devido à presença ou não do vidrado na face exposta
- Prensadas ou extrudadas – para designar o processo de manufatura empregado na sua produção
- Vermelha ou branca – para caracterizar o grupo cerâmico em função dos tipos de matérias-primas utilizadas

As placas cerâmicas para revestimento possuem características próprias determinadas por suas propriedades. As principais propriedades das placas cerâmicas de interesse para o revestimento de paredes internas são sintetizadas na seqüência.

a) Padrão dimensional:

Segundo a NBR 13818 (ABNT 1997), alguns termos são utilizados para a especificação e normatização das dimensões das placas cerâmicas:

Dimensão nominal (n): É a dimensão utilizada para descrever o formato do produto.

Dimensão real individual de cada placa (r): É a dimensão média dos quatro lados de uma placa cerâmica quadrada, ou de dois lados correspondentes de uma placa retangular.

Dimensão real média (R): É o tamanho médio de 10 placas.

Dimensão de Fabricação (W): É a dimensão especificada para fabricação, com a qual a dimensão real deve estar conforme, dentro de tolerâncias que constam nesta norma.

Calibres: Os lados das placas cerâmicas são medidos e classificados pelo fabricante em três faixas de dimensão denominados calibres, como o exemplo a seguir, para placas de 200 x 200 mm. os calibres podem ser 197- 198 mm, 198- 199mm, 199- 200 mm. O calibre da placa cerâmica é indicada na embalagem do produto.

b) Absorção de água: é uma propriedade da placa cerâmica e está diretamente relacionada com a porosidade da peça. Outras características como resistência mecânica, resistência ao impacto, resistência ao gelo, resistência química, entre outras, estão associadas com a absorção de água. A tabela 2.1 apresenta a classificação das placas cerâmicas em função da capacidade de absorção de água e do seu processo de conformação.

Tabela 2.1 - Classificação das placas cerâmicas para revestimentos em função da absorção de água e do processo de conformação (NBR 13817 - ABNT, 1997).

PROCESSO DE CONFORMAÇÃO	GRUPOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA			
	GRUPO I $E \leq 3\%$	GRUPO IIa $3\% < E \leq 6\%$	GRUPO IIb $6\% < E \leq 10\%$	GRUPO III $E \leq 10\%$
A EXTRUDADO	Grupo AI	Grupo AIIa ₁	Grupo AIIb ₁	Grupo AIII
		Grupo AIIa ₂	Grupo AIIb ₂	
B PRENSADO A SECO	Grupo BIa	Grupo BIIa	Grupo BIIb	Grupo BIII
	Grupo BIb			
C OUTROS PROCESSOS	Grupo CI	Grupo CIIa	Grupo CIIb	Grupo CIII

Observações:

- Grupo BIII engloba apenas placas vidradas. Existe uma pequena produção de placas prensadas a seco não vidrada com absorção maior que 10% que não entram neste grupo;
- Os Grupos AIIa e AIIb são divididos em duas partes com diferentes especificações de produção.

c) Resistência Mecânica à Flexão e Carga de Ruptura: propriedade da placa cerâmica de suportar cargas. A resistência da peça depende da absorção de água e também da espessura. Quanto maior a espessura maior a resistência.

d) Resistência às Manchas (Limpabilidade): indica a facilidade de limpeza; quanto mais lisa a superfície da placa cerâmica, mais fácil de limpar. A tabela 2.2 apresenta as resistências ao manchamento e classes de limpabilidade.

Tabela 2.2 - Resistência ao manchamento e classe de limpabilidade (NBR 13817 – ABNT, 1997).

RESISTÊNCIA A MANCHAS (LIMPABILIDADE)	
CLASSE	RESISTÊNCIA
1	impossibilidade de remoção de manchas
2	mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
3	removível com produto de limpeza forte (média facilidade de remoção de manchas)
4	removível com produto de limpeza fraco (boa facilidade de remoção de manchas)
5	máxima facilidade de remoção de manchas

e) Resistência ao Ataque Químico:

Dividida em duas classes:

- Residencial – todos os revestimentos cerâmicos devem ser resistentes aos produtos químicos domésticos e são ensaiados com eles.
- Industrial – quando se especificam revestimentos para indústrias, recomenda-se realizar testes com os mesmos reagentes que deverão resistir, sob as mesmas condições de uso na indústria.

Na tabela 2.3 estão as classificações de resistência ao ataque químico das placas cerâmicas.

Tabela 2.3 - Resistência ao ataque de agentes químicos (NBR 13817 – ABNT, 1997).

NÍVEIS DE RESISTÊNCIA QUÍMICA	
CLASSIFICAÇÃO DAS PLACAS ESMALTADAS	
alta	A
média	B
baixa	C

f) Resistência ao Risco (dureza Mohs):

Ainda sem normalização no Brasil, há valores que designam classes para essa característica, tomando como referência à dureza do diamante na classe Mohs e observando também o quartzo (areia) constante no cotidiano.

Essa característica está relacionada diretamente com o esmalte; os revestimentos brilhantes têm baixa resistência ao risco.

g) Resistência ao Gretamento

O termo "gretamento" refere-se às fissuras da superfície esmaltada, similares a um fio de cabelo. Seu formato é, geralmente, circular, ou espiral, ou em forma de teia de aranha e é resultante da diferença de dilatação entre a massa e o esmalte. O ideal é que a massa dilate menos do que o esmalte.

A tendência ao gretamento é medida submetendo a placa cerâmica a uma pressão de vapor de cinco atmosferas, ou seja, a uma pressão cinco vezes maior que a pressão normal, por um período de duas horas.

Esse processo acelerado reproduz a EPU (Expansão por Umidade) que a placa sofrerá ao longo dos anos, depois de assentada.

h) Classes Quanto ao aspecto superficial ou análise visual

A NBR 13817 (ABNT 1997), classifica as placas cerâmicas como produto de primeira qualidade quando 95% das peças examinadas, ou mais, não apresentam defeitos visíveis na distância padrão de observação (1,00m +/- 0,05 m de distância de uma painel de 1 m²).

2.2.4 Camada de fixação com Argamassa Colante

Segundo a norma brasileira NBR 14081 (ABNT, 2004), argamassa colante industrializada é definida como: *“Produto industrial no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que, misturados com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento”*.

Medeiros; Sabbatini (1999) adotaram de maneira genérica o termo argamassa adesiva para a camada de fixação da placa cerâmica, pois abordam, além da argamassa à base de cimento, adesivos à base de emulsão e resinas, que também são empregados no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Segundo Silva (2003), além da argamassa colante de base cimentícia, existem outros produtos que fazem a função de camada de fixação, chamados genericamente de adesivos, os quais usualmente são classificados em:

- **Adesivo à base de emulsão:** mistura de aglomerantes orgânicos, na forma de um polímero em dispersão aquosa, aditivos orgânicos e adição de minerais. O produto já está pronto para uso.
- **Adesivo de pasta de resina:** mistura de adições em solução com aglomerantes orgânicos e solventes voláteis. É denominado adesivo de resina de reação monocomponente.
- **Adesivo de resina de reação:** mistura de resina sintética, adições minerais e aditivos orgânicos, cujo endurecimento ocorre por reação química. O produto pode ser constituído de dois ou mais componentes.

Segundo Medeiros; Sabbatini (1999), as pastas de resina são largamente utilizadas em outros países. São constituídas basicamente por adesivos sintéticos, principalmente as resinas vinílicas e acrílicas. As resinas de reação são os adesivos que possuem desempenho superior a praticamente todos os demais tipos de materiais de fixação, geralmente constituída por dois componentes, um adesivo e um catalisador.

Medeiros (1999) ressalta que a maioria das argamassas colantes é constituída basicamente de cimento Portland, areia silicosa de granulometria controlada e aditivos orgânicos que modificam ou ajustam suas propriedades. Os principais aditivos utilizados são as resinas sintéticas orgânicas, destacando-se as resinas celulósicas e os polímeros vinílicos, acrílicos e estirenos-butadienos.

As resinas celulósicas são usadas como retentores de água e plastificantes, enquanto as vinílicas e acrílicas modificadas são empregadas principalmente para melhorar a aderência e aumentar a capacidade de absorver deformações.

Segundo este mesmo autor, as argamassas colantes convencionais ou comuns possuem normalmente apenas um tipo de aditivo que modifica suas propriedades, que são os éteres de celulose modificados cuja principal função é aumentar a capacidade de retenção de água, permitindo a adequação do “tempo em aberto”. Entre estes agentes destacam-se os aditivos à base de celulose os mais empregados nas argamassas colantes.

Neste trabalho, o enfoque será para a argamassa colante por ser o produto mais utilizado em revestimentos internos de edifícios, mesmo quando o substrato é em gesso acartonado.

Classificação das argamassas colantes:

A correta classificação da argamassa é muito importante para a especificação do produto, por propiciar o emprego adequado a cada condição de utilização.

Segundo Medeiros (1999), a propriedade fundamental que diferencia as argamassas é a capacidade de retenção de água. É esta propriedade que permite que o material seja aplicado em camada fina, sem perder para base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland. A capacidade de retenção de água da argamassa influencia diretamente no seu “tempo em aberto”.

O “tempo em aberto” é definido pela norma NBR 14081 (ABNT, 2004) como sendo o maior intervalo de tempo para a qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a

argamassa colante, a qual proporcionará, após um período de cura, adequada resistência à tração simples ou direta.

Quanto maior for a capacidade de retenção de água da argamassa, maior será o “tempo em aberto”; na prática, esse é o intervalo de tempo que o operário terá entre o espalhamento da argamassa na parede e a colocação da placa cerâmica, sem prejudicar a aderência na interface argamassa/placa cerâmica.

No Brasil, as argamassas colantes foram classificadas em quatro tipos, sendo que as diferenças básicas entre elas estão concentradas no “tempo em aberto” e na capacidade de aderência (NBR 14081 - ABNT, 2004).

A classificação é indicada pela sigla AC (Argamassa Colante). Pode-se observar na tabela 2.6 que os requisitos estão atrelados à indicação do local de utilização, ou ao desempenho desejado.

Tabela 2.4 - Requisitos das argamassas colantes (NBR 14081 - ABNT, 2004).

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante industrializada				
			AC I	AC II	AC III	E	
Tempo em aberto	NBR 14083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa do tipo I, II ou III com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 minutos do especificado nesta tabela	
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em:	Cura normal	NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5		≥ 1,0
	Cura submersa em água		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5		≥ 1,0
	Cura em estufa		MPa	-	≥ 0,5		≥ 1,0
Deslizamento	NBR 14085	mm	≥ 0,7	≥ 0,7	≥ 0,7		

A NBR 14081 (ABNT 2004), também especifica a recomendação para o uso da argamassa, conforme apresentado na seqüência.

A argamassa do tipo “AC-I” é especificada para revestimentos internos. Pela tabela 2.4 percebe-se que o critério para o tempo em aberto avaliado em laboratório é menor em relação às demais classes de argamassa. Mesmo sendo indicada para usos internos, há uma ressalva na norma de que não deve ser aplicada para revestimentos especiais como em saunas, estufas, churrasqueira e outros.

A argamassa do tipo “AC-II” é especificada para uso exterior. Ainda acrescenta que, o produto deve apresentar características de adesividade suficientes para absorver esforços decorrentes de ciclos térmicos e higrotérmicos e, da ação de carregamento. Somente no Brasil isto ocorre. Em outros países, a argamassa de uso exterior é a partir da AC-III, que é realmente uma argamassa flexível. A AC-II pode não ser flexível, característica fundamental para uma argamassa colante poder ser utilizada no exterior.

As argamassas tipo “AC-III” são consideradas de alta resistência e especificadas para altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/argamassa e placa/argamassa. Segundo a NBR 14081 (2004) a característica E (especial) proporciona o tempo em aberto estendido.

2.2.5 Juntas

A norma NBR 13754 (ABNT, 1996) define junta como sendo: “um espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos”, e classifica as juntas em quatro tipos, relacionando-as com suas funções:

1. Junta de assentamento ou entre componentes: espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes;
2. Junta de movimentação: espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da parede ou do próprio revestimento;

3. Junta estrutural: espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto.
4. Juntas especiais: esta mesma norma cita “juntas especiais” em sua classificação, porém, não especifica quais seriam.

Neste trabalho serão abordadas apenas as juntas de assentamento ou entre componentes, pois as outras não são comumente encontradas em revestimentos internos. Essas juntas são originadas pelo afastamento, das peças cerâmicas entre si, por alguns milímetros. A necessidade deste tipo de juntas é devida às seguintes causas:

- a) Absorver as variações dimensionais das peças cerâmicas, permitindo o alinhamento nas duas direções ortogonais e nos esquadros.
- b) Absorver tensões geradas pelas dilatações termo-higroscópicas sofridas pela placa cerâmica;
- c) Permitir a penetração perfeita do material de preenchimento;
- d) Harmonizar o tamanho das peças, com a largura das juntas valorizando esteticamente o conjunto;
- e) Facilitar, caso necessário, a remoção das peças.

A espessura mínima das juntas deverá ser dimensionada também em função das dimensões das placas cerâmicas. No capítulo 4 são propostas as espessuras de juntas para os diversos componentes cerâmicos utilizados.

As juntas entre componentes usualmente são preenchidas por um material apropriado, pois se não forem, perderão a característica de estanqueidade, além de permitirem a impregnação de sujeira.

São diversos os materiais empregados no preenchimento das juntas, sendo que Junginger (2003) define rejunte, como sendo um composto destinado a preencher as juntas

entre placas cerâmicas, apresentando-se trabalhável durante a etapa de aplicação e endurecendo após certo período de tempo. Tal composto pode ser argamassa, nata de cimento, resina epóxi ou outros; todos especificados de maneira conveniente a atender funções específicas.

O mesmo autor define também rejuntamento como o ato ou ação de preencher as juntas entre placas cerâmicas com um composto específico para tal função, ou seja, o rejunte.

A norma NBR 14992 (ABNT, 2003) conceitua a argamassa de rejuntamento da seguinte forma:

“Argamassa de Rejuntamento - A.R. – mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, para aplicação nas juntas de assentamento de placas cerâmicas, classificada segundo o ambiente de aplicação e requisitos mínimos desta norma.”

2.2.5.1 Funções dos rejuntas

As propriedades dos rejuntas estão diretamente relacionadas com suas funções. Quanto maiores as solicitações a que o revestimento cerâmico está exposto, maior também são os esforços que atuam sobre o rejunte e por conseqüência, maiores as exigências quanto ao seu desempenho.

Nos revestimentos cerâmicos internos, devido à baixa incidência de insolação e de variação térmica, as variações dimensionais a que estão sujeitos são de menor amplitude se comparadas com as que ocorrem nos revestimentos de fachada, mais sujeitos aos ciclos higrótérmicos e também às variações bruscas de temperatura. Portanto, um rejunte externo será muito mais solicitado do que o interno. Por outro lado, há outros tipos de solicitação interna que não ocorrem externamente, como por exemplo, o ataque por águas que contém sabões, resultantes da lavagem de áreas internas ou mesmo da assepsia dos usuários.

Assim, Junginger (2003) define as funções mais importantes dos rejuntas como sendo:

- **Auxiliar no desempenho estético do revestimento:**

Dentre as características do rejunte, a coloração, a rugosidade superficial, a regularidade geométrica e o acabamento homogêneo são fundamentais para a aparência final do revestimento. Por exemplo, enquanto cores de rejunte semelhantes à cor das placas tendem a deixar o painel de revestimento com aspecto contínuo, cores discrepantes ressaltam o efeito da modularidade da superfície revestida, resultando em aspecto estético completamente distinto.

Quando o rejunte é mal executado, ele “destrói” o revestimento. O aspecto é horrível, por melhor que a placa cerâmica tenha sido assentada.

- **Estabelecer Regularidade Superficial:**

Quanto ao acabamento final do rejunte, ele pode ser dado de forma plana e rente às placas cerâmicas eliminando as reentrâncias, ou pode ser frisado. No caso de placas com bordas retas (90°), é recomendável o acabamento plano para que não fiquem expostas as “quinas vivas” que pode não ser esmaltado.

- **Compensar Variação nas dimensões e Facilitar o Assentamento das Placas:**

As normas relativas às placas cerâmicas estabelecem tolerâncias para suas dimensões.

Essa variação dimensional, por mínima que seja, é inevitável devido ao processo de fabricação das placas. Admitindo-se isso, a colocação com junta seca, por exemplo, considerando-se o aspecto estético, resultará em uma malha descontínua, pelo desencontro das juntas entre placas, além de impossibilitar a acomodação dos esforços causados pelas variações dimensionais das placas.

Portanto, a existência da junta é imprescindível para absorver as pequenas variações dimensionais entre as placas.

Outro aspecto importante das juntas é que elas facilitam a troca individual das peças, quanto maior a largura da junta, mais facilmente poderão ser feitas substituições de peças sem danificar as que estão em volta.

- **Vedar o Revestimento Cerâmico**

A passagem de água para trás do revestimento pode levar ao surgimento de patologias como manchamento ou eflorescência. A penetração da água ocorre por falhas no rejuntamento ou fissuras entre o rejunte e a placa cerâmica. As fissuras podem acontecer por vários motivos como, por exemplo, cura debilitada por condições ambientais agressivas; retração excessiva da argamassa; argamassa com retenção de água incompatível com o tipo da placa; aplicação do rejunte em juntas contendo restos de argamassa, sujeira ou poeira; utilização de rejunte para junta fina em junta larga e vice-versa, excesso de água de amassamento, movimentação excessiva do substrato, fadiga do rejunte por ciclos higrotérmicos etc. (JUNGINGER, 2003). Cuidados durante a execução deverão ser tomados para evitar a ocorrência desses problemas.

- **Permitir Difusão de Vapor de Água**

O rejunte em seu estado endurecido deve possuir a propriedade de ser permeável ao vapor de água, contribuindo para o equilíbrio higrotérmico entre dois ambientes distintos. Junginger (2003) cita que a difusão de vapor é importante função dos rejuntos e que algumas normas e códigos de obras requerem que um mínimo de 10% da superfície revestida seja permeável ao vapor de água, seja ele oriundo da infiltração ou condensação da umidade do ar. Com essa especificação, placas maiores que 30 cm exigem juntas com largura acima do limite especificado para os rejuntos tipo junta larga, para juntas até 12 mm. Porém, essa exigência torna-se inviável por questões estéticas e dificuldade no acabamento do rejunte.

- **Proporcionar Alívio de Tensões:**

Pelo fato de o revestimento cerâmico ser constituído por componentes e elementos diversos (rejunte, placas cerâmicas, argamassa colante e substrato), que possuem propriedades diferentes, a movimentação originada em algum deles será transmitida aos demais.

Se a movimentação ocorrer no emboço, primeiro a argamassa colante absorve, depois passa para a camada mais externa, ou seja, para a camada de revestimento cerâmico que contém as juntas. Neste caso, as juntas deverão ter a capacidade de aliviar as tensões que ocorrem na camada. Quando as tensões são originadas pela variação térmica, por exemplo, as

juntas também são responsáveis pelo alívio das tensões, visto que as placas cerâmicas apresentem elevado módulo de elasticidade.

Dada essa importante função da junta, o uso de espaçadores plásticos para juntas, que permanecem no seu interior após o assentamento não é recomendável, pois geram alguns fatos que podem vir a comprometer o desempenho do revestimento:

- Prejudicam a aderência do rejunte e o preenchimento total da junta, ficando cobertos por uma fina camada que pode destacar-se mais facilmente;
- Se o espaçador não possuir características deformáveis compatíveis com as do rejunte, poderá prejudicar o desempenho do revestimento;
- Ao assentar a placa, o colocador apenas apóia a peça na argamassa colante, não permitindo o movimento que esmaga os cordões da argamassa colante.

2.2.5.2 Tipos de Rejunte

Por muito tempo, utilizou-se rejuntas dosados em obra, feitos com cimento branco e alvaiade²; apenas nata de cimento branco ou de cimento Portland ou ainda a mistura de cimento com areia fina, com a presença ou não de alvaiade. Porém, hoje estes materiais têm uso muito pontual dada a disponibilidade e relativo baixo custo dos materiais industrializados. Por isto neste trabalho serão especificados somente os rejuntas industrializados, que hoje são encontrados com facilidade e estão disponíveis nas seguintes formas:

- a) **Rejuntas cimentícios monocomponentes:** material em pó, que necessita apenas de adição de água imediatamente antes da aplicação, de maneira a se constituir numa argamassa. É o tipo de rejunte mais utilizado. Em sua formulação já estão contidos aditivos em pó. É possível, porém, conseguir um aumento no desempenho do rejunte com a adição de resinas acrílica ou PVA, seguindo orientação técnica dos fabricantes para se proceder à dosagem.

² Alvaiade é um óxido metálico responsável pela alvura do rejunte ao longo do tempo e que evita também a proliferação de microorganismos.

- b) **Rejuntas cimentícias bicomponentes:** apresentam-se como duas partes distintas - uma em material seco em forma de pó e outra em forma de aditivo líquido. A mistura deve ser feita minutos antes da aplicação. Neste caso os aditivos em pó não são utilizados na formulação.
- c) **Rejuntas de base orgânica:** menos utilizados, esses são materiais compostos por dois ou mais componentes pré-dosados que, quando misturados, formam uma pasta homogênea pronta para aplicação. São exemplos os selantes elastoméricos, as resinas epóxi e as resinas furânicas.

De forma prática Junginger (2003) define as seguintes características que devem ser levadas em consideração na escolha do rejunte, baseando-se sempre no desempenho esperado.

- Resistência mecânica, resistência à abrasão e resistência ao impacto;
- Resistência química e resistência aos agentes de limpeza;
- Resistência biológica de modo a evitar o desenvolvimento de microorganismos;
- Resistência à água, ao calor e ao congelamento (no caso de câmaras frigoríficas);
- Baixa porosidade e resistência ao manchamento;
- Trabalhabilidade: para preencher 100% do volume livre das juntas;
- Facilidade de limpeza: o rejunte deve ser limpo com os mesmos produtos utilizados para a limpeza das placas cerâmicas;
- Capacidade de retenção de água: para que haja uma aderência na interface da placa com o rejunte potencialmente maior, fundamental para o processo de cura;
- Potencial de retração: a retração na secagem pode dar origem a fissuras;
- Aderência: para que o rejunte trabalhe em conjunto com as placas;
- Resiliência e compressibilidade: o rejunte deverá suportar os esforços devidos às variações dimensionais sofridas pelas placas cerâmicas e ao final dos esforços retornar ao seu estado inicial;

- Estabilidade da cor: manter a coloração ao longo da utilização para qual foi especificado;
- Compatibilidade com a largura das juntas: é importante ressaltar que a largura das juntas também é dependente da espessura das placas cerâmicas, já que as juntas devem ter largura suficiente para permitir a completa penetração da pasta de rejunte. Existem no mercado rejuntes chamados pelos fabricantes de “junta fina”, para juntas de no mínimo 2 e no máximo 5 mm e “junta larga” para juntas acima de 5 mm e até 13 mm de largura.

A diferença entre os dois tipos de rejunte é basicamente a granulometria dos agregados e a quantidade de aditivo presente na mistura.

3. Estudo de caso

3.1 Metodologia do estudo de caso

Para a realização do estudo de caso, foi preparado um questionário, apresentado no anexo “A”. As perguntas foram elaboradas para que se pudesse conhecer o envolvimento dos profissionais no processo de produção de revestimento cerâmico.

Procurou-se uma construtora atuante no setor da construção de edifícios e identificou-se cinco departamentos da empresa que estão envolvidos diretamente nesse processo: projetos, planejamento, suprimentos, obra e assistência técnica pós-obra e aplicou-se o questionário para os diferentes agentes.

Foram levantados os procedimentos de produção da empresa, focando-se a aquisição de materiais, execução e controle dos serviços e visitou-se alguns canteiros de obra que estavam executando o revestimento cerâmico, para conhecer a consistência dos procedimentos de produção.

A partir dos resultados obtidos, foram elaboradas análises que serão apresentadas na seqüência.

3.2 Características da Empresa

A empresa construtora que serviu de referência para a realização do estudo, atua na região de São Paulo e possui quase trinta anos de experiência na construção de edifícios habitacionais multipavimentos. A maior parte de suas obras são realizadas com recursos próprios; eventualmente constrói para terceiros e seus empreendimentos são caracterizados no mercado da construção civil como de médio e alto padrão.

Os processos de produção e administrativos da Construtora são padronizados e documentados. Existem procedimentos para execução das atividades que estão disponíveis a todos os funcionários da empresa tanto na forma impressa como eletrônica.

Os métodos construtivos usados em todos os seus projetos são: estrutura convencional de concreto armado; alvenaria de bloco cerâmico, sendo que em ambientes molháveis recebem emboço de argamassa dosada no canteiro, com a última camada do revestimento em placa cerâmica.

Estudar uma Construtora atuante na construção de edifícios e expor, seu sistema produtivo de revestimento cerâmico neste trabalho tem como objetivo identificar qual a potencial contribuição do projeto para produção de revestimento cerâmico na otimização e racionalização dos recursos, bem como os potenciais ganhos qualitativos no aspecto estético do produto final.

3.3 Apresentação dos resultados

Após conhecer as características e responsabilidades de cada departamento, identificou-se o envolvimento de cada um dentro do processo produtivo do revestimento.

3.3.1 Departamento de Projetos

A Construtora já utiliza outros projetos voltados para produção destacando-se os de alvenaria, fôrma e fachada, reconhecendo a importância dessa modalidade de projeto para o bom desenvolvimento da produção na obra, bem como a racionalização dos recursos. No entanto, não se utiliza para o caso dos revestimentos cerâmicos internos.

Área responsável pela coordenação e elaboração das diretrizes dos projetos, quando se trata dos revestimentos cerâmicos, somente é projetada a arquitetura dos ambientes com paginação das paredes; não é especificada nenhuma característica da cerâmica e também não é garantido que a dimensão da placa cerâmica projetada seja seguida no momento da sua compra.

A justificativa do coordenador de projetos pela falta de especificação da placa cerâmica no projeto é que, a placa é escolhida pela diretoria da empresa que leva em consideração o custo previsto no orçamento, o valor do material no momento da compra e, caso seja necessário uma maior agregação de valor ao empreendimento, com a escolha de uma cerâmica mais nobre.

Não há uma compatibilização da dimensão da placa com as dimensões das paredes do ambiente a ser revestido; a indicação do início do assentamento não reflete a realidade vista na obra. Admite-se que no projeto não há um estudo para a racionalização das perdas.

A definição do tipo e cor dos rejuntas ficam ao encargo do engenheiro da obra.

Para locais especiais como saunas e lixeiras não há a preocupação de especificar materiais especiais.

Foram constatados projetos de paginação de arquitetura com dimensões da placa cerâmica diferente da que foi definida para a obra, ou com indicação do início do assentamento diferente do executado na obra, por não levar em conta perda de material devido a recortes das placas ou estética do ambiente como um todo, o projeto indicava saídas diferentes para o mesmo ambiente, conforme as figuras 3.1 a 3.3 na seqüência.

Neste caso cada parede está com uma saída, com isso não haverá um bom aproveitamento das placas cerâmicas.

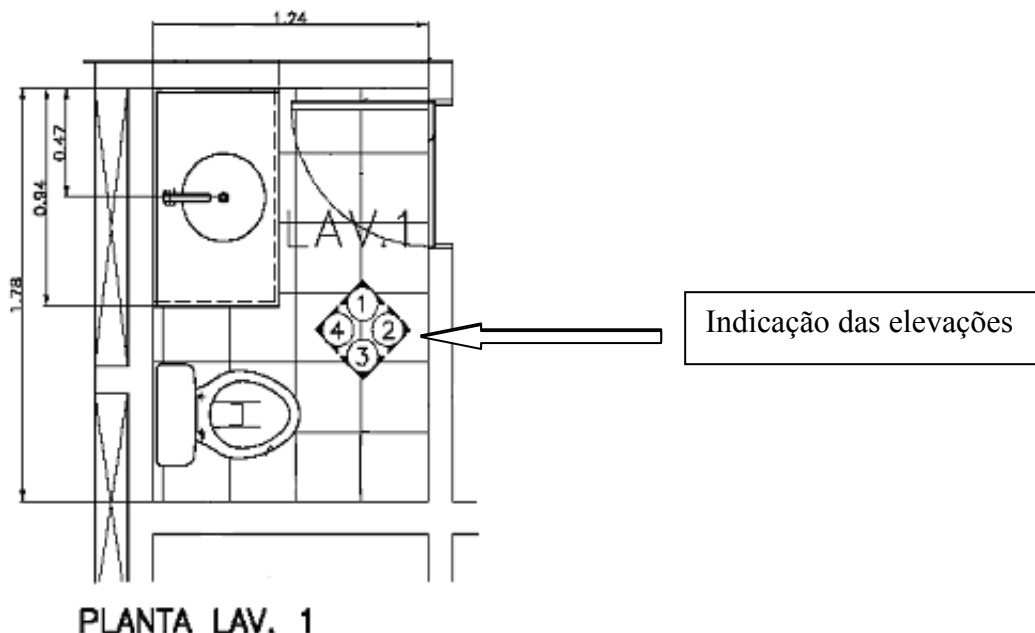


Figura 3.1 - Projeto de arquitetura, com indicação das vistas das paredes.

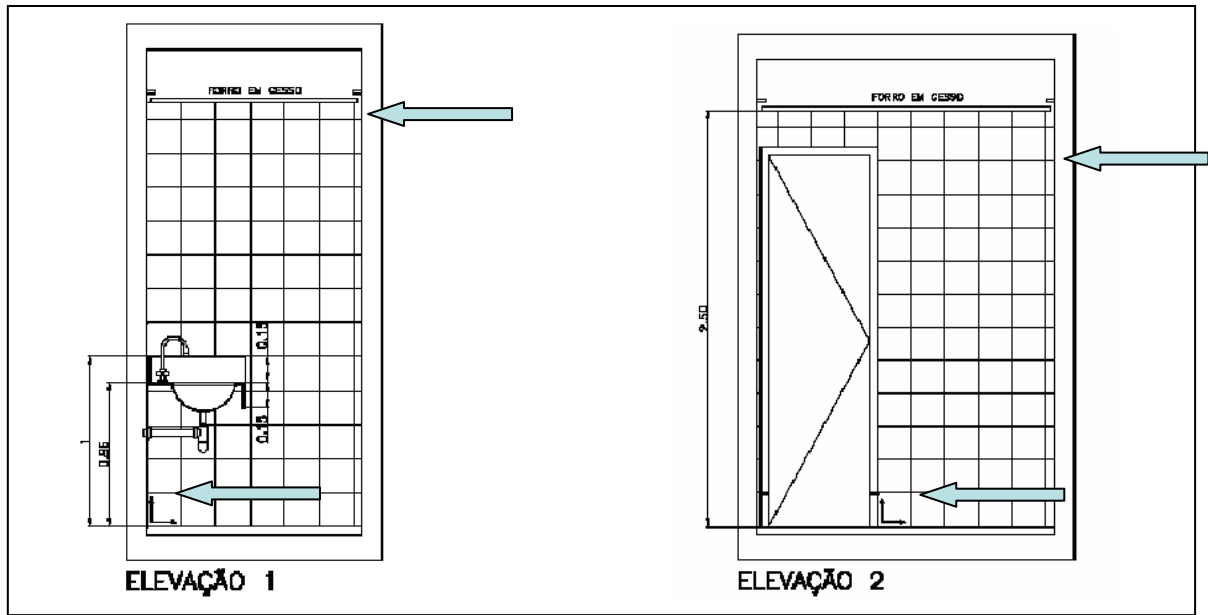


Figura 3.2 - Elevações 1 e 2, as setas indicam as saídas e recortes no mesmo ambiente.

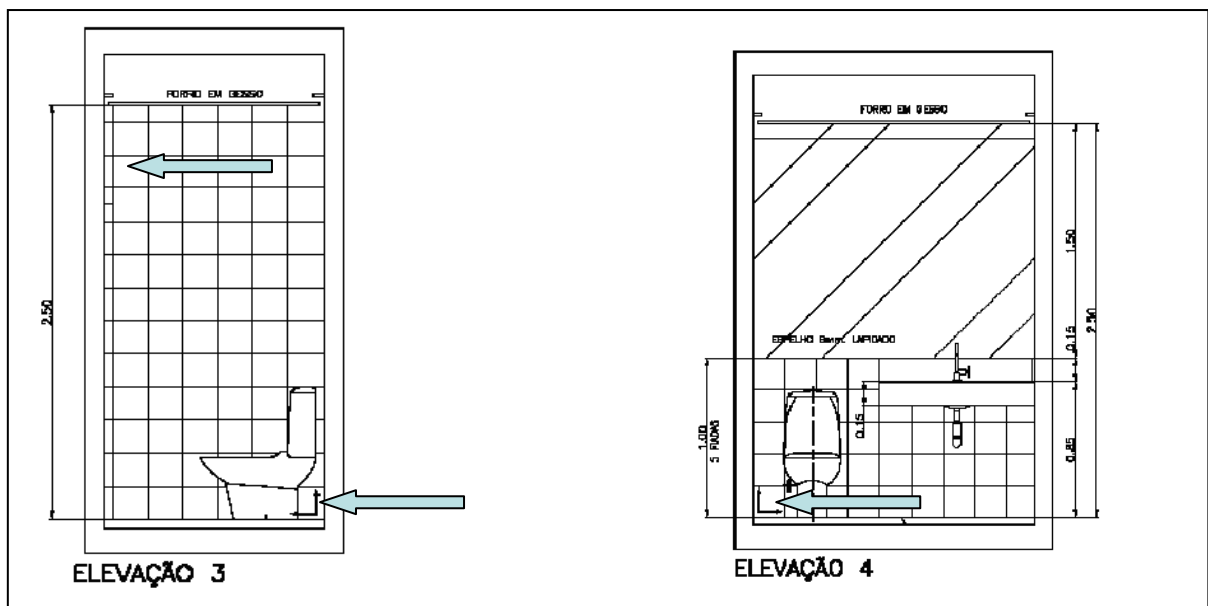


Figura 3.3 - Elevações 3 e 4, as setas indicam as várias saídas e recortes no mesmo ambiente.

3.3.2 Departamento de Planejamento

Elaboram o custo do revestimento baseando-se nas áreas levantadas a partir do projeto de arquitetura. A estimativa prevista para as perdas da placa cerâmica devido a cortes é de 5%. Esse índice é utilizado em todos os orçamentos e foi estabelecido pela diretoria da empresa há vários anos, não havendo revisão mais recente.

Os índices utilizados na composição dos orçamentos para o consumo das argamassas são:

- Argamassa colante - 4,5 kg/m²
- Rejunte - 0,41 kg/m²

Não existe um acompanhamento efetivo e nem retroalimentação da obra para o controle do consumo e das perdas dos materiais, tão pouco a medição da produtividade é feita.

3.3.3 Departamento de suprimentos

A compra de materiais é realizada mediante solicitação do engenheiro residente que será responsável pelos quantitativos.

Com relação às argamassas colantes e de rejuntamento, o critério para aquisição parte do engenheiro da obra que solicita o que irá utilizar, a escolha da marca é feita pelo departamento de suprimentos que seleciona fornecedores com nome reconhecido no mercado e compra o que tiver o menor preço.

3.3.4 Departamento de Produção - a obra

Os revestimentos vistos em obra são de boa qualidade e com ótimo aspecto estético, as perdas variam de 5 à 10% em função do tamanho da placa cerâmica.

Em alguns empreendimentos a perda foi acima do previsto no orçamento, devido à placa cerâmica que foi utilizada, pois a grande dimensão da placa não propiciava um bom aproveitamento dos recortes.

Neste item abordam-se os procedimentos verificados em diversas obras da empresa relativos à produção do revestimento cerâmico em particular, o recebimento dos materiais (cerâmica, rejunte e argamassa colante), produção da argamassa de emboço, produção do revestimento cerâmico e recebimento dos serviços.

3.3.4.1 Produção do Emboço

Como procedimento para a produção do emboço, as obras seguem as seguintes especificações:

Materiais utilizados:

- Areia fina lavada
- Cimento Portland CP II-E 32 ou CP II-F 32
- Cal hidratada CHI
- Água potável.

Equipamentos para dosagem, e mistura:

- Dosador volumétrico para areia (figura 3.4)
- Dosador volumétrico para cimento (figura 3.5)
- Sacos para ensacar cimento
- Sacos para ensacar areia
- Betoneira de 120 litros (figura 3.6)



Figura 3.4 – Dosagem da areia com o uso de um dosador volumétrico.



Figura 3.5 – Dosagem do cimento com o uso de um dosador volumétrico.



Figura 3.6 – Betoneira de 120 Litros utilizada na mistura do materiais c
constituíntes do emboço

O traço do emboço é especificado em volume 1:1:7,5 (cimento:cal:areia úmida). O cimento é comprado em sacos de 50 kg e dosado em sacos menores; não há parceria com nenhum fornecedor. A cal é comprada em sacos de 5,5 kg para atender o traço sem precisar ser dosada em obra, o que não é comum no mercado; isto foi conseguido após parceria com o fornecedor.

O cimento e a cal ficam estocados no canteiro em local coberto e sobre estrados de madeira; são transportados para o local dos serviços em carros tipo “plataforma”.

A areia é fornecida a granel, em caminhões de aproximadamente 14 m³. O fornecedor é previamente qualificado após realização de ensaios que determinam a granulometria e pureza da areia. O estoque de areia fica no canteiro, em local coberto e protegido de outros materiais que possam contaminá-la. Neste mesmo local é feita a dosagem em sacos plásticos. Na figura 3.7 estão ilustrados os sacos de areia, cimento e cal já dosados.

Para facilitar a mistura dos materiais para os operários, o traço também é especificado em peso em uma quantidade que cabe na betoneira da seguinte forma:

- 1 saco de cimento de 12 kg
- 1 saco de cal de 5,5 kg
- 3 sacos de areia de 33 kg



Figura 3.7 – materiais dosados no canteiro

A mistura é realizada no mesmo pavimento que será feito o revestimento, a partir da seguinte seqüência:

- Coloca-se na betoneira um saco de areia, um saco de cal e a água conforme figura 3.8 e mistura-se por aproximadamente 4 minutos. Acrescentam-se outros dois sacos de areia e mais um saco de cimento, misturando-se por mais 4 minutos, conforme ilustrado na figura 3.9. A quantidade de água não é previamente definida, especifica-se apenas que “deverá ser acrescentada água até obter a trabalhabilidade adequada para a argamassa para ser aplicada na parede”, ficando, portanto, a cargo do operário a determinação da quantidade de água.



Figura 3.8 – Operações de mistura do emboço

(a) colocação de 1 saco de areia, (b) colocação da cal, (c) colocação da água



Figura 3.9 – Acrescentado o material para finalizar a mistura

(c) acrescentando 2 sacos de areia, (d) acrescentando o cimento

A construtora determina que o tempo máximo para utilização da argamassa seja de 2 horas, podendo ser remisturada com adição de água dentro deste intervalo.

A preparação e aplicação do emboço seguem o documento interno da empresa “instrução de processo de revestimento interno em argamassa”. Como condições iniciais estabelece as seguintes premissas:

- a) A alvenaria deverá estar executada há no mínimo 14 dias;
- b) Todas as alvenarias deverão estar fixadas;
- c) O posicionamento das caixas e embutidos de elétrica e hidráulica deverá estar concluído.
- d) As paredes deverão ser previamente taliscadas, deixando-as preparadas para o operário que irá aplicar o emboço.

Ao iniciar a aplicação, o pedreiro executa as mestras seguindo as taliscas, conforme figura 3.10. Após a aplicação, que é feita manualmente com colher de pedreiro, é esperado o tempo para que a argamassa perca água, isto é, adquira uma certa resistência para receber o acabamento. Esse tempo usualmente denominado tempo de puxamento não é determinado nos procedimentos, ficando a cargo da experiência do pedreiro; porém, é de conhecimento que o início do acabamento prematuro podem causar fissuras de retração após a secagem, e o início tardio prejudica o bom acabamento da superfície.

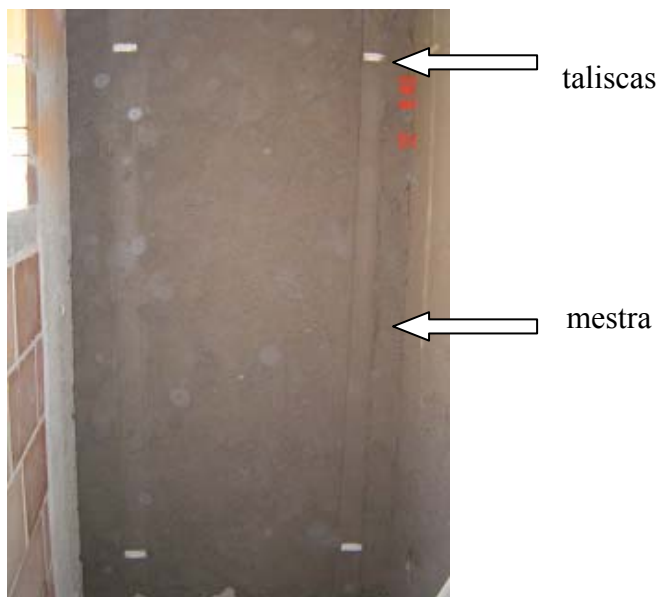


Figura 3.10 – Vista de um pilar constituinte de uma parede previamente chapiscado e com as taliscas e mestras.

O acabamento é feito, inicialmente, com o uso de uma régua de alumínio apropriada, cortando-se o excesso de argamassa, guiando-se pelas mestras. Após um tempo, o operário identifica se a argamassa atingiu o “ponto de desempenho”. Essa verificação é feita comprimindo o polegar e sentindo sua consistência. Então inicia-se o desempenho, que consiste em comprimir com energia e em movimentos circulares a desempenadeira de madeira sobre a superfície sarrafeada. A figura 3.11 ilustra a seqüência do acabamento do emboço.



Figura 3.11 – Operações de execução do emboço

(a) sarrafeamento, (b) verificação do tempo de puxamento, (c) desempeno

O processo do desempeno é de extrema importância, principalmente para que o emboço obtenha uma adequada resistência mecânica na superfície, pois devido à compressão e aos movimentos circulares que é aplicado, há uma redução dos vazios entre os grãos da argamassa, além de se trazer finos de cimento para a superfície, garantindo uma maior resistência superficial, o que ajuda na ancoragem da placa cerâmica.

Sabbatini; Barros (1990) recomendam adoção de superfície desempenada do emboço base para revestimento cerâmico devido à melhor compatibilidade da aderência e ao menor consumo de material de assentamento.

A construtora determina que a espessura mínima em pontos críticos do revestimento deve ser 1,0 cm em paredes de divisória (que não tenham nenhuma face voltada para a fachada) e 2,0 cm para paredes de vedação (paredes internas que tenham uma face voltada para a fachada).

No procedimento, não é estabelecida nenhuma diferenciação no preparo ou acabamento de emboço, levando em conta a capa de revestimento final (pintura látex ou epóxi, aplicação de cerâmica, fórmica, etc). Isto é uma falha, pois cada um desses acabamentos requer uma condição específica do emboço.

3.3.4.2 Produção do acabamento final com placa cerâmica.

Para o acabamento final em placa cerâmica, as obras seguem as instruções do procedimento para revestimento em azulejo, que foram determinadas pelo departamento de desenvolvimento de engenharia da construtora. As etapas são divididas em materiais e componentes, equipamentos necessários, condições iniciais e execução, as quais são sintetizadas na seqüência.

a) Materiais e componentes:

- ✓ Placas cerâmicas
- ✓ Argamassa colante industrializada tipo AC I
- ✓ Cantoneiras de PVC apropriadas para a espessura da placa.

b) Equipamentos e ferramentas:

- ✓ Vassoura para limpeza da superfície (se necessário)
- ✓ Caixa plástica para mistura da argamassa colante
- ✓ Colher de pedreiro
- ✓ Desempenadeira de aço (1 lado liso e 1 lado dentado)
- ✓ Pregos 15x15mm (para fixar a linha para a referência de nível)
- ✓ Linha de Nylon
- ✓ Mangueira de nível
- ✓ Régua de nível
- ✓ Espátula
- ✓ Riscador de cerâmica
- ✓ Serra manual para corte de placas cerâmicas
- ✓ Cortador de cerâmica manual
- ✓ Torquês
- ✓ Caneta colorida com ponta porosa (para marcar os recortes na placa cerâmica).

c) Condições Iniciais:

- ✓ O emboço deve ter sido executado há mais de 14 dias;
- ✓ Todos os chumbamentos dos embutidos de elétrica e hidráulica devem ter sido concluídos no mínimo há sete dias;
- ✓ Os contra-marcos das portas e janelas devem estar fixados;
- ✓ Os tetos (que são revestidos em gesso) deverão estar concluídos;
- ✓ A superfície e cantos das paredes (emboço) deverão estar em rigoroso prumo, planicidade e acabamento superficial.

O procedimento alerta que todos os detalhes de execução devem estar definidos (altura de filetes e faixas, recortes, saída da paginação, etc); porém não há projeto de produção específico para isso.

d) Execução

Para o preparo da argamassa colante, são seguidas as indicações dos fabricantes e normas técnicas. Os aspectos principais considerados no procedimento são os seguintes:

1. A argamassa deve ser preparada em quantidade suficiente para trabalhar até no máximo 2h 30.
2. Não deixar a argamassa exposta ao sol e chuva após sua mistura;
3. O pó deve ser misturado à água aos poucos;
4. A argamassa deve descansar por 15 minutos antes do uso;
5. A argamassa não deverá ser reutilizada após 2h 30 do início da mistura.

Na instrução para o assentamento da placa cerâmica, tem-se que a argamassa colante deverá ser espalhada com a desempenadeira de aço, primeiro com o lado liso e depois abrindo os sulcos com o lado dentado, indica que os dentes devem ser de 6 x 6 mm e a aplicação da placa cerâmica deverá ser realizado até no máximo em 20 minutos.

No entanto, somente essas instruções não são suficientes; para que se tenha uma adequada execução alguns aspectos negativos **que foram observados na obra** são destacados na seqüência:

- não é mencionada a forma de aplicação da placa para que os cordões da argamassa sejam completamente amassados;
- não é alertado quanto à relação da dimensão da placa cerâmica com as dimensões do dente da desempenadeira; com isto, os operários utilizam a mesma ferramenta independentemente do tamanho da placa.
- falta orientação para que o ajuste da placa seja feito com o uso do martelo de borracha;
- há uma indicação quanto ao tempo em aberto da argamassa, mas não há um alerta para as variações climáticas que podem provocar uma redução considerável desse tempo devido à incidência de sol e vento no ambiente que será revestido;
- por fim, não estabelece diretriz para o assentamento das primeiras placas, que servirão de referência para as demais.

Para o início da etapa de rejuntamento, o procedimento estabelece que seja aguardo no mínimo 1 dia após o assentamento. Orienta ainda a utilização de um “pedaço de rodo” (o que não é recomendável), e que as juntas devem ser acabadas com um pedaço de madeira com ponta arredondada (o que também não é recomendado, pois a madeira pode deixar resíduos na superfície do rejunte).

Não é permitido o uso de palha de aço para a limpeza final. Essa recomendação é correta, pois, o uso desse material pode riscar o esmalte da placa cerâmica.

e) Controle de produção

Para o acompanhamento da execução dos serviços existe um formulário chamado de Controle de Qualidade do Processo. Esse controle é feito por um estagiário de engenharia antes do início (para verificar as condições iniciais) e no recebimento dos serviços. Os seguintes itens são verificados:

- se o pavimento está limpo e desimpedido;

- se os materiais estão no pavimento (não esclarece quais materiais);
- se o emboço foi executado há 14 dias no mínimo;
- se os equipamentos estão prontos para o uso;
- se o chumbamento das tubulações elétricas e hidráulicas foi concluído há mais de 7 dias;
- se o revestimento de teto está concluído (exceto quando for forro em placa de gesso);
- se o teste de estanqueidade das tubulações hidráulicas está concluído.

No item 4 são citados como equipamentos “caixa plástica, ponto de elétrica para makita e lâmpada”. O item não está bem elaborado, pois não são citados, por exemplo, as máquinas para serrar cerâmica - manual e elétrica, - broca e “serra copo” de vídea para fazer cortes redondos, desempenadeira de borracha para o rejuntamento entre outros, que, se o operário utilizar no processo de execução pode garantir boa qualidade final do produto.

Para o recebimento dos serviços, a Construtora tem estabelecido alguns critérios para a verificação, conforme a tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Critério de verificação para recebimento dos serviços

	Item a ser verificado	Ferramenta usada para conferência	Tolerância para erros
1	Recorte dos pontos de elétrica e hidráulica	Visual	nenhuma
2	Cantos e quinas das paredes	Régua de nível	nenhuma
3	Espessura do rejunte	Visual	1 mm/m
4	acabamento do rejunte	Visual	nenhuma
5	Cantoneiras	Visual	nenhuma
6	Níveis das fiadas	Visual	nenhuma
7	Planicidade	Visual	nenhuma
8	Encontro com batentes e contramarcos	Visual	nenhuma
9	Requadração das janelas	Esquadro	1 mm/m
10	Azulejo quebrado ou defeituoso	Visual	nenhuma
11	Finalização dos serviços	Visual	nenhuma
12	Limpeza do ambiente	Visual	nenhuma

Tendo-se questionado o gerente de desenvolvimento tecnológico e alguns engenheiros da empresa estudada, sobre quais informações são esperados de um projeto para produção, foram citados os seguintes itens:

- a) Seqüência de execução;
- b) Ferramentas e equipamentos de aplicação;
- c) Detalhes construtivos;
- d) Tolerâncias aceitáveis para o controle e recebimento;
- e) Prazo entre etapas de execução;
- f) Quantitativos dos materiais

Comentou-se também que o processo de revestimento cerâmico tradicional deveria ser melhorado nos seguintes aspectos:

- 1) Implantação de um projeto de produção;
- 2) Escolha de placas cerâmicas que resultem em menores perdas de material
- 3) Treinamento dos engenheiros, encarregados e mão-de-obra sobre os detalhes específicos, por exemplo: escolha da desempenadeira correta, limpeza do substrato, tempo em aberto, escolha correta das argamassas, etc.
- 4) Avaliação contínua do processo;
- 5) Padronização das dimensões dos ambientes;
- 6) Maior envolvimento dos fornecedores de materiais dentro do processo.

3.3.5 Departamento de Assistência Técnica pós-obra

O atendimento às solicitações de manutenção pode se estender por 5 anos após a entrega do empreendimento; porém, não é intensa a incidência de problemas nesse período. Mesmo assim, o engenheiro responsável pela assistência técnica citou algumas patologias já encontradas.

- Cerâmicas trincadas devido à movimentação da base;
- Peças com som de oco (erro no assentamento da placa);
- Trincas na parede onde fornos e fogões ficam encostados;
- Trincas em peças onde estão posicionadas as caixinhas de elétrica;
- Esfarelamento do rejunte;

Para o conserto, as peças danificadas são trocadas; porém não existe um procedimento formalizado.

Por fim, pode-se verificar que de forma geral a construtora possui um bom padrão de organização e conhecimento técnico, resultando em um revestimento cerâmico de qualidade em seus empreendimentos. Há uma disposição do corpo técnico da empresa de aprimorar e otimizar ainda mais esse serviço.

Somente com a habilidade dos operários e orientação dos encarregados não se consegue uma melhora significativa; é necessário o uso da engenharia no processo, pensando nessa etapa não como um revestimento isolado, mas sim como parte de um sistema que também necessita ser planejado e projetado.

4. DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM PAREDES INTERNAS:

Antes de se propor a sistematização das práticas do projeto, é preciso que se discuta o que se entende por projeto para produção.

Os projetos tradicionais que usualmente são enviados às obras não têm tido conteúdo que garanta a execução de um produto de qualidade presumível. Além da dificuldade de interpretação por parte de quem irá executar, os prejuízos que podem advir por um projeto mal redigido ou incompleto poderão ser observados pela manifestação de patologias e gastos extras com desperdícios.

Segundo Melhado (1994), o projeto deve ser entendido como “uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra” e deve ser encarado “como processo estratégico, visando atender às necessidades e exigências do empreendedor; portanto, voltado à definição de características do produto final do empreendimento” e “como processo operacional, visando à eficiência e à confiabilidade dos processos que geram o mesmo produto”.

Para o setor da construção de edifícios, Melhado (2004) caracteriza o projeto para produção como “um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do produto e que traz essencialmente elementos da atividade de produção, como disposição e seqüência das atividades, frentes de serviço, arranjo e evolução do canteiro de obras”.

Barros (1996), destacando a função, informações e soluções que deverão ser apresentadas, conceituou projetos voltados para produção como sendo:

“um conjunto de elementos de projeto elaborado segundo características e recursos próprios da empresa construtora, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo definições dos itens essenciais à realização de uma atividade ou serviço e, em particular: especificações dos detalhes e técnicas construtivas a serem empregados, disposição e seqüência de atividades de obra, frentes de serviço, uso e características de equipamentos”.

Segundo Sabbatini (1989), as técnicas construtivas, métodos e projetos dos detalhes de execução que irão permitir a construção do edifício ou de suas partes são relevantes na elaboração do projeto para produção. Segundo esse mesmo autor, *“o projeto de produção do edifício evolui em ciclos iterativos, iniciando-se por um projeto preliminar e avançando progressivamente até a solução consolidada”*.

Segundo Barros, Sabbatini (2004) o projeto de produção poderá ser elaborado seguindo os seguintes critérios:

- a) Garantia do desempenho para os revestimentos cerâmicos durante a vida útil esperada para os mesmos (eficácia da produção);
- b) Otimização do custo benefício;
- c) Atendimento das necessidades para a obtenção da máxima eficácia na produção.

Tomando como referência os conceitos anteriormente apresentados, este capítulo faz-se uma proposta de como conduzir a elaboração do projeto para produção de revestimento cerâmico para paredes internas:

Esta proposta é fruto da reflexão do autor, a partir da revisão bibliográfica realizada, de informações obtidas junto ao setor produtivo, práticas de projetistas, procedimentos observados nos canteiros de obra e vivência profissional do autor há mais de uma década envolvido na gestão da produção de edifícios residenciais e comerciais.

A proposta envolve as atividades de “contratação”, conteúdo, definição dos componentes e execução, as quais serão detalhadas na seqüência.

4.1 A Contratação do projeto para produção

A condição mais desejável é que o desenvolvimento do projeto para produção de revestimentos cerâmicos ocorra na fase em que exista a possibilidade de compatibilização deste projeto com os demais projetos do edifício, particularmente os de arquitetura, sistemas

prediais e vedação vertical. Um exemplo dos problemas advindos da não elaboração do projeto nesta fase é ilustrado na figura 4.1, que mostra a falta de coordenação modular da parede do “shaft” com a placa cerâmica que resultou em uma solução esteticamente indesejável, ocasionando perda de produtividade e grande desperdício do material cerâmico.



Figura 4.1 – Falta de modulação entre a parede e a placa cerâmica.

Na situação ilustrada na figura 4.1 uma solução ideal seria fazer o shaft menor, para que a dimensão após aplicação do emboço fosse igual à da placa cerâmica, eliminando-se a necessidade do “filete” e isto teria sido possível se no desenvolvimento do projeto de alvenaria já se tivesse pensado também no projeto do revestimento.

Porém, para que isto pudesse ocorrer, seria necessário que se soubesse previamente as dimensões de cada camada e em especial das placas de cerâmica a serem utilizadas.

Quando o desenvolvimento desse projeto para produção ocorre depois de concluídos os projetos executivos de arquitetura e alvenaria, o potencial de racionalização do projeto para produção de revestimento cerâmico torna-se limitado; portanto, na proposta do autor será defendida a adoção da primeira situação, ou seja, o desenvolvimento do projeto do revestimento em conjunto com os demais, ainda na fase de anteprojeto. Caso isso não ocorra,

poderão ser seguidos os princípios aqui estabelecidos, buscando-se o máximo grau de racionalização, dentro das restrições impostas pelos demais projetos, já finalizados.

4.2 Responsabilidade pela elaboração do projeto

Sabbatini (1998) defende que os projetos para a produção constituem-se num importante diferencial da empresa em relação às suas concorrentes, sendo fator decisivo de competitividade, devendo, portanto, serem desenvolvidos no âmbito da própria empresa, por equipe constituída para este fim. A prática identificada nas construtoras em que foi realizado o trabalho tem sido a terceirização deste serviço de elaboração de projetos de produção, a escritórios de projeto, cujos profissionais participam das reuniões de coordenação com os demais profissionais envolvidos no empreendimento.

O responsável por elaborar o projeto para produção poderá ser um projetista da própria empresa ou de fora da construtora; no segundo caso, deve-se procurar contratar um projetista familiarizado em projetos para produção e com experiência em revestimento.

4.3 O conteúdo do projeto de produção

Melhado (1994) exemplificou os objetivos que os projetos para produção devem atender. Adaptando-os para o projeto de produção de revestimento cerâmico, propõe-se que os objetivos deste projeto sejam:

- Desenvolver soluções e definir detalhes operacionais que permitam racionalizar a execução;
- Obter boa qualidade dos acabamentos;
- Considerar as interfaces da sua execução;
- Evitar desperdícios e retrabalhos;
- Garantir custos adequados com o máximo desempenho do revestimento;
- Proporcionar baixa incidência de falhas e problemas patológicos.

Este conteúdo do projeto para produção do revestimento cerâmico está detalhado na seqüência.

4.3.1 Especificação do produto revestimento

- Especificação dos materiais e componentes;
- Especificação dos quantitativos e potencial de produção;
- Especificação do índice de perda das placas cerâmicas;
- Formas de estoque e processamento dos materiais e componentes;
- Condições para início da execução dos revestimentos;
- Prazos entre etapas e intervalos mínimos de tempo que devem ser respeitados entre serviços;
- Procedimento de execução e controle (ou adaptação ao da construtora se houver);

A seguir serão apresentadas algumas etapas importantes que poderão contribuir para a especificação do produto revestimento cerâmico.

4.3.1.1 Conhecimento do estágio tecnológico da empresa construtora

Será indispensável o conhecimento da cultura construtiva e do estágio tecnológico da empresa construtora, relativos a todo o processo de produção de revestimento cerâmico. Além disso, caberá ao projetista estabelecer estreita relação com os responsáveis pela produção através de visitas aos canteiros de obras da empresa, buscando conhecer e registrar procedimentos e soluções construtivas empregados, capacitação da equipe de mão-de-obra, disponibilidade de materiais e equipamentos e demais informações que possam resultar na elaboração de um projeto que favoreça a construtibilidade³.

Faz-se necessário também, visitar edifícios prontos, consultar as equipes de assistência técnica pós-obra sobre as ocorrências de patologias manifestadas nos revestimentos cerâmicos, reclamações de clientes e correções empreendidas, buscando identificar suas origens e investigando as possibilidades de equacioná-las em projeto.

³ Facilidade construtiva

4.3.1.2 Levantamento das informações técnicas necessárias ao projeto

A interação do projeto para produção de revestimento cerâmico compreende o levantamento sistemático das informações técnicas e a análise crítica das interferências para a posterior compatibilização dos dados contidos nos anteprojetos de arquitetura. Esta fase objetiva identificar, o quanto antes, interferências existentes, situações favoráveis à execução racional do revestimento e detalhes construtivos mais precisos, proporcionando maior grau de construtibilidade.

Basicamente os anteprojetos de arquitetura, alvenaria ou divisórias de gesso acartonado e instalações prediais apresentam informações necessárias para a elaboração do projeto de revestimento cerâmico. Na tabela 4.1 estão sintetizadas essas informações:

Tabela 4.1 – Informações necessárias para a elaboração do projeto

Anteprojeto	Informações
Arquitetura	Leiaute das áreas molhadas
	Tipo dos revestimentos de paredes e pisos
	Pé direito previsto
	Altura das janelas
	Localização e dimensões das bancadas
	Localização e dimensões das esquadrias
	Desníveis entre ambientes
	Tipo de batente das portas
	Existência de sancas e molduras
	Tipo de impermeabilização que será utilizada
Alvenaria ou divisórias de gesso acartonado	Dimensões de shafts e requadrações
	Dimensões dos ambientes
	Existência de juntas de trabalho
	Rebaixos para impermeabilização
Instalações Prediais	Posicionamento de pontos de alimentação e esgotamento de aparelhos sanitários
	Previsão de shafts fechados ou visitáveis
	Localização de quadros de luz, aquecedores, medidores de água e gás
	Localização dos pontos de luz, interruptores, tomadas e outros nas paredes
	Posicionamento de ramais e sub-ramais com caminhamento aparente

4.3.2 Fases de elaboração do projeto

Para a correta especificação do produto revestimento, Medeiros; Sabbatini (1999) identificaram três fases distintas. Utilizando-as como referência para a proposta deste trabalho

e acrescentado as particularidades das áreas internas, propõe-se as seguintes etapas para a especificação de revestimento cerâmico interno: escolha das placas cerâmicas, análise e definições iniciais e especificação e detalhamento.

4.3.2.1 Escolha das placas cerâmicas

Na maioria das construtoras a definição da placa cerâmica pode visar à valorização do edifício, ficando em segundo plano a racionalização e redução dos custos através de estudo de modulação, compatibilizando as dimensões da placa cerâmica com as do ambiente a ser revestido.

Foram verificados casos em que a escolha foi realizada sem nenhum critério técnico e o resultado imediatamente apresentado nos protótipos de vendas. Com isso, o potencial de racionalização do projeto quanto aos desperdícios e desempenho esperado fica limitado devido ao comprometimento assumido perante o cliente final do imóvel.

A escolha da placa cerâmica deve ser feita com base na definição do conceito arquitetônico e requisitos de desempenho esperado. A placa cerâmica adequada ao ambiente deve ser esteticamente aceitável para o cliente ou dono do empreendimento, que possibilite uma modulação com o mínimo de perdas, que atenda ao desempenho esperado e que seja economicamente viável dentro do orçamento da obra.

4.3.2.2 Análise e definições iniciais

No caso em que a construtora possua uma flexibilidade na definição da placa cerâmica, a fase anterior poderá ocorrer simultânea a essa, pois nessa etapa será iniciado o desenvolvimento do projeto de produção e demais projetos executivos, conforme fluxograma dos processos para desenvolvimento de projeto de revestimento cerâmico interno, ilustrado na figura 4.2, proposto pelo autor a partir de uma adaptação de Barros 1996.

As etapas iniciais da coordenação de projetos vão da idealização do produto até a revisão final dos anteprojetos. Nessa etapa já deverá ser conhecida a base de aplicação (alvenaria ou gesso acartonado) e caracterizada a espessura do substrato (emboço).



Figura 4.2 – Fluxograma simplificado de um processo de projeto para produção de revestimento cerâmico.

4.3.2.3 Especificação e Detalhamento

Procura-se nesta fase, caracterizar as soluções do projeto com base na tecnologia disponível.

A especificação dos insumos necessários para o revestimento cerâmico está propositadamente sendo definida nesta fase e não juntamente com a escolha da placa cerâmica, porque será nesse momento, com a participação do grupo de projeto para produção e do engenheiro da obra, que poderão ser tomadas as decisões mais acertadas quanto ao desempenho do sistema de revestimento cerâmico diante das particularidades da obra. Serão abordados os seguintes itens:

- Especificação dos materiais de assentamento, rejuntamento e cantoneiras;
- Métodos e detalhes construtivos;
- Quantitativo de materiais;
- Formas de estoque e processamento dos materiais e componentes
- Condições para início;
- Análise dos prazos mínimos que deverão ser respeitados entre o final da execução da base ou substrato e o início da colocação da placa cerâmica;
- Potenciais índices de consumo e produtividade;
- Caso a Construtora já possua procedimentos de execução de revestimento cerâmico, controles do processo e recebimento dos serviços, indicá-los no projeto como referência.
- Equipamentos e ferramentas para execução e controle
- Prazos mínimos entre etapas de assentamento, rejuntamento e uso. As *interdependências de prazos entre as camadas do revestimento serão definidas como “Prazos Técnicos”*.

4.4 Definição dos componentes do revestimento cerâmico

4.4.1 Natureza e Características da Base

A base de um sistema de revestimento pode ser constituída por componentes de alvenaria de diferentes tipos, tais como bloco cerâmico e blocos de concreto, elementos estruturais como vigas e pilares de concreto ou também por divisórias de gesso acartonado.

4.4.2 Camada de regularização da base:

Com exceção das divisórias de gesso acartonado, as bases de alvenaria e concreto deverão receber uma camada de regularização (emboço), para a qual apresentam-se a seguir algumas informações importantes.

O emboço deve ter características compatíveis com o acabamento decorativo final, no caso o revestimento cerâmico. Baseado nessa necessidade o projetista pode fazer algumas especificações para o desempenho do emboço.

A NBR 13749 (ABNT, 1996) recomenda que o acabamento do emboço executado com a finalidade para receber revestimento cerâmico deve ser desempenado ou sarrafeado. Apesar do que diz a norma, a prática nos mostra que o acabamento sarrafeado não é adequado para a aplicação do revestimento cerâmico; portanto, a camada de regularização deverá ser sarrafeada e desempenada com desempenadeira de madeira. Além disso, deve apresentar planicidade, isto é, em nenhum ponto deverá haver desvios na planicidade superior a 3 mm, medido ao longo de uma régua de 2 m, seja em termos de depressões ou abaulamentos.

A camada de emboço deverá apresentar porosidade e rugosidade superficiais compatíveis com a capacidade de aderência do acabamento final previsto. A superfície áspera é a mais apropriada para a aplicação do revestimento cerâmico. Para sua obtenção, recomenda-se o uso de areia de granulometria média ou grossa e de desempenadeira de madeira.

A camada de regularização da base deve ser projetada com a espessura mínima necessária para atender as funções do revestimento. A recomendação para superfícies internas é de 10 a 15 mm.

- a) **Resistência de aderência à base:** conforme a NBR 13528 (ABNT 1995), a resistência média de aderência à tração dos revestimentos de argamassa, cortados transversalmente em toda a sua espessura até à base, não deve ser inferior a 0,3 MPa, e não deverá apresentar resistência individual inferior a 0,2 MPa.
- b) **Grau de fissuração:** segundo Barros, Sabbatini (2004), a recomendação é que seja aceitável um grau de fissuração máximo de 10 cm/m² no emboço, desde que as fissuras sejam superficiais provenientes de retração da argamassa e não haja comprometimento da aderência, o que pode ser verificado por percussão junto à região das fissuras.
- c) **Resistência superficial ao ensaio de arrancamento:** A norma brasileira não especifica parâmetros para esse requisito; porém, segundo Sabbatini (2004) recomenda-se a obtenção mínima de 0,4 MPa para a resistência superficial na interface entre o emboço e a placa cerâmica.

4.4.3 Camada de fixação

A argamassa colante industrializada para aplicação do revestimento cerâmico interno deverá atender os requisitos previstos na NBR 14081 (ABNT 2004). Esta mesma norma não especifica a argamassa colante para o uso em porcelanatos; neste caso, deve-se buscar material adequado, especificado por fabricantes de argamassa.

Para a especificação em projeto é necessário conhecer as características técnicas das marcas idôneas disponíveis. Poderão ser recolhidas amostras aleatórias das diversas marcas e realizados alguns testes simples de rápida execução como: tempo em aberto, tempo de ajustabilidade, vida útil da argamassa, e ainda, caso não se conheça o fornecedor da argamassa ou não se tenha um histórico de uso na empresa, recomenda-se a avaliação da resistência de aderência potencial. Com esses dados e custo de cada produto será possível

decidir qual argamassa apresenta maior eficiência, isto é, a que proporciona melhor qualidade por um menor custo. A seleção das argamassas poderá seguir a seguinte especificação:

- Argamassa Industrializada: Tipo AC-I para placa cerâmica tipo grês sobre emboço.
- Argamassa Industrializada: Tipo AC-III ou tipo AC-I aditivada com polímeros para placa cerâmica sobre gesso acartonado ou para porcelanatos.
- Tempo em aberto mínimo: 15 minutos (o tempo em aberto poderá variar em função do local de aplicação)

Para a aplicação da camada de fixação deverá ser empregada uma desempenadeira adequada para a dimensão da placa cerâmica. Na tabela 4.2 segue a recomendação para a escolha do tipo de desempenadeira denteada em função da placa cerâmica.

Tabela 4.2 – Escolha da desempenadeira denteada

Despenadeira	
Dimensão dos dentes	Dimensão da placa cerâmica
6 x 6 x 6 mm	≤ 20 x 20 cm
8 x 8 x 8 mm	> 20 x 20 cm *
Raio de 10 mm	acima de 45 x 45

* Para placa cerâmica com área acima de 900 cm², a NBR 13754 (1996) recomenda a dupla colagem.

4.4.4 Prazos mínimos entre etapas

Recomenda-se que o emboço seja realizado respeitando-se os prazos mínimos de 28 dias após o término da alvenaria e 14 dias antes da aplicação da placa cerâmica.

Estão apresentados nas tabelas 4.3 e 4.4 alguns prazos técnicos recomendados por fabricantes de componentes para revestimento cerâmico, Norma técnica, referencia bibliográfica e pela construtora estudada.

Tabela 4.3 – Prazo técnico entre o final do emboço para o início do assentamento da placa cerâmica.

REFERÊNCIA	dias
NBR 13754 (1996)	7
BARROS (1998)	14
ELIANE (2000) - Fornecedor de placa cerâmica de argamassa colante.	14
QUARTZOLIT (2005) – Fornecedor de argamassa colante.	14
GUIA WEBER	14
PORTOBELLO - Fornecedor de placa cerâmica de argamassa colante	14
OBRA ESTUDADA	14

Com base nos dados da tabela apresentada, recomenda-se que para liberar o início da aplicação das placas cerâmicas, seja respeitado o prazo mínimo de 14 dias após o término do emboço.

Tabela 4.4 – Prazo técnico entre o término do assentamento da placa cerâmica e o início do rejuntamento.

REFERÊNCIA	dias
NBR 13754 (1996)	7
BARROS (1998)	3
ELIANE (2000)	3
QUARTZOLIT (2005)	3
GUIA WEBER	3
PORTOBELLO	3
OBRA ESTUDADA	3

Com base nos dados da tabela apresentada recomenda-se que o rejuntamento das placas cerâmicas seja realizado respeitando-se um prazo mínimo de 3 dias, após o término da aplicação das placas cerâmicas.

4.4.5 Placa cerâmica

As placas cerâmicas são classificadas pela própria indústria, considerando-se as variações que podem ocorrer em suas dimensões, tonalidade, regularidade superficial, etc. Fábricas idôneas procuram eliminar da linha de produção peças com defeitos grosseiros, como cavidades, trincas, etc.

Assim, ao se especificar o componente cerâmico, deve-se conhecer o padrão de qualidade do lote. É recomendável solicitar amostras, questionar sobre possíveis variações de dimensões ou tonalidade dentro do mesmo lote ou em outros lotes no caso de um futuro complemento de material.

É necessário que se faça uma compatibilização entre as dimensões do componente cerâmico e as dimensões do ambiente a ser revestido, e sempre que possível escolher o material que proporcionar menor desperdício e melhor aproveitamento.

4.4.6 Juntas

Para os revestimentos de paredes internas de edifícios habitacionais e comerciais, de um modo geral considerando-se que nos revestimentos internos, os painéis são de reduzidas dimensões e o nível de solicitações é baixo, as juntas entre componentes são suficientes para dissipar as tensões que possam surgir; portanto não se faz necessário o dimensionamento de juntas de movimentação exceto a de encontro da parede com o piso, também denominada de junta de contorno.

Entretanto, cabe ressaltar que, caso existam superfícies a serem revestidas de desenvolvimento horizontal muito extensos, pode-se aproveitar o encontro do revestimento com as aberturas de portas e janelas, para que ali seja executada uma junta vertical.

A escolha das dimensões das juntas entre componentes é função principalmente do material de que estes são feitos, da sua qualidade e uniformidade dimensional, e das exigências estéticas de projeto.

Na tabela 4.5 apresenta-se espessuras de juntas mínimas recomendadas, considerando-se que as placas cerâmicas são de boa qualidade, lembrando que a junta não depende somente da dimensão da placa cerâmica.

Tabela 4.5 – Recomendação para espessura das juntas

Área das placas cerâmicas A (cm²)	Revestimento interno (mm)
A ≤ 250	1,5
250 < A ≤ 400	2,0
400 < A ≤ 600	3,0
600 < A ≤ 900	5,0
A > 900	6,0

Fonte: Barros, Sabbatini (2001)

Destaca-se que para a junta de 1,5 mm há dificuldade na aplicação do rejunte, por isto, mesmo para placas com $A \leq 250$ cm² recomenda-se juntas com pelo menos 2,0 mm.

4.4.7 Rejuntamento

O recomendável é que se especifique argamassa de rejuntamento industrializada, pois sua produção é controlada e uniforme, além da maior parte das marcas já trazerem aditivos que permitem um melhor desempenho do rejunte, como por exemplo, os com capacidade de reter água, os que diminuem o potencial de fissuração, fungicidas e resinas elastoméricas. A seleção deve ser feita entre marcas idôneas disponíveis no mercado e que possam oferecer apoio técnico, caso necessário.

No revestimento interno pode-se utilizar o rejunte cimentício comum, que hoje a maioria das marcas comercializam como rejunte “flexível”. Vale ressaltar que a resiliência dos rejuntas comuns é bastante limitada. A característica “flexível” é meramente uma adoção comercial. Para incrementar a propriedade do rejunte de absorver deformações pode-se adicionar resinas vinílicas ou acrílicas disponíveis em forma de emulsões. Salienta-se, porém, que a adição de qualquer tipo de resina no rejunte industrializado requer consulta prévia aos fabricantes do rejunte e da resina e deve ser muito bem especificada pelo projetista.

Recomenda-se a realização de uma amostra do rejunte em um trecho do revestimento para verificar a compatibilidade de cor do rejunte com a placa cerâmica, e após aprovado pelo responsável pela obra libera-se a compra do lote de material.

4.4.8 Cantoneiras e cantos de parede

Para o correto acabamento das quinas de paredes revestidas com cerâmica, é recomendado o uso de elementos metálicos em alumínio ou de PVC, conhecidos como cantoneiras. Ressalta-se, porém, que as normas brasileiras não especificam ou descrevem a utilização deste acessório.

As peças de alumínio são produzidas através do processo de extrusão. Seu desenho foi elaborado para que as placas cerâmicas se encaixem nas abas do perfil, conforme as figuras da tabela 4.6, sendo instalada simultaneamente à colocação das placas cerâmicas. Já nos perfis tipo “L”, mostrados na tabela 4.7, a instalação é após o revestimento cerâmico pronto; sua fixação é feita com adesivo epóxi ou silicone.

O uso das cantoneiras, além de proporcionar um melhor acabamento estético, evita que a quina da parede fique desprotegida e com maior possibilidade de quebra.

Tabela 4.6 - Cantoneiras de alumínio para azulejos colocadas antes da aplicação da cerâmica.
(Fonte: www.minalex.com.br/catálogo)










Desenho	Descrição
	Sextavado pequeno
	Sextavado grande (também para piso)
	Meia Lua
	Arredondado
	Canto Vivo

Tabela 4.7 – Cantoneiras metálicas tipo “L” colocadas após o assentamento da placa cerâmica.
(Fonte: www.minalex.com.br/catálogo)

Desenho	Descrição
	Cantoneira 1/2"x1/2"
	Cantoneira 5/8"x5/8"
	Cantoneira 3/4"x3/4"
	Cantoneira 1"x1"

A cantoneira de PVC, mostrada na figura 4.3, é fixada com argamassa colante durante a seqüência de execução da fixação das placas cerâmicas. É um acessório de uso recente na construção civil se comparado com os perfis metálicos.

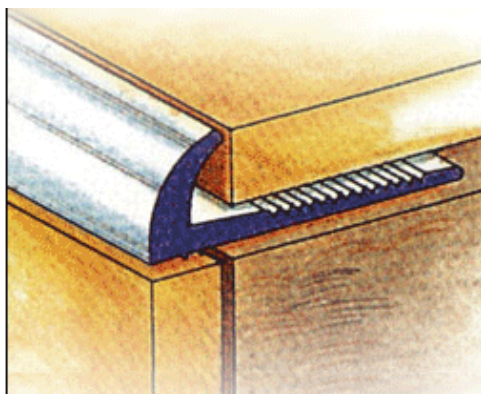


Figura 4.3 – Cantoneira de PVC para revestimento cerâmico assentada em conjunto com as placas cerâmicas.

Podem ser encontradas no mercado em diversas cores e com as dimensões que proporcionam o encaixe de placas cerâmicas de diferentes espessuras, conforme mostrado na tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Dimensões de cantoneiras de PVC encontradas no mercado:
(Fonte: www.juntafacil.com.br)

Espessura da cantoneira de PVC para o encaixe da placa (polegada)	Espessura máxima da placa cerâmica (mm)
1/4	até 6
5/16	8
3/8	10
1/2	12

As figuras 4.4 a 4.7, a seguir, ilustram a seqüência da colocação de cantoneira de PVC.



Figura 4.4: Colocação da placa cerâmica em um dos lados da parede



Figura 4.5: Cantoneira fixada com argamassa colante no lado da parede perpendicular ao que tem a cerâmica já aplicada.



Figura 4.6: Acabamento da quina de 90°;



Figura 4.7: Aspecto final da cantoneira instalada

4.5 Fatores que influenciam a produtividade da mão-de-obra.

Librais (2001) define produtividade como sendo a eficiência na utilização dos recursos para a produção de um determinado serviço.

Segundo Librais (2001), existem diversos fatores que influenciam na produtividade do revestimento cerâmico em paredes internas. A listagem se mostra bastante ampla, abrangendo itens relacionados à arquitetura do ambiente, mão-de-obra disponível, tipo de substrato, tipo de placa cerâmica, paginação do revestimento, tipo de rejunte, acabamento do rejuntamento e técnica de execução, os quais serão sinteticamente abordados na seqüência.

As tabelas 4.9 a 4.14 relacionam os fatores que influenciam a produtividade na execução do revestimento cerâmico, segundo Librais (2001).

Tabela 4.9 - Itens relacionados à arquitetura do ambiente

	Fatores	Repercussão
Arquitetura	Área total revestida – área líquida do revestimento cerâmico, isto é, área das paredes descontados os vãos;	Área a ser considerada como quantidade produzida pelo operário
	Quantidade de vãos de portas e janelas que o operário teve contato;	A existência de vãos geram recortes por isso reduzem a produtividade
	Metros de quinas, requadrações de paredes, arestas de vãos de portas e janelas	Quanto maior a soma total, menor será a produtividade do operário no ambiente

Tabela 4.10 - Itens relacionados ao acabamento do emboço

	Fatores	Repercussão
Acabamento do emboço	Sarrafeado – não é acabamento adequado para receber o revestimento cerâmico	As imperfeições no acabamento dificultam a aplicação da argamassa colante, além de consumir mais material.
	Desempenado grosso	Irà desgastar mais rapidamente os dentes da desempenadeira e se houverem imperfeições no acabamento poderá consumir mais argamassa e dificultar o trabalho do operário.
	Desempenado fino – É o acabamento do emboço mais adequado à aplicação da placa cerâmica	Apresenta uma regularidade em sua planicidade de modo que possibilite aplicar a placa cerâmica com o uso de argamassa colante de pequena espessura, e uma melhor resistência superficial.

Tabela 4.11 - Fatores relacionados à mão de obra

	Fatores	Repercussão
Mão de obra	Relação ajudante/oficial;	Uma relação maior que 1 ajudante para 2 oficiais poderá prejudicar a produtividade
	Assentamento com argamassa colante ou tradicional;	O uso da argamassa colante industrializada proporcionana maior produtividade
	Uso de espaçadores	Segundo operários, o uso de aplicadores diminuem a produtividade
	Tipo de plataforma de trabalho:	
	Andaime metálico;	Agiliza o deslocamento, podem ser desmontáveis e dobráveis
	Andaime de madeira;	Mais pesado e com montagem trabalhosa
	Banco de madeira	Deverá ter estabilidade e ao mesmo tempo ter dimensões que passe pelos vãos de porta
	Nenhum;	Dependendo do pé direito do ambiente, impossibilita a execução das fiadas superiores

Tabela 4.12 - Fatores relacionados à placa cerâmica

	Fatores	Repercussão
Placa cerâmica	Placas cerâmicas diferentes em ambientes diferentes para um mesmo pavimento	O operário irá trabalhar com diferentes projetos, dificultado sua produtividade
	Dimensões das placas cerâmicas	Placas de pequenas dimensões, ou placas grandes que necessitam dupla colagem dificultam a execução
	Placas cerâmicas de cores diferentes no mesmo ambiente – uma, duas, ou mais cores	Irão reduzir a produtividade

Tabela 4.13 - Fatores relacionados à paginação

	Fatores	Repercussão
Paginação	Diagonal	Dificulta a execução e reduz a produtividade em até 30%
	A prumo	Facilita a colocação e proporciona maior produtividade
	Relação peças cortadas por peças inteiras	Quanto mais peças cortadas, menor a produtividade
	Presença de faixa decorativa	Dificulta a execução

Tabela 4.14 – Fatores relacionados ao rejuntamento

	Fatores	Repercussão
Rejuntamento	Acabamento plano	Mais fácil de executar
	Acabamento frisado	Necessário para peças bisotadas, proporcionada melhor acabamento
	Espessura das juntas	Quanto mais finas, maior deverá ser a precisão do operário no assentamento
	Base cimentícia	Facilidade de execução e limpeza
	Base epóxi	Difícil execução e limpeza

4.6 Cuidados de execução

O projetista responsável pela elaboração do projeto para produção de revestimento cerâmico deve apresentá-lo em uma reunião no canteiro de obra, ao engenheiro residente, mestre, encarregados próprios da construtora ou de subempreiteiros em uma reunião no canteiro de obra, isto se torna imprescindível para que os conceitos estabelecidos no projeto sejam entendidos de forma clara pelos administradores da obra e não haja dúvidas na transmissão das informações para os operários.

A equipe de produção deverá ser treinada para interpretar corretamente as informações contidas no projeto para tornar mais eficiente a realização do trabalho, e os controles de consumos e de processo.

O treinamento para compreensão do projeto tem como finalidade antecipar e ordenar as atividades a serem desenvolvidas no canteiro de obras, objetivando, além do entendimento integral das especificações contidas no projeto, a possibilidade de realizar a gestão dos

recursos físicos envolvidos no processo de revestimento cerâmico, no sentido de otimizá-los, reduzindo os desperdícios de material, mão-de-obra e energia, aumentando a produtividade dos serviços não só na execução, mas também na compra, recebimento e estocagem dos insumos.

Para se iniciar o revestimento cerâmico, devem-se estabelecer critérios, para a produção e recebimento de cada etapa, que garantam o desempenho e qualidade final do revestimento. Além do treinamento da mão-de-obra, é importante que se estabeleçam algumas instruções de tal modo que fique claro para quem irá executar, quais deverão ser as condições necessárias para o início, como deverá ser preparada a base, bem como os procedimentos para o assentamento e rejuntamento das placas cerâmicas.

4.6.1 Preparo da base e condições iniciais

Para iniciar o revestimento cerâmico é necessário que outros subsistemas estejam concluídos, por isso as condições iniciais deverão também relacionar todos os outros serviços que possam interferir ou gerar retrabalhos. A seguir nas tabelas 4.15, 4.16 e 4.17, estão relacionadas algumas condições iniciais que deverão ser observadas para que se libere o início do revestimento cerâmico:

Tabela 4.15 – Itens que deverão estar liberados pelo controle de qualidade da alvenaria e das instalações elétricas, hidráulicas.

Item	Condição
1	O pavimento deverá estar limpo
2	Alvenaria executada no mínimo há 28 dias
3	Fixação das paredes executada no mínimo há 14 dias
4	Taliscas executadas há mais de 2 dias, com prumo e esquadro dentro da tolerância exigida pela construtora
5	Todos os chumbamentos de instalações hidráulicas e elétricas deverão estar concluídos há pelo menos sete dias e testadas
6	Todas as instalações hidráulicas e elétricas deverão estar testadas
7	Os contramarcos de janela deverão estar fixados

Tabela 4.16 – Itens que deverão estar liberados pelo controle de qualidade do substrato

Item	Condição
1	O substrato (emboço ou gesso acartonado) deverá estar com a planicidade e prumo dentro da tolerância exigida pela construtora.
2	Os cantos deverão estar sem rebarbas ou defeitos
3	O ambiente deverá estar limpo

Tabela 4.17 - Condições iniciais para o assentamento da placa cerâmica.

Item	Condição
1	O substrato que irá servir como base para o assentamento da placa cerâmica deverá ter sido executado no mínimo há 14 dias, quando produzido com argamassa cimentícia, pois neste período já ocorreu a maior parte das tensões de retração do substrato, sendo possível minimizar o seu efeito sobre a camada de acabamento. Essa condição não é necessária para bases em placa de gesso acartonado; neste caso, recomenda-se consultar o fabricante.
2	O teto do ambiente deverá estar revestido, exceto no caso de uso de forros modulares ou em placas de gesso.
3	Recomenda-se que o contrapiso do ambiente esteja previamente executado e limpo
4	O substrato deverá estar isento de pó e de outras sujeiras que possam prejudicar a aderência da placa cerâmica
5	O ambiente deverá estar limpo
6	O aplicador deverá ter todas as ferramentas e equipamentos a serem utilizados ao longo da execução e devem estar adequadas ao uso

4.6.2 Camada de fixação com argamassa colante

O uso de argamassa colante tem como principal função permitir a aderência das placas cerâmicas às camadas que lhe servem de base. O preparo e uso adequado desse material industrializado proporcionam algumas vantagens, tais como:

- Produtividade no assentamento;
- Manutenção das características dos materiais;
- Uniformização dos serviços;
- Facilidade de controle;
- Possibilidade de controle do consumo de material;
- Possibilidade de adequação às necessidades do projeto;
- Grande potencial de aderência.

As argamassas devem ser preferencialmente preparadas com misturadores elétricos. Podem ser empregados basicamente dois tipos de equipamentos para se proceder a mistura: hastes helicoidais acionadas por furadeira elétrica (ver figura 4.8), ou misturador de base fixa e haste planetária (figuras 4.9 e 4.10). Segundo Medeiros (1999), os dois equipamentos apresentam eficiência adequada para a mistura de argamassas colantes, permitindo, além da homogeneização adequada, a incorporação de vazios na forma de microbolhas provocadas pelos aditivos incorporadores de ar.

Essas micro bolhas irão proporcionar maior trabalhabilidade à argamassa. Entretanto é importante lembrar que se deve consultar o fabricante da argamassa ou aditivo quanto ao tempo máximo de mistura, pois, se os aditivos que já vêm na argamassa industrializada ou os aditivos incorporados durante a mistura não tiverem componentes anti-espumantes em sua composição, durante a mistura a argamassa poderá incorporar ar excessivamente, ficando porosa após seu endurecimento, comprometendo sua resistência.



Figura 4.8 - Hastes helicoidais empregadas na mistura de argamassas colantes. Acoplada a uma furadeira profissional, permite a mistura da argamassa com água com rapidez e facilidade, tornando a argamassa mais homogênea. (fonte: Barros; Sabbatini, 2004)



Figuras 4.9 e 4.10 – Misturador de base fixa. (Fonte: Catálogo do fabricante – Fermat Ind. E Comércio de Máquinas).

No preparo mecânico deve-se colocar a quantidade de água especificada pelo fabricante em um balde e, sob agitação do misturador, ir acrescentando o pó até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e com aspecto visual uniforme.

Entretanto, a NBR 13754 (1996), que trata dos procedimentos para execução de revestimentos cerâmicos com o uso de argamassa colante, estabelece recomendações para o preparo manual.

Diferentemente do preparo mecânico, no manual deve-se colocar a argamassa colante em pó em uma caixa apropriada e adicionar água aos poucos, misturando e amassando até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e uniforme. O procedimento manual para a mistura da argamassa é o mais utilizado nas obras, devido ao custo dos equipamentos mecânicos para mistura ou mesmo desconhecimento da técnica.

A quantidade de água para preparar a argamassa colante é chamada de “água de amassamento”. A norma NBR 14081 (2004) especifica que a água de amassamento seja expressa em litros por quilograma do produto, ou litros por saco do produto.

Os fabricantes recomendam que a quantidade de água esteja entre 4 e 4,5 litros para cada 20 quilos do pó. Como o teor de água de amassamento influencia as propriedades da argamassa colante como trabalhabilidade, facilidade de esmagamento dos cordões, adesão, tempo em aberto e resistência de aderência, é de extrema importância que se conheça o teor de água indicado pelo fabricante a fim de otimizar as propriedades mais importantes da argamassa.

Após a mistura da argamassa, a norma NBR 14081 (2004) recomenda que seja respeitado o “tempo de maturação” que corresponde ao intervalo de tempo entre o fim da preparação da argamassa fresca e o início da aplicação. Esse repouso é necessário para que os aditivos, particularmente os retentores de água, iniciem sua ação.

A NBR 14081 (2004) também recomenda que os fabricantes devem indicar no saco o “tempo de maturação” do produto. Caso não esteja indicado, essa mesma norma recomenda a adoção de 15 minutos.

O emprego da argamassa deve ocorrer no máximo 2 horas e 30 minutos após seu preparo, sendo vedada, neste período, a adição de água ou outros produtos.

As figuras 4.11 a 4.13 mostram as desempenadeiras utilizadas para a aplicação da argamassa colante.



Figura 4.11 - Desempenadeira com dente de 6 x 6 x 6 mm, ideal para o assentamento de pastilhas de porcelana e vidro, inclusive cerâmicas menores que 20x20cm, em área interna. (Fonte: www.quartzolitweber.com.br)



Figura 4.12 - Desempenadeira com dente de 8 x 8 x 8 mm para o assentamento de placa cerâmica em pisos e paredes, é a mais utilizada em revestimento interno. (Fonte: www.quartzolitweber.com.br)



Figura 4.13 - Desempenadeira com dente de raio 10 mm, para o assentamento de placas cerâmicas de grandes dimensões. (Fonte: www.quartzolitweber.com.br).

A tabela 4.18 apresenta as variações de consumos de argamassa colante com o uso das desempenadeiras com os três tamanhos de dentes:

Tabela 4.18 - Consumo de argamassa colante (fonte: Barros; Sabbatini, 2004).

Desempenadeira	Consumo teórico	Consumo real
6 x 6	3,6 a 4,4 kg/m²	5,0 a 6,0 kg/m²
8 x 8	4,8 a 5,9 kg/m²	6,5 a 8,0 kg/m²
10 x 10	6,0 a 7,3 kg/m²	8,0 a 10,0 kg/m²

4.6.3 Rejuntamento do revestimento cerâmico

Os rejuntas industrializados são preparados basicamente com a adição de água ao pó, em proporção bem definida. Os fabricantes indicam essa proporção na própria embalagem. Dependendo do fabricante, mesmos tipos de rejunte, para as mesmas condições de uso, podem ter seu teor de água diferenciado.

As propriedades do rejunte estão intimamente ligadas à relação água/material seco; portanto, dosagens inadequadas, fora da recomendação do fabricante podem prejudicar a coloração, diminuir a aderência, aumentar a porosidade e a retração; enfim, podem prejudicar o desempenho do rejunte endurecido.

O rejunte deve ser preparado em um recipiente limpo, que não absorva água e não solte partículas que possam contaminar a mistura. Podem ser em caixotes apropriados de metal resistente à corrosão ou de plástico resistente. Caixotes de madeira não são adequados porque podem absorver a água de amassamento.

A mistura pode ser feita manualmente ou com auxílio de misturadores mecânicos de haste helicoidal a baixa rotação, evitando a incorporação de ar na argamassa que a torna menos densa. A incorporação de ar na argamassa de rejuntamento pode torná-la mais porosa após a secagem, podendo prejudicar seu desempenho frente a ação da água.

Após a mistura é importante observar o tempo de repouso do rejunte para que os aditivos (pigmentos, hidrofugantes e polímeros) da composição iniciem a reação. Fabricantes recomendam no mínimo 15 minutos de repouso.

A mistura deve ser bem feita evitando a existência de grumos secos imersos na massa úmida, situação bastante comum na mistura manual. Como recomendação, deve-se adicionar o pó aos poucos sobre a água e não o contrário; esse procedimento evita a formação de partes secas dentro do recipiente.

Os fabricantes de rejunte indicam na embalagem do produto que o tempo de utilização da argamassa não ultrapasse 2 horas e 30 minutos. Caso não haja qualquer indicação por parte do fabricante, Junginger (2003) recomenda que esse intervalo não seja maior que 1 hora e 30 minutos.

Vale ressaltar que as juntas deverão estar isentas de pó ou qualquer tipo de sujeira que possa prejudicar a aderência do rejunte. A NBR 13755 (ABNT, 1996) recomenda o umedecimento das juntas com a finalidade de remover eventuais sujidades. No entanto, os fabricantes recomendam que o umedecimento antes da aplicação do rejunte somente seja feito para juntas com até 3 mm de largura em que há maior dificuldade de remoção dessas sujidades.

Uma vez preparado o rejunte, ele deve ser aplicado preferencialmente com o auxílio de uma desempenadeira de borracha dura, como ilustrado na figura 4.14. Não é recomendável o uso de rodos, pois sua borracha é muito mole e a tendência é de se acrescentar mais água ao rejunte de modo a torná-lo mais trabalhável.



Figura 4.14 - Desempenadeiras de borracha ideal para aplicação de rejuntas cimentícios; facilita a remoção dos excessos de rejuntamento sobre o revestimento.
(Fontes: <http://www.absolutehome.com/home/decoration>)

A argamassa deverá ser estendida somente nas áreas das juntas entre componentes e pressionada para dentro das mesmas. O operário deverá preocupar-se com a área estendida, impondo um ritmo de trabalho que lhe permita controlar o tempo entre a aplicação e início do acabamento.

Para produtos monocomponentes esse intervalo de tempo situa-se entre 30 a 40 minutos. Se houver grande intervalo entre a aplicação e o acabamento, a limpeza pode tornar-se muito trabalhosa, a superfície do rejunte pode ficar áspera e sem resistência.

O acabamento da junta poderá ser feito com um frisador de material inerte, (plástico ou madeira) em formato de meia-cana. Toda a superfície do revestimento deverá ser limpa com um bloco de espuma ou pano limpo.

4.6.4 Equipamentos e ferramentas necessárias:

Nas tabelas 4.19 a 4.21 estão listadas as ferramentas e equipamentos usualmente empregados para uma adequada execução do revestimento cerâmico, alguns dos quais estão ilustrados nas figuras 4.15 a 4.17.

Tabela 4.19 - Ferramentas para serviços iniciais.

Etapa: Limpeza verificação e preparo do substrato	
Item	Descrição da ferramenta
1	Vassoura de piaçava para limpeza;
2	Espátula;
3	Mangueira de nível;
4	Régua de nível de 2 metros;
5	Régua de alumínio (conforme dimensões do ambiente);
6	Esquadro de alumínio (0,60 x 0,80 m);
7	Trena metálica de 5 m;

Figura 4.15 – Ferramentas para serviços iniciais



Tabela 4.20 - Ferramentas para preparação e aplicação da argamassa colante

Etapa: Preparo e aplicação da argamassa colante	
Item	Descrição da ferramenta
8	Caixa plástica para mistura da argamassa colante (0,60 x 0,40 m com 0,20 m profundidade);
9	Balde para transporte da água de amassamento;
10	Desempenadeira dentada de aço (conforme figuras 4.3 a 4.5 mostradas anteriormente);
11	Colher de pedreiro;

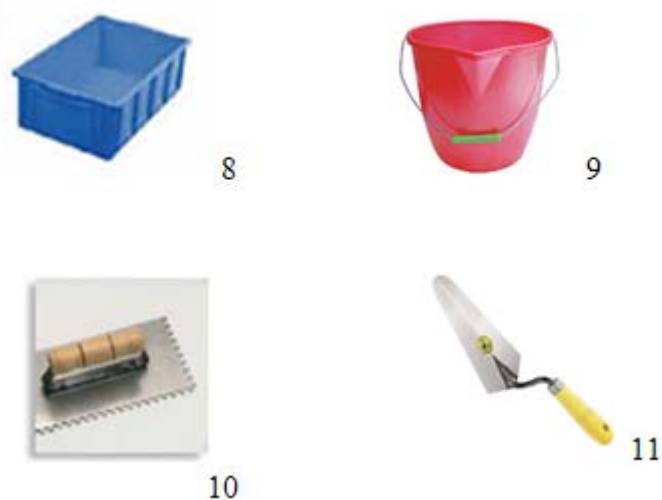


Figura 4.16 – Ferramentas para a aplicação e preparação da argamassa colante

Tabela 4.21 - Ferramentas para auxiliar na colocação das placas cerâmicas e rejuntamento

Etapa: Aplicação da placa cerâmica	
Item	Descrição da ferramenta
12	Prego de aço 17 x 21 mm;
13	Linha de nylon;
14	Serra copo diamantada (ver figura 4.13);
15	Furadeira (para o acoplamento da serra copo);
16	Cortador mecânico para corte manual (ver figura 4.14);
17	Martelo de borracha (ver figuras 4.15 e 4.16);
18	Torquês pequena;
19	Serra manual elétrica com disco diamantado (ver figura 4.17);
20	Desempenadeira de borracha para aplicação do rejunte (conforme figura 4.6);



Figura 4.17 – Ferramentas e equipamentos para o assentamento e rejuntamento

Nas figuras 4.18 a 4.21 seguem referências e forma de utilização de algumas ferramentas e equipamentos:



Figura 4.18 – Serra-copo diamantada

Utilizado para furações circulares em cerâmicas. Deve ser acoplada a uma furadeira para o uso ou no “suporte manual furador de cerâmica”. Permite um melhor acabamento.

(Fonte: www.quartzolitweber.com.br)



Figura 4.19 – Cortador mecânico para corte manual

Para cortes retos ou em ângulos em placas cerâmicas. Existem modelos com separador de placas após o corte, evitando a quebra dos cantos. Permite o uso de acessórios de furações circulares para cerâmicas de parede. (Fonte: www.irwin.com.br)



Figura 4.20 - Martelo de borracha e martelo de borracha branca

Utilizados no assentamento das placas de cerâmicas esmaltadas e de superfície lisa, pedras polidas e pastilhas, permitindo o ajuste das mesmas sem danificar sua superfície. Recomenda-se o martelo de borracha branca para assentamento de placas de cerâmicas não esmaltadas, porcelanatos e placas de cerâmicas antiderrapantes, pedras naturais e não polidas.

(Fonte: www.quartzolitweber.com.br)



Figura 4.21 – Serra manual elétrica com disco diamantado;
Usada para cortes das placas cerâmicas quando não é possível o uso do cortador manual.
(Fonte: www.makita.com.br)

4.6.5 Aplicação da placa cerâmica:

Inicialmente a argamassa deve ser aplicada com o lado liso da desempenadeira imprimindo-se uma pressão suficientemente forte para que a argamassa adira ao substrato, buscando-se, com esse procedimento, uniformizar a superfície. Em seguida, passa-se a desempenadeira com o lado denteado. A desempenadeira deverá ser posicionada com uma inclinação de 60° de forma a resultar na formação dos cordões, cuja altura deve ser de aproximadamente 3 mm menor que a altura do dente da desempenadeira. Por exemplo: uma desempenadeira com dente 6 x 6 x 6 mm deverá proporcionar um cordão de 3 a 5 mm, uma de 8 x 8 x 8 mm proporcionará um cordão de 5 a 7 mm.

Deve-se ter o cuidado de substituir a desempenadeira quando o lado denteado ficar desgastado, caso contrário, o cordão poderá resultar em espessura muito inferior à especificada.

A área máxima a ser coberta pela argamassa estendida sobre a superfície de uma só vez, vai depender do tempo em aberto da argamassa que, apesar de ser indicado pelo fabricante, pode variar dependendo das condições ambientais do local em que se está executando o revestimento. Em condições em que não haja vento ou insolação direta recomenda-se espalhar a argamassa sobre uma superfície de no máximo 1,0 m².

A aplicação da placa sobre a argamassa deverá ocorrer logo após o espalhamento e antes da formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões. A formação dessa

película indica que terminou o tempo em aberto, não sendo mais possível a aderência da placa com a base.

Recomenda-se que a argamassa seja espalhada na direção horizontal de forma que as placas sejam assentadas fiada a fiada garantindo o nivelamento das mesmas. A placa deverá ser colocada a cerca de 2 cm da posição final e arrastada com movimentos de vai-e-vem, os ajustes finais poderão ser feitos com a marreta de borracha. Esse procedimento irá garantir que os cordões da argamassa sejam amassados preenchendo a maior parte do tardo da placa cerâmica.

O mais comum de ser encontrado nas obras é o início do assentamento a partir da linha de visão do operário quando agachado, na posição de trabalho de baixo para cima. A posição da fiada de referência deve ser aproximadamente no terço inferior da altura do painel.

A argamassa de rejunte deverá ser preparada e aplicada conforme procedimentos já apresentados no item 4.6.2. A limpeza da área rejuntada deve ser feita entre 10 a 15 minutos utilizando um pano seco e limpo ou estopa. Adota-se esse procedimento quando se utiliza argamassa de rejuntamento cimentício comum.

Frisar as juntas é um procedimento recomendado, pois torna a superfície do rejunte mais resistente, proporciona um aspecto superficial mais uniforme e esteticamente melhor acabado. Essa técnica é comum entre os operários, desde que seja uma exigência dos responsáveis pela obra.

4.6.6 Controle de execução e recebimento dos serviços

A forma mais eficiente é controlar a qualidade do processo, ou seja, garantir que as condições iniciais sejam respeitadas, que sejam utilizados os materiais, ferramentas e os equipamentos adequados.

Deverá ficar claro para o operário quais itens serão verificados no momento do recebimento dos serviços e as tolerâncias aceitáveis. Na tabela 4.22, a seguir, estão relacionados os mais importantes:

Tabela 4.22 – Proposta de itens a serem inspecionados no recebimento dos serviços

Item		Método de inspeção	Tolerância
1	Recorte no pontos de elétrica e hidráulica	visual	nenhuma
2	Espessura das juntas	visual	nenhuma
3	Acabamento da superfície do rejunte	visual	nenhuma
4	Nível das fiadas	visual	nenhuma
5	Planicidade	régua 2 m	2 mm
6	Assentamento das placas (quinas de placas levantadas)	visual	nenhuma
7	Acabamento das cantoneiras	visual	nenhuma
8	Acabamento no encontro com batentes	visual	nenhuma
9	Requadrações das janelas e vãos	Esquadro	1mm a cada 10 cm
10	Ausência de placas cerâmicas quebradas ou com defeitos	visual	nenhuma
11	Verificação amostral da impregnação da argamassa colante no tardo de placa cerâmica	Arrancar 4 peças por andar durante o assentamento	ausência de área sem argamassa
12	Espaço entre a primeira fiada e contrapiso	trena	2 mm
13	Aspecto final do serviço	visual	nenhuma
14	Limpeza do Ambiente	visual	nenhuma

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

Houve nos últimos anos uma evolução nos componentes do revestimento cerâmico, podendo-se encontrar argamassas e rejuntas industrializados com adequado desempenho e qualidade, os aditivos para as argamassas são encontrados facilmente no mercado e estão cada vez mais presentes nas obras, ajudando a aumentar o desempenho do revestimento cerâmico.

As grandes indústrias de placas cerâmicas dispõem de diversas opções deste componente, podemos encontrar diversos tamanhos, cores, texturas e seleção de qualidade.

Outro fato positivo é que tanto as indústrias de argamassa quanto a dos componentes cerâmicos estão entendendo a necessidade de fornecer apoio técnico às construtoras e consumidores finais. Podemos encontrar facilmente em sites na internet, revistas e boletins técnicos, informações que podem auxiliar na tomada de decisão na hora da compra dos materiais.

Entretanto, o meio técnico responsável por planejar a aplicação desses materiais nas obras precisa evoluir. Há uma carência de aplicação do conhecimento técnico para tratar o revestimento cerâmico interno como um sistema que precisa ser pensado desde a concepção do empreendimento até o recebimento dos serviços. Os projetos de revestimento cerâmico para áreas internas quando são feitos, apenas abordam os aspectos estéticos de paginação. A decisão do “como fazer” ainda está nas mãos do operário na obra.

Uma das propostas deste trabalho, foi chamar a atenção para essa etapa tão importante quanto um revestimento cerâmico de fachada, alvenaria, contrapiso ou outros serviços que possuem projeto específico para a produção.

O objetivo de apresentar subsídios necessários para a elaboração do projeto foi atingido; porém, ainda há um grande trabalho de conscientização do meio técnico para entender a importância de se projetar e planejar todas as etapas de uma obra. Acredita-se que este trabalho possa contribuir para se chegar a uma metodologia construtiva racionalizada.

5.2 Sugestão para estudos futuros

Ao longo do trabalho o autor iniciou uma experiência em uma obra piloto em que mudou-se a sistemática de execução do revestimento cerâmico na obra. Foi elaborado um projeto que propôs que o revestimento cerâmico da parede de um determinado ambiente deveria ser executado em duas etapas: uma de marcação e outra de elevação (como se faz hoje com a alvenaria racionalizada). O ambiente se repetia em todos os pavimentos de um edifício, inclusive com a mesma placa cerâmica. Foram determinadas as seguintes diretrizes para a execução:

- a) Os ambientes possuíam camada de regularização em emboço, as dimensões do ambiente foram padronizadas para todos os pavimentos;
- b) A marcação deveria ser executada na 4ª fiada (aproximadamente 1,20 m de altura);
- c) O projeto determinava o início e o término do assentamento;
- d) A marcação era executada em todo o perímetro do ambiente, com isso foram determinadas as dimensões e quantidades de placas cerâmicas que deveriam ser cortadas;
- e) A marcação era recebida e conferida após executado em todos os ambientes do mesmo andar. O operário da marcação seguia para o pavimento seguinte e entrava o operário de elevação;
- f) As placas cerâmicas eram cortadas em uma central com as dimensões já determinadas; somente era liberada a execução de furos no local de execução;
- g) Era liberada somente a quantidade exata de placas para a execução do ambiente, caso houvesse alguma solicitação de placa a mais, deveria ser anotado na central que controlava o estoque de azulejos.
- h) A elevação era executada seguindo a marcação.

Com esse estudo buscavam-se os seguintes objetivos:

- 1) Garantir a uniformidade de paginação das placas nos ambientes;
- 2) Reduzir a perda com desperdício, ou garantir uma perda controlada;
- 3) Garantir que o ambiente não tivesse várias saídas no assentamento;
- 4) Propiciar que se possa conferir a espessura das juntas, nivelamento da marcação e a modulação antes de executar todo o ambiente.

Durante a obra observaram-se algumas dificuldades iniciais, principalmente com a adaptação da mão-de-obra para a nova sistemática de assentamento em duas etapas. Também não foi medida a produtividade de execução, pois, por se tratar de uma obra piloto inicialmente esse não era o foco principal. Entretanto houve uma redução significativa das perdas de placas cerâmicas e padronização no acabamento final.

Houve também, o interesse de um fornecedor de placas cerâmicas em estudar a possibilidade de se produzir além da placa cerâmica inteira, também meia peça, para compor a paginação do revestimento de ambientes que tivesse grande repetitividade. Esse também é um estudo que pode ser aprofundado em parceria com a indústria cerâmica.

Na maioria das obras de edifícios, há uma carência de projetos específicos para a produção para alguns serviços que também podem ser objetos de estudos, tais como: revestimento cerâmico de piscinas, revestimento cerâmico em paredes em locais com grande incidência de vapor (área de piscinas aquecidas e saunas), pisos cerâmicos e porcelanatos em ambientes internos, contrapiso acústico, assentamento de pedras decorativas em áreas externas, instalação de banheiras de hidromassagem, etc. Hoje grande parte dos empreendimentos oferecem esses atrativos aos clientes; porém, durante a execução aparecem dúvidas devido à falta de detalhamento técnico que mostre como fazer corretamente.

Está no anexo B, um modelo de como seria a apresentação do projeto para produção de revestimento cerâmico de parede, seguindo inclusive, a experiência citada com marcação e elevação.

Neste modelo não estão apresentados todos os detalhes necessários de um projeto, por exemplo: a junta de encontro entre as placas cerâmicas da parede com o piso e o forro, detalhe de encontro dos cantos, acabamento do rejunte, pontos das instalações elétricas e hidráulicas, fixação da pia, procedimentos de execução e controle, entre outros.

A implantação desse modelo requer um estudo mais aprofundado e fica como sugestão para um próximo trabalho.

ANEXO A - Questionário

Departamento de projetos

- 1- A Construtora utiliza projetos para produção? Quais?
- 2- Existe alguma especificação quanto às camadas de revestimento?
- 3- Quais os fatores relevantes na escolha dos revestimentos cerâmicos verticais?
- 4- Quais os critérios para a elaboração dos projetos de paginação das placas cerâmicas? Existe alguma diretriz a ser seguida?
- 5- A obra segue integralmente esse projeto?
- 6- Caso a resposta acima seja positiva, como o depto de projetos retroalimenta as informações da obra, ou fica sabendo se o projeto estava correto?
- 7- Quem determina a especificação e cor dos rejuntas, qual critério utilizado?
- 8- O projeto de paginação é apresentado formalmente à equipe de obra? Você acha importante?

Departamento de planejamento

- 1 – Quanto representa no custo global da obra, o revestimento cerâmico das paredes?
- 2 – Quais os índices de consumo e perdas previstos dos materiais abaixo:
 - Azulejos
 - Argamassa Colante
 - Argamassa para rejuntamento

Departamento de suprimentos

1 – Se a especificação das placas cerâmicas não é determinada no projeto arquitetônico, como são feitas a seleção e escolha dos fornecedores?

2 – Quem escolhe e qual critério é utilizado na compra das argamassas colante e de rejuntamento?

3 – Qual critério é utilizado na contratação da mão de obra?

Departamento de assistência técnica pós obra

1- Há ocorrências de patologias no revestimento cerâmico das paredes internas? Quais?

2- Como são tratadas essas patologias

Departamento de produção – a obra

1 – Tipo de base em que será aplicado o revestimento cerâmico.

2 – Existe algum procedimento formalizado para execução, controle e recebimento das camadas de emboço e aplicação do revestimento cerâmico?

3 - Quais os consumos e perdas dos azulejos, argamassa colante e rejunte?

4 – Qual o índice de produtividade no assentamento dos azulejos e no rejuntamento?

5 – Quais ferramentas e equipamentos são utilizados?

6 - Qual critério é utilizado para escolha das argamassas colantes e rejuntamento?

7 – Como são armazenados e distribuídos os materiais?

8 – É utilizado algum projeto para a execução do revestimento cerâmico?

9 – Quais os prazos de carência entre etapas?

alvenaria x emboço

emboço x revestimento cerâmico

revestimento cerâmico x rejuntamento

9 – O que você espera de um projeto para produção?

10 – O que poderia ser melhorado no processo de revestimento cerâmico tradicional?

- Documentos a serem analisados:

Procedimentos de produção

Projetos de paginação (caso houver)

- Métodos para coletas de dados:

Questionário com os departamentos envolvidos no processo.

Acompanhamento de serviços em obra para pesquisa de índices.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13528**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1996. 4 p.

_____. **NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996. 6 p.

_____. **NBR 13754**: revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 11 p.

_____. **NBR 13755**: revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 11 p.

_____. **NBR 13816**: placas cerâmicas para revestimento: terminologia. Rio de Janeiro, 1997. 4 p.

_____. **NBR 13817**: placas cerâmicas para revestimento: classificação. Rio de Janeiro, 1997. 3 p.

_____. **NBR 13818**: placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997. 78 p.

_____. **NBR 14081**: argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmicos: requisitos. Rio de Janeiro, 2004. 4 p.

_____. **NBR 14992**: argamassa a base de cimento portland para rejuntamento de placas de cerâmicas: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003. 16 p.

_____. **NBR 7200**: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: procedimento. Rio de Janeiro, 1998. 13 p.

BARROS, M. M. S. B. de; MEDEIROS, R. C. F. de. **Vedações verticais em gesso acartonado**: recomendações para os ambientes úmidos. São Paulo: EPUSP, 2005. 35 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/390

_____.; SABBATINI, F. H. **Revestimentos**: TG 006. São Paulo: EPUSP, 2004. CD-ROM. Aula 7, Revestimentos cerâmicos –conceitos básicos, materiais e componentes.

_____.; SABBATINI, F. H. ; LORDSLEEM JR., A. C. **Recomendações para execução de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo: EPUSP/CPqDCC-Encol, 1990. 116 p. Projeto EP/EM-6 Relatório Técnico R6-06/90.

_____.; MEDEIROS, J. S.; SILVA, M. M. A. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos**. São Paulo: EPUSP/PECE, 1988. 31 p. Tecnologia de Produção de Revestimentos – extraído do documento 1F – EPUSP-ENCOL – 1, 1988.

CAMPARTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 104 p. Coleção Primeiros Passos da Qualidade no Canteiro de Obras – ISBN 85-86872-06-7.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos**: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LIBRAIS, C. F. **Método prático para estudo da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas**. 2001. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. 28 p. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edifícios**: integração, concepção, projeto, execução de obras. São Paulo, 1991/Seminário apresentado no curso de Pós-graduação da EPUSP. Datilografado.

_____.; VIOLANI, M. A. **Sistematização da coordenação de projetos de obra de edifícios habitacionais**. São Paulo: EPUSP, 1992. Relatório Técnico do Convênio EPUSP/LIX DA CUNHA, projeto EP/LIX-4. Relatório Técnico n. 20.067. Datilografado.

QUARTZOLIT WEBER. **O guia weber**. São Paulo: Saint-Gobain Quartzolit, 2005. 214 p.

SELMO, S. M. de S. **Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. 1989. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SILVA, C. O. **Análise crítica dos requisitos e critérios de qualidade da argamassa colante**. 2003. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. 1999. 293 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ABSOLUTEHOME. Disponível em: <www.absolutehome.com/home/decoration>. Acesso em: 15 out. 2006.

INFOHAB SISTEMAS. Disponível em <www.infohab.org.br>. Acesso em: 10 ago. 2006.

IRWIN INDUSTRIAL TOLLS. Ferramentas para profissionais. Disponível em: <www.irwin.com.br>. Acesso em: 22 ago. 2006.

JUNTAFÁCIL DO BRASIL. Estiva Gerbi, SP. Espaçadores para revestimentos cerâmicos. Disponível em: <www.juntafacil.com.br>. Acesso em: 05 set. 2006.

LAFARGE BRASIL. Materiais de construção. Disponível em: <www.lafarge.com.br>. Acesso em: 20 out. 2006.

MAKITA DO BRASIL LTDA. Ferramentas elétricas industriais. Disponível em: <www.makita.com.br>. Acesso em: 22 ago. 2006.

MINALEX INDÚSTRIA LTDA. São Paulo. Extrusão de alumínio. Disponível em: <www.minalex.com.br/catalogo>. Acesso em: 05 set. 2006.

SAINT-GOBAIN QUARTZOLIT LTDA. Indústria de argamassas. Disponível em: <www.quartzolitweber.com.br>. Acesso em: 22 ago. 2006.