

Texto Técnico

Escola Politécnica da USP

Departamento de Engenharia de Construção Civil

TT/PCC/05

Tecnologia de Produção de Revestimentos de Piso

**Mércia M. S. Bottura de Barros
Eleana Patta Flain
Fernando Henrique Sabbatini**

São Paulo - 1993

Barros, Mércia Maria Semensato Bottura

Tecnologia de produção de revestimentos de piso /
M.M.S.B. de Barros, E.P. Flain, F.H. Sabbatini. --
São Paulo : EPUSP, 1993.

79p. -- (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP.
Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/
PCC/05)

1.Revestimentos de piso 2.Construção civil I.Flain,
Eleana Patta II.Sabbatini, Fernando Henrique III.Uni-
versidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departa-
mento de Engenharia de Construção Civil IV.Titulo
V.Série

CDU 692.53

69

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
1. INTRODUÇÃO	3
2. CARACTERIZAÇÃO DO SUBSISTEMA PISO	4
2.1 FUNÇÕES DO PISO	4
2.2 CAMADAS CONSTITUINTES DO PISO	4
2.2.1 Camada Impermeável	4
2.2.2 Camada Isolante Térmica	5
2.2.3 Camada de Contrapiso	5
2.2.4 Camada de Revestimento	6
2.3 PROPRIEDADES DO SUBSISTEMA PISO	6
2.3.1 Resistência Mecânica	6
2.3.2 Capacidade de Absorver Deformações	7
2.3.3 Estanqueidade	7
2.3.4 Resistência ao Ataque por Agentes Químicos	8
2.3.5 Facilidade de Limpeza e Salubridade	8
2.3.6 Segurança de Utilização	8
2.3.7 Conforto de Utilização	10
2.3.8 Segurança Contra o Fogo	11
2.3.9 Durabilidade	11
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PISOS	12
2.4.1 Classificação Quanto às Condições de Exposição	12
2.4.2 Classificação Quanto à Técnica de Execução	12
2.4.3 Classificação Quanto aos Materiais empregados	13
3. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO	14
3.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO CERÂMICO	15
3.1.1 Substrato	15
3.1.2 Camada de Fixação	15
3.1.3 Camada de Acabamento	16
3.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS	20
3.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção	20
3.2.2 Condições para Início de Trabalho	22
3.2.3 Execução da Camada de Fixação	22
3.2.4 Execução da Camada de Acabamento	23
3.3 PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS	28
3.3.1 Perda de Aderência (descolamento)	28
3.3.2 Trincas, Gretamento e Fissuras	29
3.3.3 Deterioração do Rejuntamento	29
3.3.4 Eflorescência	29
4. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS	30
4.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS	31
4.1.1 Substrato	31
4.1.2 Camada de Aderência	31
4.1.3 Camada de Acabamento	32
4.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS	37
4.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção	37
4.2.2 Condições para Início de Trabalho	38
4.2.3 Execução da Camada de Aderência	38
4.2.4 Execução da Camada de Acabamento	39
4.3 PATOLOGIAS NOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS	41
4.3.1 Descolamento	41
4.3.2 Fissuras	41
4.3.3 Manchas	41
4.3.4 Desgaste	41

5. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO VINÍLICO	41
5.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS	42
5.1.1 Substrato	42
5.1.2 Camada de Regularização do Substrato	42
5.1.3 Camada de Fixação	42
5.1.4 Camada de Acabamento	43
5.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS	44
5.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção	44
5.2.2 Condições para Início de Trabalho	46
5.2.3 Execução da Camada de Regularização	46
5.2.4 Medição e Marcação da Superfície e dos Eixos	47
5.2.5 Execução da Camada de Fixação	48
5.2.6 Execução da Camada de Acabamento	49
5.3 PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS	54
5.3.1 Manchas	54
5.3.2 Indentação	55
5.3.3 Descolamento do Revestimento	55
6. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO TÊXTIL	56
6.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS	56
6.1.1 Substrato	56
6.1.2 Camada de Regularização do Substrato	56
6.1.3 Camada de Fixação	56
6.1.4 Camada de Acabamento	57
6.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS	57
6.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção	57
6.2.2 Condições para Início de Trabalho	60
6.2.3 Execução da Camada de Regularização	60
6.2.4 Execução da Camada de Fixação	61
6.2.5 Execução da Camada de Acabamento	61
6.3 PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS	64
6.3.1 Descolamento	64
6.3.2 Emendas Abertas	64
6.3.3 Diferenças de Tonalidade no Revestimento	64
6.3.4 Imperfeições na Superfície	64
6.3.5 Manchas	65
7. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PROJETO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE EXECUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO	66
7.1 PROJETO DO SUBSISTEMA PISO	66
7.1.1 Parâmetros para Projeto da Camada de Revestimento do Piso	66
7.1.2 Desenvolvimento do Projeto	67
7.1.3 Redefinições do Projeto	69
7.2 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO	69
7.2.1 Quantificação Global dos Trabalhos de Revestimento	70
7.2.2 Cronograma da Produção do Revestimento de Piso	70
7.2.3 Definição de Insumos	70
7.2.4 Envolvimento das Instalações do Canteiro	71
7.3 CONTROLE DA PRODUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO	71
7.3.1 Controle das Condições Iniciais de Trabalho	71
7.3.2 Controle da Execução do Revestimento de Piso	71
7.3.3 Controle de Qualidade de Aceitação	72
7.3.4 Apropriação	72
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
9. BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA	75
ANEXO A	74

APRESENTAÇÃO

Este Texto Técnico - TT05 "Tecnologia de Produção de Revestimentos de Piso" teve origem no Relatório Técnico R6-07/90, com o mesmo título, desenvolvido no âmbito do convênio de pesquisa EPUSP/CPqDCC-ENCOL, projeto EP/EN-6 - Desenvolvimento Tecnológico de Métodos Construtivos de Revestimentos de Piso e de Paredes de Vedação em Alvenaria. No ano de publicação deste Texto Técnico, o antigo relatório passou por uma revisão, tendo sido incorporados os resultados de pesquisas mais recentes realizadas no CPqDCC-EPUSP.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas que vêm sendo desenvolvidas pela equipe de Tecnologia de Processos Construtivos no CPqDCC-EPUSP, no âmbito da produção do edifício convencional, mostram claramente que, sob o ponto de vista construtivo, existem diversas atividades que necessitam de um sensível impulso tecnológico para resultar num produto de adequado desempenho. Dentre estas, destacam-se as que envolvem a execução das alvenarias e revestimentos, cuja produção encontra-se, ainda hoje, num estágio atrasado, necessitando da implementação de uma tecnologia de produção que seja efetivamente dominada pelos técnicos envolvidos com estas atividades nos canteiros de obras.

Para se chegar ao domínio da tecnologia de produção de uma certa atividade ou serviço⁽¹⁾, porém, é necessário que se realize um árduo e extenso trabalho de pesquisa, baseado, sobretudo, em estudos bibliográficos, em experimentos laboratoriais e em observações de campo. E, além disso, para completar o processo de desenvolvimento tecnológico, coloca-se como ponto fundamental que os resultados obtidos, deste trabalho de pesquisa, sejam efetivamente implantados nos canteiros de obras, de maneira a atingir toda a estrutura produtiva, buscando substituir os procedimentos empíricos, em geral adotados, por procedimentos racionais, passíveis de controle e que sejam de domínio do técnico responsável pela atividade em questão.

Diversos trabalhos de pesquisa acerca das alvenarias e revestimentos vem sendo desenvolvidos pela equipe do CPqDCC da EPUSP. Parte deles, já foi objeto de implantação em obras, tendo alcançado resultados significativos para a racionalização da produção de edifícios. Dentre os trabalhos realizados, cabe ressaltar a proposta de uma tecnologia de produção de contrapisos, sistematizada por Barros [1991], cuja implantação das propostas em diversos canteiros de obras, contribuiu sobremaneira para a evolução do subsistema piso.

Buscando dar continuidade ao desenvolvimento tecnológico desta parte do edifício, o objetivo deste trabalho é apresentar a sistematização da produção dos revestimentos de piso atualmente empregados nas áreas internas dos edifícios habitacionais e comerciais que, somada à tecnologia proposta para a produção do contrapiso, fecha o ciclo produtivo do subsistema piso como um todo.

Os revestimentos a serem abordados neste documento

(1) A tecnologia de produção de uma certa atividade ou serviço pode ser entendida como o conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes à criação, produção e uso do produto resultante da atividade ou do serviço.

dizem respeito aos executados a partir de componentes cerâmicos, de pedra, vinílicos e têxteis. Os componentes em madeira não são objeto deste trabalho por terem sido desenvolvidos no âmbito do Projeto de Pesquisa EP/EN-3 e EP/EN-8, sendo alvo de bibliografia específica.

A sistematização da tecnologia de produção do piso tem como objetivo reunir os subsídios necessários para que os técnicos responsáveis pela sua definição e produção, dominem todo o processo produtivo, que, por sua vez, deve estar fundamentado em um projeto construtivo e deve ter suas atividades de campo realizadas a partir de um planejamento, inserido na programação global do edifício, e acompanhadas por um específico controle de execução.

O planejamento das atividades de produção do piso permite que seja elaborado um projeto construtivo dentro da realidade de cada obra, pois, a partir dele, é possível conhecer o encadernamento das atividades e, conseqüentemente, o nível de solicitação a que o subsistema piso estará sujeito ao longo de todo o processo produtivo do edifício, podendo-se especificar materiais e técnicas adequadas a cada caso.

O projeto, por sua vez, é o instrumento que direciona a produção do subsistema segundo necessidades previamente definidas, estabelecendo os materiais e as técnicas a serem empregados em cada etapa do processo. Além disso, permite exercer mecanismos de controle de qualidade, uma vez que especifica completamente, os procedimentos a serem adotados.

Os procedimentos de controle, exercidos ao longo de todo o processo, permitem detectar possíveis falhas ou problemas de produção tais como: irregularidades e desnivelamento da base ou do contrapiso; emprego de materiais ou técnicas inadequados para as diversas camadas; disposição inadequada dos componentes; etc., possibilitando que sejam tomadas as providências necessárias, em cada caso, podendo-se evitar possíveis problemas patológicos no futuro.

Assim, para atingir o objetivo inicialmente proposto, este trabalho buscará abordar o subsistema piso considerando suas funções e propriedades; os princípios para elaboração do projeto, planejamento e controle de qualidade das atividades de produção; as técnicas de execução mais adequadas para a produção de cada tipo de piso e ainda, os problemas patológicos passíveis de ocorrerem durante a vida útil dos mesmos.

Para isto, o presente documento é apresentado em oito capítulos, sendo este o primeiro, colocado a título de introdução.

O capítulo 2 procura caracterizar o subsistema piso abordando suas principais funções e propriedades, apresentando em seguida as suas camadas constituintes, caracterizando-as. Propõe ainda uma classificação do subsistema a partir dos materiais empregados na sua camada de acabamento (revestimento).

Os capítulos 3 a 6 tratam da produção dos pisos: cerâmicos, de pedras, têxteis e vinílicos, respectivamente. Nestes capítulos, cada camada constituinte do conjunto é devidamente caracterizada, apresentando-se, na seqüência, as técnicas de execução mais adequadas ao tipo em estudo e, finalmente, são abordados os problemas patológicos característicos de cada um, buscando detectar as suas causas principais, para que os problemas que tenham sido verificados possam ser evitados em futuros empreendimentos.

Busca-se, nestes capítulos, fornecer o conhecimento

necessário para que o engenheiro ou o técnico responsável pela produção do piso tenha parâmetros suficientes para orientar a elaboração do projeto, e das especificações quanto aos procedimentos de execução a serem adotados conseguindo planejar adequadamente cada uma das atividades de campo, de modo que a produção se dê da maneira mais racional possível.

No capítulo 7, apresentam-se os conceitos básicos para a elaboração do projeto dos diversos tipos de piso, bem como para a realização do planejamento e controle da produção dos mesmos.

O capítulo 8 apresenta as considerações e conclusões acerca do trabalho realizado mostrando os possíveis caminhos a serem ainda trilhados para que brevemente possa-se dominar a tecnologia de produção deste subsistema.

Finalmente, o capítulo 9 apresenta a bibliografia básica utilizada para a realização do presente trabalho.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SUBSISTEMA PISO

Neste capítulo, buscar-se-á caracterizar o subsistema piso, de modo que sejam conhecidas as suas principais funções e propriedades, bem como as suas camadas constituintes. Além disso, para facilitar o estudo dos diversos tipos de pisos empregados nos edifícios abordados neste trabalho, será proposta uma classificação compatível com os objetivos que se buscam alcançar.

2.1 FUNÇÕES DO PISO

Pode-se dizer que o piso, como parte constituinte da vedação horizontal dos edifícios, tem como função principal ser suporte dos usuários, ou seja, deve permitir que o trânsito sobre a sua superfície ocorra da maneira mais segura e confortável possível. Além desta, ainda que de maneira secundária, podem lhe ser atribuídas outras funções como por exemplo:

- a proteção da estrutura (laje) contra a ação de agentes agressivos, evitando sua degradação precoce e, conseqüentemente, aumentando a sua durabilidade e diminuindo os custos de manutenção dos edifícios;
- auxiliar no comportamento global da vedação horizontal, contribuindo para o isolamento termo-acústico, a estanqueidade à água e aos gases e a segurança contra o fogo e,
- valorizar esteticamente o edifício, pois o piso, em especial sua camada de revestimento, exerce influência significativa na determinação das características estéticas e de qualidade daquele, proporcionando o padrão de acabamento desejado.

Observe-se, porém, que não é função do piso dissimular as imperfeições grosseiras das lajes. E, se esta situação ocorre com certa frequência, fica evidente a ineficiência tecnológica que existe ao serem produzidas as etapas de execução da estrutura, carecendo, também estas, de um estudo tecnológico mais profundo.

O piso, produzido a partir de diversas camadas, para cumprir adequadamente suas funções, o faz como um todo. Assim, o conjunto deve apresentar uma série de características e propriedades compatíveis com as condições de exposição e de utilização a que estará sujeito ao longo de sua vida útil, bem como com a natureza e características da base sobre a qual será executado.

Estas propriedades lhes são conferidas pelas características próprias das suas camadas e pela interação das mesmas. Assim, antes de se abordar as principais propriedades a serem desempenhadas pelo subsistema piso, serão caracterizadas as camadas constituintes, destacando as suas funções no subsistema, pois cada uma apresenta particularidades que devem ser conhecidas a fim de que sejam empregados materiais e técnicas de execução adequados às diferentes situações de utilização do piso.

2.2 CAMADAS CONSTITUINTES DO PISO

Tendo em vista os diferentes níveis de solicitação a que o piso será submetido ao longo de sua vida útil, ele poderá apresentar distintas constituições, ou seja, as camadas que o compõe poderão ser diferenciadas tanto pelo material como pela técnica construtiva nelas empregados.

Estes fatores (material e técnica de execução) são determinantes nas propriedades das camadas e portanto, nas do piso, que serão abordadas à frente. Deste modo, os materiais devem ser cuidadosamente conhecidos e as técnicas adequadamente definidas, a fim de que a sua combinação possa resultar num produto final de garantida qualidade.

A figura 2.2.1 apresenta o esquema de um sistema de vedação horizontal, usualmente executado entre dois pavimentos consecutivos de um edifício, em que aparecem as possíveis camadas constituintes do piso, caracterizadas na seqüência.

Pela figura 2.2.1, observa-se que o sistema de vedação horizontal pode ser entendido como um conjunto constituído por três componentes básicos: o forro do pavimento inferior, a laje estrutural que separa os dois pavimentos e o piso do pavimento superior. O forro, muitas vezes, pode ser constituído apenas pelo revestimento da laje, ou nem mesmo existir, em função das características de execução do componente estrutural e do padrão de acabamento desejado. A laje, componente estrutural do sistema, pode ser executada com os mais diversos materiais e técnicas construtivas, desde que atenda às solicitações previstas em projeto. O piso, objeto deste trabalho, pode ser constituído por diversas camadas, destacadas a seguir:

2.2.1 Camada Impermeável

Pode ou não estar presente no sistema de piso. Aparece, em geral, nas áreas molháveis do edifício, tais como banheiros, cozinhas e sacadas. Quando presente, pode assumir duas posições distintas, isto é, pode ser executada sobre a laje, ou sobre o contrapiso, sendo que a posição mais adequada é função das características do ambiente e do sistema de impermeabilização empregado. De maneira geral, a primeira posição é a mais utilizada, pois posicionando-se o contrapiso sobre a camada impermeável, o mesmo funciona como camada de proteção.

A função da camada impermeável é evitar que as possíveis águas acidentais ou de lavagem penetrem pelo sistema piso vindo a atingir o forro do pavimento inferior, deteriorando-o. No Brasil, tem sido verificado o seu uso mais expressivo nas áreas de sacadas de edifícios, e nos boxes de banheiros, em que a presença de água é mais intensa, uma vez que se tratam de áreas inundáveis. Nos locais onde a água aparece em menor

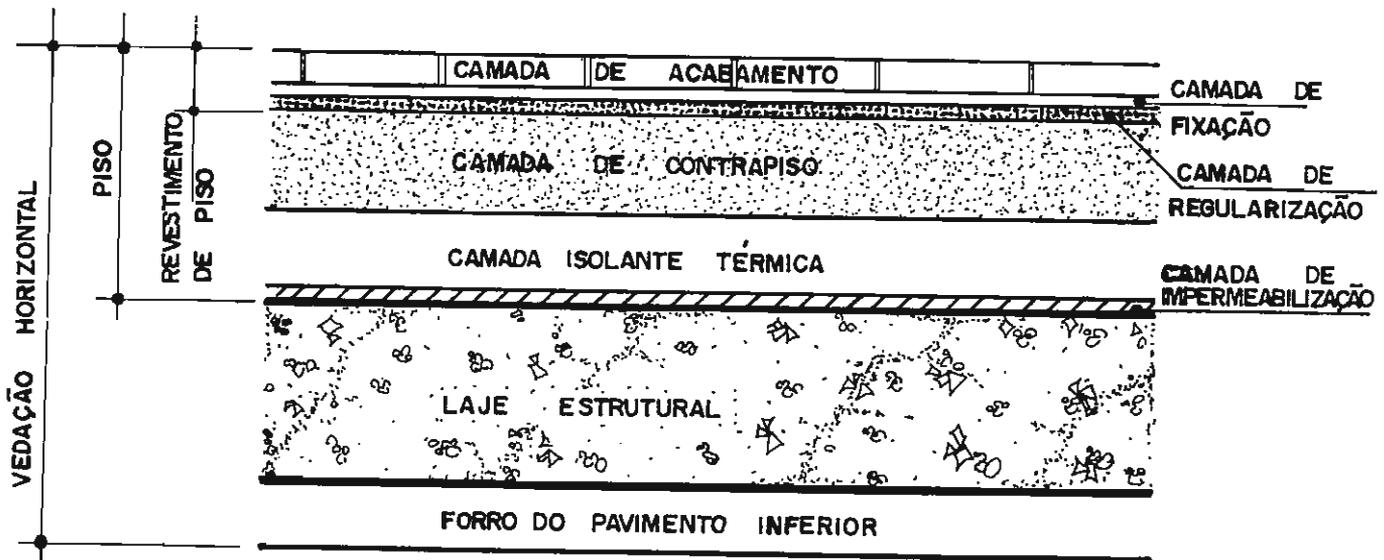


FIGURA 2.2.1 - Ilustração das camadas de um sistema de vedação horizontal entre dois pavimentos consecutivos [Fonte: Saarimaa, Sneek & Waananem, 1972].

intensidade, não é comum o seu emprego. Nestes casos, os projetistas limitam-se à especificação de revestimentos razoavelmente estanques tais como os cerâmicos, as pedras e os vinílicos, prescindindo do uso da impermeabilização.

A camada impermeável, quando necessária, pode ser constituída pelos mais distintos sistemas de impermeabilização, sendo que as especificidades de cada ambiente exigirão um tipo apropriado, tornando-se imprescindível o estudo e a avaliação de cada caso, que envolvem conhecimentos específicos acerca dos materiais e das técnicas de execução a serem empregados.

2.2.2 Camada Isolante Térmica

É uma camada largamente empregada em países estrangeiros, notadamente naqueles cuja temperatura ambiente é baixa na maior parte do ano, sendo que, nestes casos, auxilia na conservação do calor interno, que, de modo geral, é gerado por sistemas de calefação. No Brasil, devido, principalmente, às suas características de clima tropical, a camada isolante térmica é praticamente inexistente tendo o seu uso restrito a ambientes específicos, como por exemplo, às áreas de câmaras frias, sendo empregadas, neste caso, para minimizar a interferência da temperatura externa, de modo que a baixa temperatura interna da câmara seja mantida.

Observe-se, porém, que apesar de quase sempre esquecida nos projetos, a presença da camada isolante é fundamental nos casos de coberturas impermeabilizadas, pois, estas, num país tropical, estão sujeitas, à elevadas temperaturas, devido, principalmente, à incidência dos raios solares, que geram sensíveis variações dimensionais (dilatação) no sistema de vedação horizontal, que podem provocar um elevado grau de fissuração tanto na vedação horizontal, como no encontro desta com as vedações verticais. Estas fissuras podem comprometer, seriamente, a estanqueidade do conjunto e conseqüentemente o seu

desempenho como um todo, pois, a infiltração de água pelo ambiente pode levar à deterioração rápida dos subsistemas envolvidos, e também, a um abalo psicológico do usuário, à medida em que as condições de salubridade, internas ao edifício, podem ser comprometidas.

Para os casos de coberturas de edifícios, a camada isolante pode ser constituída, por diversos materiais, destacando-se entre eles, os materiais leves que apresentam baixo coeficiente de transmissão térmica, tais como o poliestireno expandido, a vermiculita, a argila expandida, o concreto espumoso, entre outros.

Nos demais pavimentos do edifício, a contribuição do subsistema piso no desempenho térmico da vedação horizontal, acaba se dando em função das características próprias das camadas de contrapiso e revestimento, abordadas a seguir e não pela incorporação de uma camada isolante térmica específica.

2.2.3 Camada de Contrapiso

Consiste de uma ou mais camadas de argamassa ou de enchimento aplicadas sobre a laje, camada de impermeabilização ou camada isolante térmica. Deve possuir características específicas de acordo com as propriedades desejáveis para o subsistema piso, ou seja, a camada de contrapiso deve ser executada de modo a atender os condicionantes impostos pelos tipos de revestimentos a serem aplicados; pelas características da sua base suporte (laje) e pelas solicitações a que estará sujeito durante a construção e o uso da edificação. As características e propriedades dos contrapisos não serão aqui abordadas por terem sido objeto de estudo apresentado por Barros [1991].

2.2.4 Camada de Revestimento

Constitui, de maneira geral, a camada final do subsistema piso, sendo entendida aqui como uma camada que pode ser composta por duas ou três outras, ou seja: pela camada de regularização do substrato⁽¹⁾, que pode ou não ser necessária, em função das características superficiais do mesmo; pela camada de ligação (argamassas ou adesivos) e pela camada de acabamento propriamente dita, que no caso específico deste trabalho compreende os componentes cerâmicos, de pedras, vinílicos e têxteis.

A camada de revestimento exerce grande importância no desempenho do conjunto, uma vez que está exposta durante todo o período de utilização do mesmo, é portanto, a única parte do subsistema em contato direto com o usuário, sofrendo solicitações das mais diversas naturezas. Neste sentido, suas funções coincidem com as do próprio subsistema piso, ou seja, deve ser suporte do usuário proporcionando a segurança do mesmo durante a utilização, bem como proteger e valorizar esteticamente o subsistema como um todo.

Para desempenhar adequadamente estas funções, o revestimento deve apresentar, de modo geral, as seguintes propriedades ou requisitos de desempenho: resistir ao desgaste pelo uso, notadamente às solicitações por choque, abrasão e puncionamento; resistir às deformações do conjunto, não apresentando fissuras que comprometam o seu desempenho, nem tão pouco se destacando do substrato; ser estanque, quando aplicada em áreas molháveis desprovidas da camada de impermeabilização; resistir ao ataque de agentes químicos (detergentes, águas sanitárias, etc.); apresentar aspecto agradável; proporcionar o amortecimento do som produzido pelo tráfego em sua superfície; dar segurança à utilização (comodidade ao andar, ser antiderrapante ou antideslizante, ser incombustível, etc.); apresentar durabilidade compatível com as condições de uso, entre outros.

Estes requisitos de desempenho são garantidos na medida em que sejam conhecidas as características específicas de cada revestimento e as solicitações a que o piso estará sujeito, compatibilizando-as. Decorre daí, que as propriedades do revestimento determinam, na maioria das vezes, as características próprias do conjunto.

Observe-se, pois, que no Brasil o sistema de piso mais empregado é constituído basicamente pelas camadas: contrapiso e revestimento, aparecendo, eventualmente, a camada de impermeabilização. Assim, tendo em vista que a camada de contrapiso foi amplamente abordada em trabalhos anteriores e considerando-se as particularidades que envolvem os sistemas de impermeabilização, eles não serão objeto do presente trabalho, sendo aqui abordadas somente as propriedades e características de produção da camada de revestimento, que será tratada nos capítulos referentes à cada tipo em particular.

As propriedades exigidas para o subsistema como um todo estão abordadas a seguir, salientando-se, que neste trabalho serão consideradas somente aquelas relativas

(1) Neste trabalho, o substrato é entendido como a camada suporte dos componentes de revestimento, sendo geralmente constituído pela camada de contrapiso. Pode, eventualmente, ser a própria laje, quando esta apresentar regularidade superficial adequada ao recebimento do revestimento, dispensando a camada de contrapiso.

aos pisos internos dos edifícios cujo uso seja habitacional ou comercial, destinados ao trânsito de pessoas. A tecnologia de produção dos pisos para áreas externas e ou destinados ao tráfego de veículos e equipamentos, deverá ser objeto de pesquisas futuras.

2.3 PROPRIEDADES DO SUBSISTEMA PISO

As principais propriedades que o subsistema piso deverá apresentar para cumprir suas funções são:

- resistência mecânica;
- resistência às deformações;
- estanqueidade;
- resistência ao ataque por agentes químicos;
- facilidade de limpeza e salubridade;
- conforto tátil, visual, acústico e hidrotérmico;
- segurança de utilização;
- segurança contra o fogo e
- durabilidade compatível com as necessidades de utilização.

Estas propriedades poderão ser solicitadas em maior ou menor intensidade em função das condições de exposição e utilização do piso. Assim, ao se conhecer as principais solicitações e as características dos materiais usualmente empregados no subsistema piso, é possível efetuar a escolha daquele que poderá proporcionar as propriedades necessárias ao conjunto. As principais propriedades estão abordadas a seguir.

2.3.1 Resistência Mecânica

A resistência mecânica refere-se à propriedade dos pisos possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar ações mecânicas das mais diversas naturezas que, em geral, traduzem-se por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento, originadas por solicitações causadas por esforços de abrasão superficial, cargas de impacto e cargas estáticas concentradas (puncionamento), que tendem a esmagar ou a cisalhar o piso, exigindo, assim, a resistência mecânica do conjunto.

A resistência mecânica do piso é equacionada pela sua resistência ao desgaste superficial, e pela sua capacidade de resistir a outros esforços sem desagregação, sem perda de aderência e sem deformações plásticas visíveis. Estas propriedades dependem, principalmente, das características de suas camadas que por sua vez são função dos materiais e das técnicas de execução empregados.

A resistência ao desgaste superficial, por exemplo, é dada, exclusivamente, pelas características da camada de revestimento. Cada tipo de revestimento apresenta uma específica resistência ao desgaste por abrasão, determinada pelas suas características de produção. Assim, considerando-se a resistência ao desgaste superficial, pode-se dizer que um revestimento seja adequado a um determinado ambiente, quando a sua resistência à abrasão for compatível com as solicitações previstas para o ambiente em questão.

Para que se possa compatibilizar as características de resistência à abrasão do revestimento e as solicitações

presentes num determinado ambiente, é necessário que exista uma vinculação entre os níveis de resistência e de solicitação.

De modo geral esta vinculação é feita através da proposição de níveis de resistência à abrasão dos materiais e níveis de solicitação dos diversos ambientes, ou seja, classificam-se os materiais e os ambientes segundo critérios de desgaste e de utilização, respectivamente.

Em muitos países estrangeiros, tal classificação existe e é usualmente empregada pelos projetistas para a definição dos materiais de revestimento de piso. Nestes países, as próprias indústrias submetem os seus componentes de revestimento a específicos ensaios de abrasão, classificando-os por categorias de resistência, em função dos resultados obtidos. Estas categorias correspondem aos níveis de trânsito suportáveis pelos revestimentos. Além disso, os ambientes são classificados segundo as possíveis solicitações a que estão sujeitos ao longo de sua vida útil. Assim, conhecendo-se as condições de solicitação dos ambientes, e as características dos revestimentos, no que se refere à sua resistência à abrasão, é possível proceder a escolha do revestimento de piso mais adequado a cada situação.

Uma classificação, aceita internacionalmente, propõe quatro níveis de resistência à abrasão para os revestimentos de piso, em função da intensidade de tráfego por eles toleráveis:

- nível 1: revestimentos para emprego em ambientes de utilização individual com circulação moderada;
- nível 2: revestimentos para emprego em ambientes de utilização individual com circulação normal;
- nível 3: revestimentos para emprego em ambientes de utilização coletiva com circulação normal;
- nível 4: revestimentos para emprego em ambientes de utilização coletiva com circulação intensa;

Em paralelo a isto, propõe uma classificação para os diversos ambientes de edifícios residenciais e comerciais, segundo o grau de solicitação a que estão sujeitos. A classificação proposta para os diversos ambientes é apresentada na tabela 2.3.1.

Para escolher o revestimento de piso mais adequado a um determinado ambiente, basta que ambos estejam classificados no mesmo nível. Por exemplo, tomando-se os dados da tabela 2.3.1 e a classificação proposta para os materiais, um revestimento a ser empregado numa sala de estar de um apartamento num edifício de múltiplos pavimentos deve pertencer ao nível 2.

Entretanto, no Brasil, esta classificação não está padronizada, dificultando o seu emprego, pois, é reduzido o número de indústrias de revestimentos que atribuem aos seus componentes, as classes de qualidade quanto à abrasão, dificultando assim, a compatibilidade de uso.

Tabela 2.3.1 - Classificação dos ambientes de edifícios residenciais e comerciais segundo a solicitação por abrasão superficial (Fonte: Suplemento Pini de Revestimentos - Agosto/84).

CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DOS AMBIENTES DA EDIFICAÇÃO (Apoq)							
TIPO DE EDIFÍCIOS	EDIFÍCIOS HABITACIONAIS				EDIFÍCIO DE USO PÚBLICO		
	UNIFAMILIARES	MULTIFAMILIARES		ADMINISTRATIVOS		COMERCIAIS	
NÍVEIS		COLETIVO	PRIVATIVO	COLETIVO	PRIVATIVO	COLETIVO	PRIVATIVO
ABRASÃO	1	QUARTOS ESTÚDIOS RESIDÊNCIAS		QUARTOS ESTÚDIOS RESIDÊNCIAS			
	2	SALAS COZINHAS LAVABOS CORREDORES VESTÍBULOS ÁREAS DE SERVIÇO ESCADAS BANHEIROS COPAS		SALAS COZINHAS LAVABOS CORREDORES VESTÍBULOS ÁREAS DE SERVIÇO BANHEIROS COPAS TERRAÇOS		ESCRITÓRIOS SANTUÁRIOS PARTICULARES	
	3		HALL DE ELEVADORES AO NÍVEL DOS PAVIMENTOS, CORREDORES DE CIRCULAÇÃO ESCADAS SALA DE BOLAS SALA JOGOS		SANTUÁRIOS PÚBLICOS CORREDORES DE CIRCULAÇÃO HALL DE ELEVADORES AO NÍVEL DOS PAVIMENTOS ESCRITÓRIOS	SANTUÁRIOS PÚBLICOS CORREDORES DE CIRCULAÇÃO HALL DE ELEVADORES AO NÍVEL DOS PAVIMENTOS ESCRITÓRIOS	ESCRITÓRIOS SANTUÁRIOS PARTICULARES CONSULTÓRIOS
	4		HALL DE ENTRADA E DE ELEVADO RES AO NÍ VEL DO TERREO ÁREA DE LAZER		LOCAL DE ATENDIMENTO DE PÚBLICO HALL DE EN TRADA E DE ELEVADORES AO NÍVEL DOS PAVIMENTOS ESCADAS CORREDORES DE CIRCULAÇÃO ÁREAS DE RELO GIO DE PONTO BALCÃO DE INFORMAÇÕES	LOCAL DE ATENDIMENTO DE PÚBLICO HALL DE EN TRADA E DE ELEVADORES AO NÍVEL DO TERREO E DOS PAVIMENTOS ESCADAS CORREDORES DE CIRCULAÇÃO ÁREA DE RELO GIO DE PONTO BALCÃO DE INFORMAÇÕES	

Inseridos no reduzido universo de materiais classificados, encontram-se os componentes cerâmicos, que têm contribuído sensivelmente para o avanço na qualidade de produção dos materiais de revestimento. Principalmente em decorrência das exportações destes materiais, a indústria cerâmica adaptou-se às condições impostas pelo mercado internacional. Assim, tem sido adotada, para estes componentes, uma classificação muito próxima da proposta anteriormente, fundamentada nas propostas da Porcelain Enamel Institute (PEI), dos Estados Unidos, que classifica os componentes cerâmicos em cinco classes, em função de sua resistência à abrasão, fazendo-se referência aos ambientes em que é recomendado o emprego de cada uma das classes.

A classificação adotada será apresentada no capítulo 3, ao serem abordadas as características específicas dos componentes cerâmicos.

A capacidade de resistir aos demais esforços mecânicos, tais como os de punção, choque e esmagamento, resulta da interação das camadas de contrapiso e de revestimento. Quando se trata de revestimentos de reduzida espessura, como é o caso dos têxteis e vinílicos, o principal responsável pela resistência a estes tipos de esforços é o substrato, uma vez que as características mecânicas destes revestimentos não os capacitam a absorvê-los. Assim, ao receberem os esforços, estes revestimentos deformam-se, transmitindo-os imediatamente para o substrato, que nestes casos, de modo geral, trata-se do contrapiso, que por sua vez, deve apresentar propriedades compatíveis com o nível destas solicitações, de modo a não ser danificado. Observe-se, porém, que a deformação sofrida pela camada de revestimento não deverá provocar danos em sua superfície, pois isto comprometeria o seu desempenho. No caso de revestimentos cerâmicos e de pedras existe uma interação maior entre o substrato e o revestimento para a absorção destes esforços resultando num particular comportamento do conjunto em função do tipo específico de material e da técnica de execução empregados.

A resistência de aderência, por sua vez, é uma característica que depende da ligação entre as diversas camadas constituintes do subsistema. A aderência do contrapiso com a base foi abordada por Barros [1991], em que foram propostas as características de execução desta interface para que se pudesse garantir adequadas condições de aderência, quando necessário.

A resistência de aderência do substrato com a camada de revestimento depende das características superficiais de ambos bem como das características da camada de ligação. Assim, para que se garanta a perfeita aderência revestimento-substrato, quando necessário, é imprescindível o emprego de materiais compatíveis e de garantida qualidade. Os materiais usualmente empregados na camada de fixação para cada tipo de revestimento e as técnicas de execução mais adequadas a cada caso, serão discutidos nos capítulos específicos, à frente.

A avaliação quantitativa da resistência mecânica do subsistema piso, não está completamente sistematizada. Atualmente, a avaliação que, de modo geral, tem sido realizada trata apenas da resistência à abrasão de corpos de prova da camada de revestimento, realizada, na maioria das vezes pelas próprias indústrias de componente para revestimentos, no controle de qualidade do seu material, principalmente as indústrias de componentes cerâmicos. Além disso, algum avanço foi obtido com a implantação da tecnologia de produção do contrapiso proposta por Barros [1991], em que se

propõe a realização de alguns ensaios específicos para a verificação da qualidade do contrapiso executado, utilizando-se para isto, os ensaios de impacto (ensaio de impacto de bola) e ensaios de tração (ensaios de aderência superficial e aderência à base).

A resistência do conjunto, porém, não tem sido objeto de estudos, necessitando do desenvolvimento de uma metodologia específica para a avaliação e estabelecimento de valores mínimos de resistência a serem exigidos dos diversos tipos de pisos, em função das condições de exposição em que se encontram.

2.3.2 Capacidade de Absorver Deformações

O subsistema piso deve ser capaz de absorver as deformações intrínsecas (retrações e expansões térmicas e higroscópicas) e deformações, da base (laje), de pequena amplitude, sem apresentar fissuração que comprometa o seu desempenho, sem desagregar-se e sem perder a sua aderência ou descolar-se do substrato.

A capacidade de absorver deformações é uma propriedade equacionada pela resistência à tração e ao cisalhamento e pelo módulo de elasticidade do conjunto das camadas constituintes do piso. Esta propriedade permite que o piso se deforme sem que ocorra sua ruptura ou se deforme através de microfissuras imperceptíveis (que não chegam a comprometer o seu desempenho), que podem aparecer tanto na camada de contrapiso como na de revestimento, quando os esforços atuantes ultrapassam o limite de resistência a tração dos materiais empregados nestas camadas.

A capacidade de absorver deformações é variável para cada tipo de piso. Os revestimentos têxteis e as mantas vinílicas, por exemplo, comportam-se muito bem frente a este tipo de solicitação, pois apresentam baixo módulo de elasticidade, acomodando-se às solicitações mais comuns. Entretanto, o contrapiso deve apresentar comportamento análogo para que não venha a se romper, podendo prejudicar as características do conjunto.

As condições de produção do contrapiso, que lhe conferem a capacidade de absorver as deformações impostas ao conjunto, estão abordadas por Barros [1991]. No caso dos revestimentos cerâmicos e de pedras, a capacidade de deformação do conjunto dependerá tanto da camada de contrapiso como da rigidez apresentada pela camada de revestimento, pois se tratam de componentes de alto módulo de elasticidade, e assim, o comportamento da camada dependerá principalmente das suas características de execução, ou seja, da rigidez das juntas entre componente, da existência ou não de juntas de movimentação e das características da camada de fixação do revestimento ao contrapiso. Deve-se buscar, pois, o emprego de uma tecnologia de execução que proporcione à camada de revestimento, uma capacidade de absorver deformações compatível com as solicitações previstas. A tecnologia de produção da camada de revestimento estará apresentada nos capítulos correspondentes à cada um.

2.3.3 Estanqueidade

De modo geral, exige-se que um piso seja estanque quando aplicado em áreas molháveis, principalmente nos casos em que não se empregam camadas impermeáveis. Atualmente, na maioria das obras, o uso desta camada é pouco frequente, atribuindo-se ao revestimento a responsabilidade de evitar a infiltração de água através do conjunto. Recomenda-se, nestes

casos, a utilização de revestimentos que sejam considerados como razoavelmente estanques, tais como os cerâmicos, de pedras e os vinílicos. Os têxteis, apesar de certos tipos apresentarem boa resistência à umidade, não evitam que ela se infiltre pelas demais camadas, podendo atingir o forro do pavimento inferior, causando sérios problemas patológicos.

Evidentemente, a obtenção da estanqueidade destes revestimentos, somente será possível a partir de sua adequada execução, pois as propriedades do componente em si, não garantem a estanqueidade da camada de revestimento, uma vez que, na maioria das vezes, tratam-se de componentes modulares, estando presentes as juntas entre os mesmos. Assim, a camada como um todo (componentes e juntas) deverá apresentar características de estanqueidade.

A estanqueidade dos componentes de revestimento é garantida pelo seu processo de fabricação ou de formação (no caso das pedras), enquanto a das juntas é obtida com o emprego de materiais e técnicas de execução adequados às condições de solicitação. Estes fatores serão abordados, à frente, nos capítulos relativos à cada revestimento em estudo.

Observe-se que não é função do contrapiso atender à estanqueidade do subsistema, pois trata-se de uma camada constituída por uma argamassa de elevado índice de porosidade, não sendo possível impedir a percolação da água pelo sistema. Entretanto, um contrapiso bem executado pode contribuir na estanqueidade do conjunto.

2.3.4 Resistência ao Ataque por Agentes Químicos

Resistir aos ataques de agentes químicos tais como sabões, detergentes, ácidos, entre outros é uma característica que deve ser apresentada pela camada de revestimento pois será ela que estará em contato direto com os mesmos, seja por queda accidental, nos locais em que o manuseio de tais produtos seja frequente, seja pelo emprego destes produtos na limpeza e higienização do piso, o que ocorre com maior frequência nos edifícios aqui abordados.

Nos ambientes em que a probabilidade de manuseio de tais produtos, é maior, deve-se procurar utilizar revestimentos que apresentem adequada resistência a estes produtos, evitando que os mesmos venham a deteriorar esta camada ou que atinjam o componente estrutural (a laje), uma vez que podem reagir com a armadura presente no mesmo, provocando um processo de deterioração de toda a vedação horizontal.

2.3.5 Facilidade de Limpeza e Salubridade

A facilidade de limpeza e salubridade do piso está relacionada à higienização do ambiente e diz respeito diretamente à camada de revestimento. Alguns tipos de revestimento permitem uma limpeza mais fácil que outros, como é o caso dos revestimentos vinílicos, quando comparados aos têxteis, por exemplo. Os primeiros, por terem a superfície extremamente lisa, não retêm poeira, detritos, etc., apresentando extrema facilidade de limpeza e conservação. Os têxteis, por sua vez, permitem a deposição de pó e sujeira entre as suas fibras, sendo de mais difícil remoção, exigindo, para alguns tipos de fibras o emprego de equipamentos específicos, como por exemplo, o aspirador de pó. Neste tipo de revestimento as condições de salubridade local podem ser mais críticas, caso não sejam tomados cuidados constantes com a higienização do mesmo.

A escolha do revestimento para um determinado ambiente deve considerar as facilidade de limpeza e higienização e manutenção que se espera do piso, bem como as atividades a serem ali desenvolvidas. Por exemplo, não se pode permitir que em uma sala cirúrgica seja colocado um revestimento têxtil pois, as condições de higienização e salubridade locais ficariam extremamente prejudicadas. Tal revestimento, porém, é aceitável nas áreas sociais de um apartamento num edifício habitacional, por exemplo, em que as condições de utilização são completamente distintas das do primeiro caso.

2.3.6 Segurança de Utilização

As propriedades relativas à segurança de utilização do piso referem-se, principalmente, às suas características superficiais destacando-se a planeza, o nivelamento e a regularidade da superfície e o comportamento do revestimento no que se refere ao escorregamento, que está relacionado com o seu coeficiente de atrito superficial, sendo estas características abordadas a seguir.

2.3.6.1 Nivelamento e planeza da superfície

São características que afetam o aspecto funcional do piso. Um piso plano significa um piso cuja superfície não apresenta desigualdades, nem irregularidades. Um piso em nível é aquele que encontra-se num plano horizontal, isto é, não apresenta declividades.

O nivelamento apresenta exigências distintas conforme o piso seja de uma área seca ou uma molhável. Nos casos de áreas secas exige-se uma superfície plana e horizontal o suficiente para que o posicionamento dos móveis se dê sem que estes fiquem pensos ("cambaleando"). No caso de uma área molhável, em que há a presença de ralos, exige-se que a superfície seja plana e que apresente uma determinada declividade em direção ao ralo, para que se evite o empoçamento da água, portanto, nestes casos, não poderá ser perfeitamente horizontal.

O nivelamento do piso, necessário à cada tipo de ambiente, pode ser dado tanto pela camada de contrapiso como pela de revestimento. No caso de revestimentos aplicados com camada de fixação de pequena espessura, como as colas e as argamassas adesivas, esta propriedade é garantida exclusivamente pelo contrapiso, pois, a espessura da camada de fixação não permite a correção do nivelamento proporcionado pelo mesmo. Nos casos dos revestimentos aplicados com argamassa convencional, como alguns tipos de pedras, eventualmente, o nivelamento superficial poderá ser dado no momento da aplicação do revestimento.

A planeza do piso pode ser função tanto do revestimento aplicado quanto do substrato. É influenciada pelas características deste último, notadamente quando empregados revestimentos de pequena espessura, tais como os vinílicos e os têxteis que podem ter sua superfície marcada pelas irregularidades do substrato que quando se trata do contrapiso tem a regularidade superficial influenciada pelo tipo de agregado presente na sua composição (forma e diâmetro dos grãos), pelo acabamento superficial recebido quando da sua execução e pelas condições de exposição a que ficou submetido desde o seu término. No caso de revestimentos mais espessos tais como os cerâmicos e as pedras, a planeza é determinada pelo tipo de superfície do revestimento, não sendo tão relevante as características do contrapiso. Neste caso, porém, interfere, ainda, as características da camada de

fixação, que em sendo do tipo, fina, não consegue absorver as deficiências de planeza do contrapiso, podendo prejudicar as características de aderência na interface.

Observa-se, pois que a planeza e o nivelamento exigidos em cada ambiente, na maioria das vezes, deverão ser garantidos pelo próprio substrato, em geral, o contrapiso. Assim, esta camada deverá ser executada a partir das determinações do projeto construtivo, devendo-se verificar a planeza e a horizontalidade especificadas para cada ambiente, conforme os procedimentos de controle de qualidade propostos por Barros [1991], obedecendo-se as tolerâncias ali indicadas.

A exigência de que as características de planeza e nivelamento de cada ambiente e as tolerâncias permitidas para cada tipo de revestimento estejam especificadas no projeto construtivo do piso, deve-se à necessidade de se ter parâmetros para a realização do controle de qualidade de execução do mesmo.

Observe-se, porém que, em função da época em que seja executado o contrapiso e o revestimento de piso, a planicidade final poderá ser alterada, principalmente em função da acomodação da estrutura. Em decorrência disto, recomenda-se que, no planejamento da execução do piso, seja levado em consideração este aspecto, dando preferência à execução do revestimento o mais tarde possível, para que pequenas alterações no contrapiso possam ser corrigidas. Além disso, é possível que a planeza de um determinado tipo de revestimento de piso possa ser modificada pelo uso, devido à sua resistência mecânica superficial e de possíveis alterações nas condições de utilização. Estes aspectos devem ser considerados ao se elaborar o projeto, especificando-se materiais o mais compatível possível com as condições de utilização.

2.3.6.2 Regularidade superficial

A regularidade superficial também interfere nos aspectos funcionais do piso, pois afeta diretamente a sua aparência; a facilidade de tráfego; o conforto e segurança do usuário e as questões de higiene.

Está relacionada, principalmente, com os desníveis, saliências e irregularidades discretas que possam ocorrer de um ambiente a outro ou mesmo em um mesmo ambiente. Estes desníveis e ou saliências são comuns por exemplo, quando da separação entre ambientes secos e molháveis, em ralos mal posicionados, que ficam salientes em relação ao revestimento e em certos tipos de escada em que o espelho é recuado em relação ao piso. Tais detalhes construtivos devem ser devidamente especificados em projeto, devendo ser bem solucionados, de modo que não venham a se constituir em pontos de transtornos ao usuário.

Observe-se que um ralo saliente à superfície do revestimento é fonte de sérios problemas, tanto em relação a possíveis acidentes que podem decorrer de tropeços sobre o mesmo, como em função da dificuldade de limpeza do ambiente em que se encontra, perdendo assim a sua função. Este é um ponto importante a ser verificado durante a execução das instalações e do próprio revestimento.

A separação entre áreas secas e molháveis é outro ponto que tem causado sérios problemas. Atualmente, tem sido comum executar ambas as áreas em um mesmo plano, separando-as por meio de um filete de pedra (mármore ou granito), para que a área seca não seja

invadida pelas águas de lavagem. Este detalhe construtivo, além de provocar a dificuldade de trânsito, pode causar sérios acidentes uma vez que, as pessoas podem tropeçar nos filetes. Esta prática deve ser evitada, buscando-se elaborar detalhes construtivos que não comprometam a segurança do usuário. Os ambientes secos e molháveis devem estar em planos distintos, sendo separados por um pequeno degrau devidamente demarcado, para que também este não venha a causar acidentes.

2.3.6.3 Comportamento quanto ao escorregamento

O comportamento do piso quanto ao escorregamento está intimamente relacionado ao coeficiente de atrito do revestimento, que por sua vez, é determinado pelas suas características superficiais, notadamente pela sua textura.

A maioria dos revestimentos de piso disponíveis no mercado apresentam coeficiente de atrito adequado às condições normais de utilização, quando a sua superfície encontra-se completamente seca. Porém, estes mesmos revestimentos podem ter o seu desempenho ao escorregamento, alterado, quando na presença de água, colocando em risco o usuário. Este é o caso, por exemplo, dos revestimentos cerâmicos esmaltados, principalmente os brilhantes, e das pedras polidas que, tendo a sua superfície molhada, tornam-se extremamente escorregadios, podendo causar sérios acidentes.

Estes tipos de revestimento devem ser evitados em áreas cuja presença de água possa se dar de maneira intensa e constante, tais como boxes de banheiro, sacadas, entrada de edifícios, escadas e rampas. Para tais locais, deve-se procurar empregar revestimentos que mesmo estando com sua superfície molhada não perca o atrito superficial, que, de modo geral, é conferido por uma superfície rugosa ou que apresente uma microtextura. No caso de rampas, especificamente, de modo geral, exige-se o emprego de um revestimento especial, com características antiderrapantes e antideslizantes, que lhe é conferida por alguma rugosidade ou ranhura dada no seu processo de produção.

2.3.7. Conforto de Utilização

O conforto de utilização está relacionado ao conforto tátil, visual, acústico, hidrotérmico e antropodinâmico, sendo relacionado diretamente aos sentidos humanos.

O conforto tátil refere-se à sensação que se tem ao tocar um determinado tipo de revestimento, identificando se o mesmo é áspero ou liso, frio ou quente, úmido, seco ou molhado. A diferenciação entre um piso áspero e liso pode ser feita em função de sua textura superficial, separando-os visualmente; entretanto a diferenciação de um piso frio e de um quente, é extremamente complexa de se realizar, pois a sensação da temperatura do piso depende das condições de troca térmica entre o usuário e o revestimento que são influenciadas por uma série de fatores tais como: o clima; o sistema de refrigeração ou aquecimento; as correntes de ar; se a pessoa está caminhando, se está parada em pé ou sentada, se está ou não calçada e a capacidade de isolamento dos calçados, a temperatura do ar, a temperatura do piso e ainda a difusividade térmica que é função da condutibilidade térmica do material do revestimento, de seu calor específico e de sua densidade.

Na busca de conhecer as características dos diversos

tipos de revestimento no que se refere à "sensação de calor" que transmite ao usuário, foi desenvolvido um ensaio que simula o pé de uma pessoa sem calçado, caminhando ou em repouso sobre o revestimento em estudo. Neste ensaio, um corpo com uma temperatura mais elevada que o revestimento é colocado em contato com o mesmo, sendo medido o calor transmitido do corpo ao revestimento, em um minuto (pessoa caminhando) e em dez minutos (pessoa sentada). Em função do calor transmitido os revestimentos puderam ser classificados em "quente", levemente "frios", moderadamente "frios" e "frios".

Em função dos resultados obtidos com este ensaio, um piso cujo revestimento seja um cimentado, de metal, de pedra natural ou de cerâmica, pode ser considerado "frio". Um revestimento em madeira pode ser classificado como levemente ou moderadamente "frio", em função do tipo de madeira. Os revestimentos vinílicos não apresentam esta característica muito bem definida sendo que, de modo geral, as placas apresentam-se com um aspecto mais frio que as mantas, que podem ser consideradas moderadamente "frias". Os revestimentos têxteis, por sua vez, são classificados como "quentes", sendo que alguns deles podem ser considerados como os mais quentes de todos os tipos de revestimento.

A sensação de "quente" ou "frio", porém, pode ser alterada pelas características higroscópicas do revestimento, pois quanto mais úmido o mesmo se apresentar, a sensação de "frio" será aumentada.

O conforto acústico do piso está relacionado principalmente ao seu comportamento frente aos ruídos de impacto, ou seja à sua capacidade de amortecer o som de objetos que caem sobre o mesmo e também do ato de caminhar, evitando que estes sons reverberem pelo ambiente ou mesmo atravessem a vedação horizontal, atingindo o pavimento inferior.

O subsistema piso, nos edifícios usuais, de modo geral, não tem incorporado em sua estrutura uma camada própria para proporcionar o isolamento acústico. Assim, o conforto acústico é obtido a partir das características inerentes ao subsistema, ou seja é função dos materiais e da técnica construtiva empregados.

Considerando-se os revestimentos aplicados sobre contrapiso, que são os mais usuais nos edifícios em estudo, aqueles que apresentam baixo módulo de elasticidade, ou seja aqueles que apresentam maior capacidade de deformar-se, absorvem com maior facilidade os ruídos devido ao impacto, como por exemplo é o caso dos revestimentos têxteis, as mantas vinílicas e alguns tipos de madeira; enquanto os mais rígidos, como as pedras e a cerâmica, absorvem menos.

No caso específico da madeira, a técnica de execução do piso tem uma grande interferência quanto ao seu comportamento acústico. Nos casos dos tacos e parquês, ou mesmo tábuas corridas aplicados sobre contrapiso, o conforto acústico proporcionado pode ser considerado adequado pois estes revestimentos absorvem bem o som de objetos que caem ou de pessoas que caminham. Entretanto, quando se trata de assoalho de tábuas corridas aplicadas sobre barrotes, o comportamento pode ser muito diferenciado, caso os vãos entre os barrotes sejam ou não preenchidos, pois neste último caso há uma maior propagação do som. Assim, quando este requisito de desempenho for importante, deve-se buscar empregar os materiais e as técnicas de execução que resultem num produto que atenda às condicionantes de utilização.

O conforto visual está ligado à satisfação do usuário com aquilo que vê no piso, portanto está intimamente

relacionado ao seu revestimento, ou seja, à qualidade da superfície no que se refere à harmonia das cores e dimensões, à textura, à regularidade, etc. Enfim, aos padrões estéticos, que podem variar de uma região à outra ou mesmo de uma época à outra. É, pois, uma característica subjetiva, de difícil avaliação. O que pode ser feito, em nível de projeto, é buscar harmonizar o conjunto de revestimentos, empregando-se padrões atuais e, em nível do processo produtivo, buscar garantir a qualidade especificada para o revestimento, de modo a agradar visualmente o usuário.

O conforto antropodinâmico está relacionado ao conforto no deslocamento de um local a outro. É uma característica importante no caso de rampas e escadas, pois implica nas limitações de inclinações daquelas e nas dimensões dos degraus destas. É uma característica a ser considerada durante o projeto, dimensionando-se cada espaço, adequadamente em função da utilização do edifício.

2.3.8 Segurança Contra o Fogo

Esta propriedade está diretamente relacionada à camada de revestimento, pois está em contato direto com o usuário e com o meio ambiente. Além disso, de modo geral, nos edifícios aqui tratados, as demais camadas constituintes do piso apresentam um comportamento ao fogo adequado às exigências de utilização.

A segurança contra o fogo é uma propriedade que está ligada ao risco da camada de revestimento dar início a um incêndio ou mesmo de propagá-lo ou ainda, de gerar gases tóxicos caso o incêndio tenha início em outra parte do edifício.

Para alguns revestimentos esta propriedade é relevante, como é o caso da madeira ou daqueles à base de resinas orgânicas, como por exemplo, os vinílicos e os têxteis. O primeiro caso apresenta um elevado risco tanto de dar início quanto de propagar o fogo em um edifício. O segundo exemplo, apesar de apresentar revestimentos cuja característica é serem auto-extinguíveis quando na presença de fogo, podem alimentá-lo e liberar gases tóxicos em intensidade tal que venha a comprometer as condições de sobrevivência das pessoas no local do incêndio. Assim, quando do emprego destes revestimentos, uma série de cuidados devem ser observados, principalmente no que se refere às questões de ventilação local, equipamentos de proteção, etc. Outros revestimentos, tais como os cerâmicos e as pedras, apresentam uma bom desempenho quanto à segurança ao fogo, não sendo esta uma característica relevante.

2.3.9 Durabilidade

A durabilidade do subsistema piso pode ser entendida como a capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo. É uma propriedade de difícil equacionamento uma vez que depende da correta definição das condições de utilização, da adequação do projeto ao uso e da adoção de corretos procedimentos de execução, para que as diversas camadas sejam compatíveis entre si.

No projeto devem ser definidos os materiais a serem empregados em cada camada, de modo a compatibilizar o piso resultante com as condições de exposição a que estará sujeito ao longo de sua vida útil e além disso, devem estar definidos também, os procedimentos de execução a serem adotados para que seja obtido o

produto desejado. Na fase de execução, tais procedimentos deverão ser devidamente adotados, devendo-se verificar cada etapa produtiva através de uma metodologia de controle de qualidade. Na fase de utilização deverá haver compatibilidade entre os condicionantes que originaram o piso e as condições de exposição a que o mesmo estará submetido a fim de que não venha a ser condenado por um uso inadequado. Além disso, nesta fase, deve ser implementado um programa de manutenção periódica a fim de que, possíveis problemas possam ser rapidamente detectados não vindo a comprometer o desempenho do conjunto.

Os principais fatores que podem comprometer a durabilidade do piso estão colocados a seguir:

- movimentações de origem térmica, higroscópica ou impostas por ações externas que podem causar fissuração e destacamento do revestimento ou desagregação do conjunto;
- utilização de camada de fixação incompatível com o substrato ou revestimento, podendo causar o destacamento ou manchamento deste último;
- cultura e proliferação de microorganismos que podem provocar manchas ou mesmo destruir progressivamente os revestimentos;
- queda de objetos pontiagudos que podem marcar ou mesmo desagregar determinados tipos de revestimentos;
- limpeza com produtos inadequados; e
- manchas devido à ação do fogo, que podem ocorrer, principalmente, no caso dos revestimentos têxteis e vinílicos.

O desempenho da vedação horizontal, incluindo aqui a sua estética, dependem da durabilidade do piso, notadamente da sua camada de revestimento. Assim, coloca-se como imprescindível a necessidade de elaboração de um projeto construtivo e de um efetivo controle de qualidade de todo o processo produtivo do piso, buscando-se, com estes procedimentos, garantir que o mesmo apresente todas as propriedades abordadas anteriormente, e conseqüentemente uma durabilidade compatível com a vida útil esperada.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PISOS

São inúmeros os tipos de pisos passíveis de utilização nos edifícios em estudo, tornando-se difícil a proposição de uma classificação suficientemente abrangente para envolver o seu universo. Assim, tendo em vista os objetivos deste trabalho, será proposta uma classificação baseada apenas nos revestimentos de piso, que somada à proposta para os contrapisos [Barros, 1991], resultará num conjunto significativo.

Mesmo considerando-se apenas os revestimentos de piso, a proposição de uma classificação é dificultada, pois, são muitos os tipos disponíveis no mercado. Assim, buscar-se-á agrupar os revestimentos segundo os objetivos a serem atendidos pelo trabalho, abordando-os quanto às suas condições de exposição e requisitos funcionais, quanto à sua técnica de execução e quanto aos materiais que os constituem, buscando mostrar, assim, as possibilidades de utilização.

2.4.1 Classificação Quanto às Condições de Exposição

Esta classificação refere-se às condições ambientais a que estão submetidos os revestimentos, podendo-se, a partir delas, propor as subclassificações apresentadas a seguir:

2.4.1.1 Segundo a presença de água

Considerando-se a possibilidade de presença de água no ambiente, pode-se ter a seguinte classificação: revestimentos para áreas molháveis e para áreas secas, sendo que cada um destes tipos deve apresentar diferentes requisitos de desempenho. Os recomendados para as áreas molháveis são aqueles cujas propriedades possibilitam-lhes um desempenho adequado caso sejam submetidos à presença de água, isto é, devem apresentar razoável estanqueidade, não se deteriorar facilmente, possuir coeficiente de atrito compatível com as condições de utilização, possibilitar a fácil remoção da água, etc. Os revestimentos destinados às áreas secas, podem não apresentar as características anteriores, pois as condições de utilização a que estão submetidos não exigem tais requisitos.

2.4.1.2 Segundo a agressividade do ambiente

Nestes casos existem revestimentos específicos para edifícios habitacionais, comerciais ou industriais; para aqueles sujeitos à ação de produtos químicos; para áreas internas ou externas; para áreas sujeitas ao es-corregamento, tais como, escadas e rampas, constituindo os pisos antideslizante e antiderrapantes, etc.

2.4.1.3 Segundo o tipo de tráfego

Neste caso existem os revestimentos destinados ao tráfego leve, ao tráfego de média intensidade e ao tráfego intenso, que são classificados, considerando-se a sua resistência mecânica, principalmente, a resistência à abrasão e à flexão.

2.4.2 Classificação Quanto à Técnica de Execução

Esta classificação é importante pois está diretamente relacionada às condições do substrato necessário e ao tipo de revestimento e de mão-de-obra envolvidos no processo produtivo, determinando assim, o desempenho do produto final.

Considerando-se a técnica de execução, os revestimentos podem ser classificados em: de fixação espessa, comumente chamados "espessos", de fixação delgada ou fina, chamados simplesmente "delgados" ou "finos", e de fixação especial. As principais características destes tipos de revestimento estão abordadas a seguir.

2.4.2.1 Revestimentos de fixação espessa

Diz-se que um revestimento é executado por fixação espessa, quando o nivelamento superficial é obtido durante a aplicação dos mesmos, independentemente das

condições da base. Geralmente, são aplicados empregando-se argamassa convencional, que exerce, ao mesmo tempo, a função de camada de regularização da base e de fixação da camada de revestimento, podendo constituir, ainda, o próprio revestimento, como é o caso dos cimentados, marmorites e granilites. A execução do revestimento de piso, com este tipo de fixação, quando a argamassa não constitui o próprio revestimento, vem sendo, gradativamente, abandonada, pois além de ser uma técnica de execução de baixa produtividade, pode causar sérios problemas patológicos quando utilizada por operários não qualificados. Atualmente, apenas alguns tipos de revestimentos de pedra vem sendo executados por este processo de fixação. Para estes casos, as adequadas técnicas de execução a serem empregadas serão tratadas no capítulo 4.

2.4.2.2 Revestimentos de fixação delgada

Os revestimentos executados por fixação delgada ou fina são aqueles cujo nivelamento da superfície depende essencialmente do nivelamento do substrato (contrapiso ou laje), que deve apresentar características superficiais compatíveis para recebê-los. Nestes revestimentos, as espessuras da camada de fixação, que em geral é constituída por adesivos minerais (argamassa adesiva) ou orgânicos (colas), apresentam reduzida espessura, não possibilitando a correção da horizontalidade. Este tipo de revestimento, atualmente, é largamente empregado nos edifícios em estudo pois apresenta uma elevada produtividade, uma vez que separa as atividades de nivelamento e regularização do substrato daquelas de fixação do revestimento propriamente ditas. Além disso, em função das características dos materiais que emprega, prescinde de uma mão-de-obra qualificada, bastando que os operários sejam treinados para as atividades de produção. A execução do revestimento por fixação delgada tem sido utilizada, praticamente, para todos os materiais de revestimento, podendo-se citar os cerâmicos, os têxteis, os laminados melamínicos, os vinílicos e mesmo alguns tipos de pedras.

2.4.2.3 Revestimentos de fixação especial

Estes revestimentos, na realidade, não apresentam uma camada de fixação. Tratam-se dos que podem ser fixados por meio de dispositivos especiais, como é o caso do assoalho de madeira (tábua corrida) que é assentado sobre barrote, através de pregos, parafusos, grampos, cavilhas, entre outros; dos elevados, geralmente empregados em salas destinadas à instalação de centrais de computadores, que são encaixados em "inserts" metálicos chumbados diretamente na laje e, ainda, de certos revestimentos têxteis que são simplesmente lançados sobre o substrato, sendo presos apenas nas bordas, com o auxílio de ripas colocadas ao longo de todo o perímetro do ambiente.

2.4.3 Classificação Quanto aos Materiais empregados

A classificação dos revestimentos por tipo de material que o constitui é importante pois está intimamente relacionada à técnica de execução a ser aplicada e ao desempenho final do revestimento, tanto frente às solicitações mecânicas quanto às questões estéticas.

Os principais materiais empregados na produção dos revestimentos podem ser classificados em: argamassas,

madeira, pedra, cerâmica, resinas orgânicas e fibras naturais. Estes revestimentos, por sua vez, podem ser subdivididos pois, dentro de cada um destes grupos, existem diversos materiais de revestimento que se diferenciam pelas suas características de produção e utilização. Esta subdivisão será apresentada a seguir, considerando-se apenas os revestimentos usualmente empregados em edifícios habitacionais e comerciais.

2.4.3.1 Revestimentos em argamassas

Os revestimentos em argamassas podem ser subdivididos em função do tipo de aglomerante empregado na sua composição, que para os edifícios em estudo, o mais utilizado é o cimento, que origina os denominados revestimentos cimentados, tipo marmorite e tipo granilite, em função das características do material inerte utilizado na mistura.

A produção destes revestimentos se dá pelo lançamento da argamassa, ainda fresca, sobre o substrato, empregando-se em seguida, uma adequada técnica de nivelamento e acabamento da superfície, originando o revestimento após sua cura. Por serem moldados no local, são geralmente denominados revestimentos monolíticos, podendo ou não ser necessário a execução de juntas construtivas ou de movimentação, que deverão estar definidas em projeto, a partir das dimensões dos ambientes a serem revestidos. Nas áreas internas dos edifícios em estudo, o revestimento com argamassas é largamente empregado nas escadas e "halls" de elevadores, e apesar de não fazer parte do escopo deste trabalho, merece ser devidamente estudado pois, a sua tecnologia de produção ainda não é de domínio do meio técnico. Assim, as pesquisas futuras deverão contemplar este tipo de revestimento, que em não sendo adequadamente produzido pode implicar em elevados custos e incorrer em sérios problemas patológicos como fissuras e destacamento da base, comprometendo o desempenho de todo o subsistema.

2.4.3.2 Revestimentos em madeira

Uma primeira subclassificação para os revestimentos de madeira pode ser feita a partir da consideração de sua espessura, resultando assim em revestimentos finos, médios e espessos. Outra classificação possível é a partir dos tipos de revestimentos de madeira, ou seja podem ser do tipo tábuas corridas, tacos, parquês e ainda os denominados laminados ou carpetes de madeira. Reunindo-se as duas classificações tem-se que os pisos finos de madeira são representados pelos laminados de madeira cuja espessura varia de 3 a 5 mm, enquanto os médios são representados pelos parquês cuja espessura varia de 10 a 20 mm. Os revestimentos espessos incluem os tacos e as tábuas corridas cuja espessura chega a atingir 30 mm. Porém, como anteriormente salientado, o revestimento em madeira não integrará o conjunto de revestimentos deste trabalho por ter sido objeto específico de outros projetos de pesquisas.

2.4.3.3 Revestimentos de pedra

Seu uso mais intenso se dá nas áreas externas ao edifício, tanto nos revestimentos verticais, como para pisos. Nas áreas internas tem uso mais restrito, sendo empregadas, principalmente, nas áreas molháveis tais como cozinhas, banheiros, e sacadas, apresentando uso menos expressivo nas áreas secas.

As pedras podem ser classificadas tanto pelo seu material constituinte, quanto pela maneira como se apresenta o componente.

Os tipos de pedras mais empregados como revestimento de piso nas áreas internas dos edifícios são: o granito; o mármore e a ardósia, que podem resultar em distintos revestimentos, conforme o preparo que tenham recebido em suas faces.

Os componentes originados destas pedras podem apresentar a superfície de utilização com aspecto polido e liso; bruto (não polido), ou seja, com seu aspecto natural ou ainda receber outros tratamentos de modo que sejam antiderrapantes e antideslizantes. É comum o emprego da pedra bruta sem trabalho algum, isto é, suas faces nem mesmo são esquadrejadas, sendo obtidas apenas pela fratura da rocha de origem, em componentes de tamanho reduzido. Nestes casos, apenas as saliências mais abruptas da superfície de utilização é que são aplainadas. Os diferentes tipos de tratamento recebidos pelas pedras usuais serão abordados no capítulo 4.

2.4.3.4 Revestimentos cerâmicos

São produzidos a partir de componentes cerâmicos, comumente denominados de ladrilhos ou simplesmente revestimento cerâmico de piso. Seu uso nas áreas internas do edifício é muito intenso, notadamente nas áreas molháveis, ganhando espaço significativo também nas áreas secas, principalmente, em função da sua resistência mecânica, da facilidade de limpeza, manutenção e higienização dos ambientes, além de proporcionar um agradável efeito estético, uma vez que, está disponível, no mercado, em diversos padrões, cores e formatos.

Os componentes cerâmicos podem ser subclassificados ainda, em função da matéria prima empregada na sua produção, pois essa diferenciação resulta em algumas características distintas entre os componentes, tais como resistência mecânica, porosidade, dureza superficial, resistência ao ataque por agentes químicos, entre outras.

Assim, em função da matéria-prima empregada os componentes podem ser classificados em: componentes de porcelana; de cerâmica vermelha e de grés-cerâmico.

Os componentes de porcelana originam as pastilhas disponíveis em dimensões que variam de 1" X 1" (25,4 mm X 25,4 mm) até 11/2" X 11/2" (38,1 mm X 38,1 mm), podendo apresentar a superfície fosca ou esmaltada, sendo disponíveis ainda, componentes antiderrapantes, que são pastilhas cuja superfície apresenta ranhuras que aumentam o coeficiente de atrito do revestimento.

Os componentes de cerâmica vermelha e grés cerâmico são os que apresentam maior variedade de opções, que é conferida pela variação das suas características de produção. Suas dimensões variam de 10X10 cm até 60X60 cm; podem ser extrudados ou prensados; apresentar a superfície fosca ou esmaltada; e ainda, serem ou não decorados.

2.4.3.5 Revestimentos à base de resinas orgânicas

Os componentes derivados de resinas orgânicas podem ser do tipo laminares ou em mantas, sendo que estas podem apresentar uma textura lisa ou em fibras.

As resinas mais empregadas na produção destes componentes são o cloreto de polivinila (P.V.C), o acetato de polivinila (P.V.A), o polipropileno, a poliamida (náilon) e o poliéster.

O P.V.C e o P.V.A são resinas empregadas na produção dos componentes denominados vinílicos que podem se apresentar na forma de placas laminares cujas dimensões usuais são 30X30 cm, com espessura variando de 1,6 a 3,0 mm conforme a utilização ou em forma de mantas apresentadas em rolos de largura 2,00 m e comprimento de 20,0 ou 25,0 m, com espessura variando de 1,2 ou 1,8 mm conforme o padrão.

As resinas do tipo polipropileno, poliéster e poliamida (náilon) são empregadas para a produção de fibras têxteis a serem utilizadas na confecção de carpetes, muito usuais nos edifícios em estudo.

2.4.3.6 Revestimentos à base de fibras naturais

As fibras naturais usualmente empregadas são a lã e a juta, originando os revestimentos do tipo têxteis de fibras naturais.

Estes revestimentos têm uma utilização restrita pois a lã, por ser de difícil obtenção, apresenta um elevado custo, enquanto a juta, apesar do custo acessível, é caracterizada pela baixa durabilidade. Mesmo as fibras de lã sofrem o problema de reduzida durabilidade, quando a superfície estiver sujeita a umidade, uma vez que este material é propício à proliferação de fungos que acabam deteriorando o revestimento. Assim, os revestimentos de fibras naturais vêm perdendo, gradativamente, o seu espaço para as fibras têxteis sintéticas, abordadas anteriormente, que por sua vez são cada vez mais empregadas nos edifícios habitacionais e comerciais, tanto em função de suas propriedades isolantes termo-acústicas, facilidade de aplicação e manutenção, como também pelo competitivo preço de mercado, frente a outros revestimentos com características semelhantes, como é o caso dos vinílicos, por exemplo.

A partir da classificação proposta salienta-se que serão abordados os revestimentos de piso destinados a áreas internas de edifícios habitacionais e comerciais, dividindo-se os revestimentos por materiais: cerâmicos, pedras, vinílicos e têxteis, sendo que as principais características dos materiais e de execução dos revestimentos, em questão, serão abordados nos capítulos seguintes.

3. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

Ao se projetar o piso dos ambientes de um edifício, é comum que a escolha do seu revestimento ocorra considerando-se apenas o seu custo e ou a sua aparência, desprezando-se outros aspectos, às vezes de maior importância, tais como sua resistência mecânica, características de aplicação e manutenção; aspectos de higiene e facilidade de limpeza e sua versatilidade e durabilidade, que deveriam ser objeto de maior atenção e interesse, por parte dos projetistas e usuários.

Este fato decorre, de modo geral, do desconhecimento dos inúmeros tipos de componentes existentes no mercado, de suas características e das técnicas de execução mais adequadas a cada um deles.

Este documento busca suprir esta deficiência, apresentando neste e nos capítulos subsequentes as

principais propriedades e aspectos de produção dos revestimentos usualmente empregados nos edifícios habitacionais e comerciais, sendo que neste capítulo, serão abordadas questões específicas sobre o revestimento cerâmico.

O revestimento cerâmico para piso é empregado em diversos países do mundo, há muitos séculos. No Brasil, foi efetivamente introduzido na década de 40, acompanhando a evolução tecnológica do processo de construção dos edifícios, pois foi neste período que os edifícios de múltiplos pavimentos conquistaram espaço significativo e, junto com eles os revestimento de baixo peso próprio, destacando-se entre eles o cerâmico, notadamente nas áreas molháveis do edifício, principalmente pelas suas características de estanqueidade, elevada resistência mecânica, facilidade de limpeza e higienização e durabilidade, respondendo adequadamente às necessidades dos usuários.

A partir de então, até os dias atuais, os revestimentos cerâmicos para piso sofreram sensíveis modificações nas suas características. Os poucos produtos do passado, transformaram-se em uma enorme gama de opções de diferentes procedências e qualidade.

Buscando-se sistematizar a tecnologia de produção deste revestimento, procurar-se-á reunir, neste capítulo, as principais características dos componentes cerâmicos atualmente disponíveis, identificando as diferenças significativas no processo de produção dos revestimentos com eles produzidos.

Os componentes cerâmicos a serem tratados neste documento estarão limitados àqueles usualmente empregados no revestimento de áreas internas de edifícios de múltiplos pavimentos, aplicados através da técnica racionalizada de execução, empregando-se argamassas adesivas sobre contrapiso previamente executado.

3.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico, executado pela técnica racionalizada é aplicado diretamente sobre o substrato que, na maioria das vezes é constituído pelo contrapiso, não sendo necessário, na maioria das vezes, o emprego de camada de regularização adicional, a menos que o substrato tenha sido seriamente danificado ao longo da execução da obra. Assim, este revestimento pode ser entendido, neste trabalho, como um conjunto de duas camadas, sendo a primeira de fixação, responsável pela ligação dos componentes cerâmicos ao substrato e a de acabamento, constituída pelos componentes, propriamente ditos, sendo as principais características e propriedades de cada camada abordadas a seguir.

3.1.1 Substrato

Neste caso, o substrato será o contrapiso que deverá apresentar características específicas e ser executado segundo as recomendações de Barros [1991], tendo sua qualidade verificada através dos procedimentos recomendados por este mesmo autor.

Eventualmente, a própria laje, que constitui a estrutura suporte do subsistema piso, poderá receber o revestimento, desde que seja executada dentro de uma metodologia de controle de qualidade que proporcione as características superficiais (planeza e regularidade) necessárias ao recebimento do revestimento pelo método racionalizado.

3.1.2 Camada de Fixação

A camada de fixação comumente empregada para a execução dos revestimentos cerâmicos para piso, no processo racionalizado é a argamassa adesiva, sendo que, eventualmente, podem ser utilizadas adesivos à base de resinas orgânicas (colas), que, no entanto, exigem, na sua maioria, a adição de cimento em sua composição para que suas propriedades se tornem adequadas às condições de solicitação, sobretudo quando o revestimento é aplicado em áreas molháveis.

Além disso, as condições de produção do substrato, atualmente verificadas nos canteiros de obra, não permitem que as colas sejam adequadamente utilizadas, pois as irregularidades superficiais presentes no contrapiso exigem um elevado consumo deste material, inviabilizando o seu custo. Assim, seu uso fica restrito às necessidades de reposição dos componentes, principalmente porque não requerem o emprego de mão-de-obra especializada, podendo os serviços serem executados por pessoas com um nível mínimo de treinamento.

A argamassa adesiva ganhou espaço significativo como material destinado à camada de fixação dos componentes cerâmicos principalmente por: apresentar semelhanças com as argamassas convencionais que, por sua vez, são de domínio da mão-de-obra disponível no mercado; permitir pequenos reparos na regularidade superficial do substrato; proporcionar melhor resistência de aderência que as argamassas convencionais; não provocar retração diferencial na camada de acabamento e ainda, não se deteriorar com a presença de umidade. Além disto, o custo global dos serviços, considerando-se o aumento de produtividade da mão-de-obra, é, normalmente, inferior ao custo dos serviços pelo método convencional.

A partir destas considerações, será tratado, neste capítulo, somente as características da argamassa adesiva, observando-se que estas foram amplamente discutidas por Sabbatini et al. [1990]. Porém, apenas para facilitar a consulta, as informações contidas no referido trabalho serão aqui reproduzidas.

A argamassa adesiva, por vezes chamada "cimento colante", é um produto industrializado composto por uma argamassa pré-dosada fornecida em embalagens apropriadas, que se apresenta em forma de pó, no estado seco. Pode ser entendida como um adesivo mineral constituído de cimento Portland comum, grãos finos de sílica (areia) e aditivos, cuja composição pode variar de um fabricante para outro. Entretanto, laboratórios especializados recomendam para a sua constituição uma composição de 40% de cimento Portland, 57% de areia quartzosa e 3% de resinas, compreendendo as vinílicas (acetato de polivinila) e as celulósicas (ésteres de celulose).

A maioria das argamassas disponíveis no mercado nacional, porém, apresentam 99% dos constituintes de origem mineral (cimento e areia) e apenas 1% de aditivo orgânico, representado, de modo geral, pela resina celulósica, ficando claro que existe uma tendência de suprimir a resina vinílica. Este fato, decorrente principalmente de considerações apenas de cunho econômico, modifica sensivelmente as características da argamassa adesiva. Daí a necessidade de se adquirir o produto de empresas que, efetivamente, produzam um material de garantida qualidade.

As resinas orgânicas têm um papel fundamental no desempenho da argamassa. Suas principais funções na

composição são a retenção de água, a melhoria da trabalhabilidade da argamassa, e o aumento da extensão de aderência, devido à maior capacidade de molhamento da superfície do substrato. Estas características são decorrentes da dispersão coloidal que se forma ao se misturar o pó com a água e irão diferenciar este tipo de material da argamassa convencional.

A dispersão formada se interpõe entre as partículas sólidas, lubrificando-as, aumentando a plasticidade da argamassa. Além disso, o polímero depositado sobre as partículas de cimento impede que a hidratação se processe de maneira rápida e assim, o tempo de pega é estendido, podendo atingir 6 horas ou mais, em função do teor de resinas. Com isto aumenta-se também o tempo de vida útil⁽¹⁾ da mistura, o que permite uma maior flexibilidade de trabalho para os operários.

A extensão de aderência pode ser definida como a relação entre a área efetiva de aderência e a máxima área teórica de aderência; por exemplo, uma extensão de aderência de 0,2 significa que apenas 20% do componente está efetivamente aderido ao substrato. A extensão de aderência é aumentada quando existe um maior contato da camada de fixação com o substrato e com o tardo do componente, ou seja quando há um maior poder de molhamento. A resina vinílica, quando presente na argamassa adesiva, atua na tensão superficial das moléculas de água quebrando as grandes cadeias de tal forma que, resultem em moléculas capazes de acessar os poros de pequenas dimensões, atuando também nos componentes de baixa porosidade, aumentando, portanto, o poder de molhamento superficial.

As argamassas adesivas que não apresentam esta resina em sua composição tem menor extensão de aderência, podendo prejudicar o desempenho final do revestimento.

A partir destas características é possível o espalhamento da argamassa em espessuras reduzidas, sem que seja necessário molhar a base ou mesmo os componentes cerâmicos, pois a argamassa não perde água em excesso para os mesmos e, além disso, a retenção de água, nas cadeias de polímeros, permite a completa hidratação do cimento, possibilitando que desenvolva toda a sua resistência, e em conseqüência, apresente um maior poder de aderência.

Para o seu preparo, basta a adição de água nas proporções indicadas na embalagem (geralmente 1 parte de água para 4 de pó). E, para que a argamassa possa desenvolver as características anteriormente mencionadas, deve-se esperar um tempo após a mistura do material seco com a água, de modo a permitir que os componentes ativos reajam, isto é, que se formem as cadeias de polímeros. Este tempo é de aproximadamente 30 min, sendo superior aos 15 ou 20 min geralmente recomendados pelos fabricantes.

Além de apresentar um tempo de vida da mistura que proporcione produtividade aos operários, outras características são esperadas de uma argamassa adesiva, sendo as principais: o tempo de abertura e o tempo de ajustabilidade, compatíveis com as condições de trabalho; a tendência de não aderir exageradamente permitindo o ajuste dos componentes; o poder de

(1) O tempo de vida útil da mistura ou também denominado tempo de processamento ou tempo útil, diz respeito ao período de tempo em que, após a argamassa adesiva seca ter sido misturada com a água, a mesma possa ser utilizada para a execução do revestimento. É o instante imediatamente antes do início de pega da argamassa.

retenção de água e a extensão de aderência adequados aos componentes e ao substrato e ainda, resultar numa adequada superfície de contato entre os seus sulcos e os componentes de acabamento.

O tempo de abertura é também denominado tempo de assentamento, e pode ser entendido como o tempo disponível para o trabalho de aplicação dos componentes cerâmicos, a partir do espalhamento da argamassa sobre o substrato. É o período entre o instante em que a argamassa adesiva é espalhada e o instante em que a mesma não mais apresenta capacidade de aderência suficiente em relação ao material de revestimento. Este último instante é identificado pelo aparecimento de uma película esbranquiçada sobre os cordões de argamassa. Ao se assentar um componente sobre esta película, ele apenas amassará os cordões, não havendo, porém, uma relação entre ambos. Em pouco tempo este componente poderá se desprender.

O tempo de abertura da argamassa adesiva não deverá ser nem demasiadamente rápido, nem excessivamente lento, pois quaisquer extremos diminui o rendimento de aplicação e dificulta a execução do revestimento. Deve apresentar, então, um tempo que permita uma colocação correta e otimizada.

O tempo de ajustabilidade, por sua vez, é entendido como o período de tempo no qual, após o assentamento dos componentes cerâmicos com argamassa adesiva, os mesmos possam ainda, ter sua posição corrigida sem redução da capacidade de aderência.

Tendo em vista estas características, uma boa argamassa adesiva deve apresentar pelo menos:

- . tempo de abertura de 20 min;
- . tempo de ajuste manual de 10 min; e
- . tempo de vida de mistura de 3 h.

Quanto ao seu espalhamento deverá se dar em camada fina (de 2 a 5 mm) e o mais uniforme possível pois assim, consegue-se o máximo da força de aderência entre a superfície e o componente cerâmico e também maior contato entre os dois elementos.

3.1.3 Camada de Acabamento

O revestimento cerâmico é constituído por componentes modulares de dimensões que podem variar desde 25X25 mm até 600X600 mm, devidamente rejuntados entre si. Desta forma pode-se dizer que a camada final, em revestimentos cerâmicos, é constituída por dois elementos: os componentes cerâmicos propriamente ditos e os componentes que se formam na junção destes que podem ser de duas naturezas, isto é, as juntas entre componentes e as juntas construtivas ou de movimentação que dividem os painéis de revestimento, sendo que as principais características de ambos serão abordadas na seqüência.

As matérias-primas empregadas, as condições de fabricação dos componentes e o próprio processo de produção do revestimento, lhe confere as características fundamentais ao seu desempenho, sendo que as principais são colocadas a seguir:

- elevada resistência ao desgaste por abrasão superficial;
- elevada resistência à ação de agentes químicos, tais como álcalis (solução de soda cáustica até 10%,

amônia), detergentes domésticos, água sanitária e solventes orgânicos (acetona, álcool, benzol, clorofórmio, etc.);

- elevada resistência a impactos;
- resistente a objetos pontiagudos (indentação);
- estanqueidade à água;
- não são inflamáveis;
- imputrescíveis e resistentes à luz solar;
- cores inalteráveis pelo uso;
- superfície lisa e pouco porosa, que facilita a higienização;
- fácil manutenção e
- elevada durabilidade.

Observa-se porém, que tratam-se de revestimentos frios e duros, não absorvendo, portanto, ruídos e apresentando baixo isolamento termo-acústico.

No entanto, quando adequadamente projetados e executados, não apresentam desvantagem quanto à sua utilização, podendo ser empregados em ambientes com os mais diferentes tipos de utilização.

As principais características destes revestimentos são comparadas qualitativamente às dos demais, na tabela apresentada no anexo "A", ao final deste documento.

Os componentes cerâmicos atualmente empregados nos revestimentos de piso de edifícios de múltiplos pavimentos são praticamente os mesmos utilizados nas vedações verticais, exceção feita ao azulejo que não apresenta resistência mecânica suficiente para suportar as solicitações do subsistema piso. Assim, as características dos componentes cerâmicos para piso são muito próximas às dos componentes destinados ao revestimento de paredes, abordados no documento R6-06/90, [Sabbatini et al., 1990]. E, em função disto, quando necessário, será reproduzido o seu texto, apenas por facilidade de consulta.

As características de cada um dos componentes que constitui a camada de acabamento do revestimento cerâmico, serão tratadas em separado, abordando-se, inicialmente, os componentes cerâmicos e, na seqüência, as juntas.

3.1.3.1 Características dos componentes cerâmicos

Como anteriormente destacado, existe uma imensa variedade de componentes cerâmicos no mercado, que se diferenciam entre si a partir de suas formas, dimensões, cores, características e funções. Estas particularidades lhes são atribuídas, principalmente, pelo seu processo de fabricação, que envolve atividades desde a escolha das matérias primas até o armazenamento dos componentes prontos.

A matéria-prima básica desses componentes pode-se dizer que seja de mesma natureza, ou seja, uma massa constituída por argilo-minerais, e outros minerais, vidrados, óxidos metálicos, etc. sendo que, ao variar as características e proporções de cada um destes materiais e sendo alternados determinados procedimentos de fabricação, origina-se componentes cerâmicos distintos, que, naturalmente, poderão apresentar diferentes propriedades.

A maioria destas propriedades estão determinadas, pois, a indústria de componentes cerâmicos para revestimentos cresceu e se organizou nos últimos anos, principalmente em decorrência das exportações do produto, adequando-se às condições do mercado internacional.

O controle de qualidade de produção é efetivo em muitas indústrias nacionais, ocorrendo de maneira mais precária, em outras; entretanto, por menos organizado que seja, existe uma metodologia de controle da produção destes componentes durante o seu processo de fabricação.

As principais características verificadas durante o processo de fabricação do produto são as dimensões do lado e a espessura; esquadria e planeza superficial; grau de absorção de água; resistência ao gretamento, à flexão, aos ácidos, aos álcalis, às variações térmicas, à gelividade e à abrasão e ainda, a dureza superficial. Os testes para estes ensaios estão, de modo geral, definidos por normas nacionais ou estrangeiras e, na sua maioria, são realizados a partir de amostragem periódica em que são verificadas se os resultados estão dentro das tolerâncias estabelecidas pelas normas.

As normas nacionais atualmente empregadas pelas indústrias de componentes cerâmicos para o controle de qualidade dos mesmos estão apresentadas no anexo "A", no final deste capítulo.

A avaliação destas características através de procedimentos normalizados é importante para a realização de uma compra técnica, devendo fazer parte de uma metodologia específica para a definição de procedimentos para compra de materiais, pois, de modo geral, os catálogos técnicos do produto trazem estas especificações, sendo que no entanto, os técnicos responsáveis pela compra não as tem utilizado, provavelmente por não saberem quais as principais características que devem observar, quais os parâmetros de referência, etc. Este documento busca mostrar as características mais importantes a serem consideradas, para que se tenha um revestimento adequadamente produzido, porém, uma metodologia de compra de materiais deve ser ainda elaborada, no escopo de um projeto futuro.

No caso específico dos revestimentos cerâmicos destinados aos pisos, uma das características mais relevantes é a sua resistência à abrasão superficial pois existem significativas diferenças entre os diversos componentes disponíveis no mercado. Em função disto, existe a necessidade de se conhecer como se comporta cada um deles em relação a esta característica, para que se possa especificar, adequadamente, os materiais a serem utilizados.

No Brasil, é comum a realização do ensaio de resistência à abrasão, fundamentado, nas propostas da Porcelain Enamel Institute (PEI), dos Estados Unidos e hoje recomendado pela norma NBR 9455, citada no final deste capítulo, através do qual, os componentes cerâmicos são classificados em quatro categorias, em função dos resultados obtidos no ensaio, fazendo-se referência, aos ambientes em que se recomenda o emprego de cada um deles. As categorias propostas e a sua utilização são colocadas a seguir:

- PEI-1: Nesta categoria inserem-se os componentes destinados à todas as aplicações em paredes internas;
- PEI-2: Aqui estão incluídos os componentes destinados às áreas de trânsito leve a pouco-intenso, como interiores residenciais, com exceção de cozinhas, escadas, "halls" e locais próximos às

entradas externas;

- PEI-3: Refere-se aos componentes destinados a locais de trânsito intenso, ou seja, para quaisquer aplicações residenciais e para áreas comerciais de trânsito leve, tais como escritórios, butiques e salas de espera;
- PEI-4: Esta categoria envolve os componentes destinados a locais de trânsito pesado, ou seja, para todas as aplicações residenciais e a maioria das aplicações comerciais, como áreas públicas de teatros, hotéis, restaurantes, supermercados, lojas, escolas e corredores.

Alguns fabricantes, em função das características específicas de seu produto apresentam mais uma categoria além destas quatro propostas pela norma que refere-se aos componentes cerâmicos destinados a locais de trânsito extra-pesado, ou seja, para todas as aplicações residenciais e comerciais similares à classe 4, onde seja necessário maior resistência e maior durabilidade, como por exemplo aeroportos, metrô, "shopping centers", passarelas, lanchonetes, entradas e "halls" de edifícios, piscinas e terraços.

Outra característica importante a ser observada é a dureza superficial, que de modo geral é referida à escala de Mohs, sendo que os componentes cerâmicos destinados à aplicação em pisos devem apresentar resistência superficial de no mínimo 6, na escala de Mohs, sendo que para usos em ambientes de uso restrito, como por exemplo banheiros de suítes, é possível o emprego de componentes com dureza superficial de 5, referido à mesma escala. Essa grandeza é importante pois está relacionada às possíveis marcas decorrentes de esforços de funcionamento e riscamento no revestimento. Assim, quanto maior a dureza superficial do componente, maior a sua resistência ao riscamento e ao choque, sendo que estas características vêm contribuir para a maior durabilidade do revestimento.

Buscando-se conhecer um pouco mais sobre os componentes disponíveis no mercado serão abordados, a seguir, aqueles usualmente empregados, procurando-se enfatizar os seus respectivos processos de fabricação e características específicas.

Estes revestimentos podem ser agrupados em função de suas características de produção ou em função do seu material constituinte.

Considerando-se o processo de produção, podem ser componentes prensados, produzidos a partir de uma massa semi-seca, semelhantemente aos azulejos ou produzidos a partir de uma massa úmida que passa por uma boquilha semelhantemente ao processo de produção das lajotas e componentes cerâmicos para alvenaria, ou seja, por extrusão. De modo geral são componentes produzidos pelo processo de monoqueima, mesmo quando esmaltados, podendo, porém, neste último caso, serem produzidos pela biqueima. Cabe observar que os componentes produzidos pela biqueima apresentam, em geral, menor dureza superficial e mecânica que aqueles originados pela monoqueima.

Considerando-se o material de que são produzidos é possível encontrar no mercado basicamente dois tipos de componentes: os à base de grés cerâmico e os de cerâmica vermelha, sendo que ambos podem ser produzidos com ou sem esmalte sobre sua superfície.

Os componentes de grés, produzidos a temperaturas que variam em torno de 1250 °C a 1300 °C, apresentam em sua constituição materiais argilosos de elevada fusibilidade, como por exemplo, os silicatos de alumínio, a mica e o feldspato, que se fundem antes da

cristalização da massa proporcionando uma matriz vítrea de baixa porosidade. Observe-se que um componente é considerado vítreo quando apresenta porosidade, por imersão em água, de 0.5% a 4%, estando ou não presente a camada de esmalte.

Os componentes de cerâmica vermelha, por sua vez, apresentam vitrificação parcial da superfície pois os materiais que os constituem como os óxidos de ferro e os metais alcalinos-terrosos, ao se fundirem a temperaturas que variam de 1250 °C a 1300 °C, não têm capacidade de formarem um vidro total, resultando numa estrutura semivítrea, de maior porosidade que a vítrea. Estes componentes apresentam porosidade de 4% a 7%. (corpo semivítro) que pode ser considerada ainda, como adequada para garantir a característica de estanqueidade do componente. Estes componentes, quando não esmaltados podem se apresentar nas cores vermelho, laranja, amarelo ou preto, em função dos teores de óxidos de ferro presentes na composição da massa que origina o componente. Quando esmaltados, porém, podem apresentar-se com os mais diferentes tipos de padrões.

Existem, porém, determinadas matérias primas que originam componentes cerâmicos, também considerados de cerâmica vermelha, que não apresentam capacidade de vitrificação, mesmo que parcial, durante o processo de produção resultando assim, num corpo não vítreo e portanto, num componente de elevada porosidade, geralmente de 7% a 15%, independente da presença da camada de esmalte. Estes componentes, de modo geral, devem ser evitados nos revestimentos de piso, principalmente nas áreas inundáveis tais como boxes de banheiro e sacadas.

Todos estes revestimentos estão disponíveis no mercado com o nome de "revestimento cerâmico", em diversas dimensões, sendo comuns para emprego como revestimento de piso aqueles cujas dimensões variam desde 10X10 cm até 30X30 cm.

Observa-se que a disponibilidade de produtos cerâmicos no mercado é muito grande. Assim, ao se proceder a escolha deve-se buscar obter, junto ao fabricante, todas as informações técnicas possíveis, tais como porosidade, resistência à flexão, tolerâncias dimensionais admitidas pelo controle de qualidade da indústria, tipo de queima, dureza superficial e classe de resistência à abrasão, a fim de que seja possível, ainda que precariamente, efetuar uma compra técnica e não apenas decidir por um ou outro componente em função de sua beleza ou mesmo de seu custo.

3.1.3.2 Características das juntas

Tendo em vista o caráter modular do revestimento com componentes cerâmicos, seja qual for o seu processo de produção, sempre existirão juntas entre as peças e além destas, em função das características da estrutura do edifício e das dimensões do ambiente a ser revestido, pode ser necessário, ainda, a realização de juntas construtivas ou de movimentação projetadas para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da laje e ou do próprio revestimento, para que se permita o adequado desempenho da camada de acabamento.

3.1.3.2.1 Juntas entre componentes

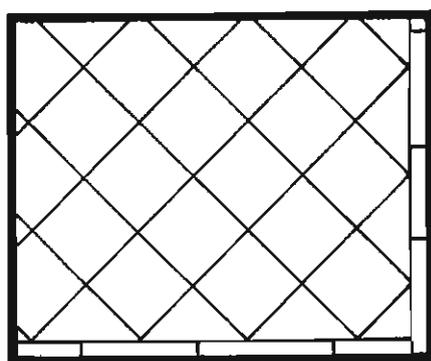
As juntas entre os componentes ou também chamadas juntas de assentamento são originadas no processo de fixação das peças cerâmicas que exigem, para o adequado desempenho do conjunto, um afastamento

entre os mesmos. Em função da estética exigida para o revestimento de piso, as juntas devem ser, preferencialmente, regulares, isto é, apresentarem sempre as mesmas dimensões.

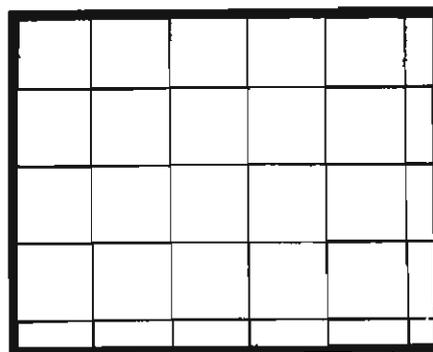
A disposição ou aparelho adotados para os componentes cerâmicos determinam o tipo de junta, sendo possível diversos arranjos tais como em diagonal, à prumo, em amarração, ou ainda uma combinação entre eles, em função das características específicas dos componentes.

Das disposições possíveis, conforme mostra a figura 3.1.1, atualmente as juntas alinhadas são as mais utilizadas, nos casos de componentes de mesma dimensão, principalmente porque resultam em elevada produtividade da mão-de-obra e menor desperdícios de materiais, entretanto, os demais tipos tiveram largo

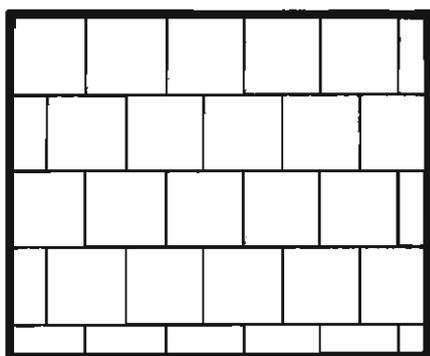
emprego no passado, podendo, em função de estilos arquitetônicos retornar a qualquer momento. As juntas em diagonal foram abandonadas principalmente pelo maior custo de produção quando comparado com as demais, pois implica em reduzida produtividade da mão-de-obra além de um maior consumo de componentes cerâmicos em função do elevado número de cortes necessários. A disposição em amarração, por sua vez, possibilita a correção de imperfeições dos componentes mais facilmente que a junta alinhada, envolvendo, porém, maior número de cortes e conseqüentemente diminuindo a produtividade. E ainda, quando os componentes apresentam distintas dimensões, porém moduladas, a combinação entre os mesmos, formando diferentes arranjos vem ganhando significativo espaço entre os projetistas de revestimentos.



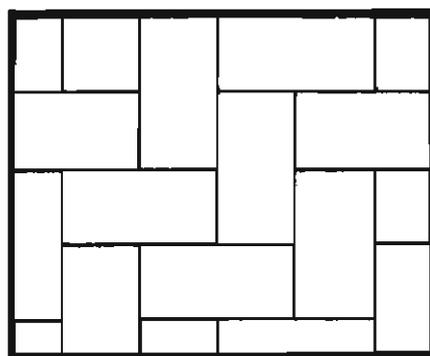
A



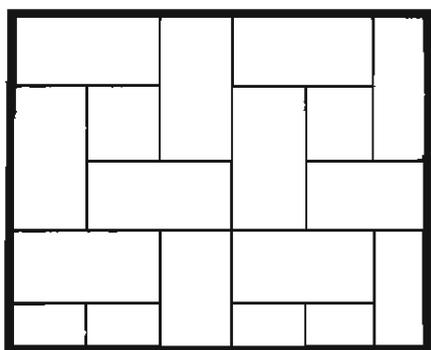
B



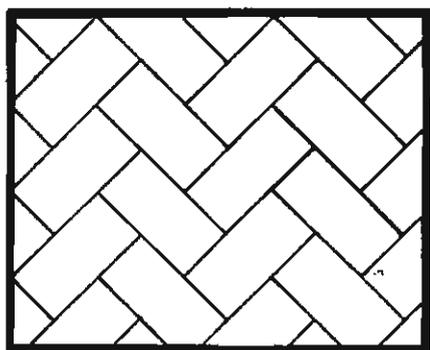
C



D



E



F

FIGURA 3.1.1 - Exemplos de disposições de juntas entre componentes cerâmicos para execução de revestimentos de piso: (a) em diagonal; (b) alinhada; (c) em amarração; (d,e,f) outras.

Os espaços deixados entre os componentes cerâmicos, ou seja, as juntas, têm várias funções, dentre as quais se destacam:

- dar ao conjunto um relativo poder de acomodação às movimentações oriundas das deformações estruturais (principalmente da laje), das variações térmicas e higroscópicas sofridas pelo substrato ou pela própria camada de fixação;
- proporcionar alinhamento perfeito entre os componentes;
- permitir que eventuais diferenças dimensionais entre os componentes não comprometam o prumo das juntas;
- responder às próprias exigências de fabricação, oriundas da limitação dimensional na produção dos componentes e
- proporcionar acabamento estético que realce a beleza do componente individualmente.

Observa-se pois, que as juntas são imprescindíveis para que se processe um bom assentamento dos componentes. Não deverá ser aceito em nenhum caso revestimentos de piso sem juntas, pois é frequente o seu arqueamento devido às juntas rígidas ou secas. Assim, durante a fixação dos componentes deve-se manter entre os mesmos juntas com largura suficiente para que haja perfeita infiltração da pasta de rejuntamento, permitindo a acomodação da camada de revestimento, evitando-se, deste modo, possíveis problemas de descolamento dos componentes.

3.1.3.2.2 Juntas construtivas

As juntas construtivas, também chamadas juntas de expansão, de trabalho ou de movimentação, são determinadas pela criação de uma linha ortogonais, cuja profundidade pode ir desde a camada de acabamento até o encontro com o substrato ou até a base, em função do grau de solicitação a que está sujeito o conjunto do revestimento.

Estas juntas têm como finalidade criar painéis de dimensões tais que as tensões surgidas pela deformação intrínseca (devido a ações internas ao conjunto), não suplantem a capacidade resistente dos mesmos, ou seja, as juntas devem ser capazes de absorver as deformações do painel permitindo dissipar as tensões surgidas, sem que apareçam fissuras que lhe comprometam a sua integridade. Além disso, funcionam ainda como um mecanismo de controle, isto é, ao serem colocadas em posições passíveis de aparecimento de fissuras, devido à deformação diferenciada de materiais ou componentes (no encontro do piso com a vedação vertical, por exemplo), possibilitam empregar materiais e detalhes construtivos adequados para absorver as deformações diferenciais surgidas, evitando as fissuras e a conseqüente patologia do revestimento.

Estas juntas, no momento do efeito da expansão ou contração do revestimento, devem apresentar características de deformabilidade compatíveis com estes efeitos, a fim de absorverem os movimentos introduzidos, pois, é de fundamental importância que os revestimentos cerâmicos possam se movimentar livremente a fim de evitar um possível empenamento ou descolamento dos mesmos, com relação ao substrato.

O princípio de funcionamento desta junta é criar, no revestimento, uma região mais fraca, de modo a permitir a migração das tensões ocorridas no painel,

mantendo a sua integridade. Assim, deverá ter capacidade de dissipar ou absorver as tensões sem comprometer o desempenho do revestimento, isto é, não poderá apresentar fissuras que comprometam a sua estanqueidade, desprender das bordas, ou mesmo soltar-se do substrato. Para isto, nestas juntas, devem ser empregados materiais de baixo módulo de elasticidade de modo a terem capacidade de absorver as deformações das juntas, sem fissurarem.

No caso específico do revestimento cerâmico para pisos de áreas internas aos edifícios correntes, normalmente, a execução deste tipo de juntas restringe-se ao encontro do piso com a parede pois, nos revestimentos internos, as tensões surgidas são facilmente dissipadas nas juntas entre componentes, uma vez que, o nível de solicitações é pequeno pois além de se tratar de áreas protegidas, as dimensões dos ambientes, normalmente são reduzidas.

3.1.3.2.3 Juntas estruturais

As juntas estruturais, geralmente de dilatação da estrutura, são aquelas determinadas pelo dimensionamento da estrutura do edifício. Quando estas juntas estão inseridas na vedação, devem atravessar o revestimento, devendo ser adequadamente tratadas para que não haja problema de infiltração de água, ar ou gases. A especificação deste tipo de junta tem origem na elaboração do projeto estrutural, não sendo objeto deste trabalho.

3.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Nesta item, buscar-se-á definir os procedimentos necessários à execução do revestimento cerâmico, procurando fornecer parâmetros para que o mesmo possa ser devidamente projetado e tenha as suas atividades de execução adequadamente controladas.

Observe-se que independente do tipo de componente cerâmico empregado como revestimento de piso, os procedimentos de execução são os mesmos, compreendendo a verificação e preparo do substrato; a aplicação da camada de fixação; o assentamento dos componentes cerâmicos e a execução do rejuntamento e das juntas construtivas, quando necessárias.

A sistematização destas atividades vem se tornando cada dia mais necessária pois, o uso de materiais cerâmicos, como revestimento de piso é intenso e vem crescendo acentuadamente devido, principalmente, ao conjunto de suas características que resultam em elevada facilidade de higienização e durabilidade e reduzida necessidade de manutenção ao longo da vida útil do edifício.

Entretanto, para que o revestimento proporcione o desempenho esperado, é necessário que se tome uma série de cuidados ao longo do processo de produção, que envolve desde a compra dos componentes e argamassa adesiva até a limpeza e manutenção do revestimento executado. Alguns cuidados básicos, que antecedem o início da produção propriamente dita e aqueles inerentes à cada etapa de execução serão abordados a seguir.

3.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção

O método de execução, aqui proposto, busca reunir os

parâmetros fundamentais para que as atividades sejam realizadas de modo programado e racionalizado, evitando-se desperdícios e possíveis fontes de problemas patológicos. Para isto, procura-se identificar os principais cuidados a serem observados, antes de se dar início à execução do revestimento propriamente dito, sendo que estes estão relacionados à compra e estocagem dos materiais e aos equipamentos necessários às diversas atividades.

3.2.1.1 Compra dos materiais

Pelo que foi abordado no item 3.1, deste capítulo, é possível verificar que estão disponíveis no mercado inúmeros componentes cerâmicos para revestimento de piso, que geralmente apresentam diferentes características. Além disso, verifica-se também que a camada de fixação, executada com argamassa adesiva, pode ter comportamento distinto em função dos seus materiais constituintes.

Assim, deve-se buscar efetuar a compra destes materiais a partir de critérios técnicos, de modo que a escolha dos materiais e componentes não seja subjetiva. Estes critérios técnicos devem estar fundamentados nas características específicas dos materiais, cujas principais foram abordadas anteriormente no item 3.1.3.1.

Assim, ao se especificar um lote de determinado padrão de qualidade, com as características previamente definidas, não se deve receber material de qualidade inferior. É necessário, pois, que se tenha um critério de compra e aceitação destes materiais.

Este critério pode ser chamado de controle de qualidade de compra e recebimento de componentes cerâmicos, e exige uma metodologia específica para ser implementado. Tal metodologia está ainda em desenvolvimento devendo contemplar os mais distintos componentes. Enquanto isto ocorre, recomenda-se que a compra seja feita de empresas idôneas, que tenham mostrado respeito e valorização do seu produto, buscando-se todas as informações técnicas possíveis, como tipo de controle exercido pela empresa, tolerâncias consideradas para a classificação do componente, tipo de queima, índice de porosidade, resistência na flexão, etc. Com estes dados para distintos componentes, é possível pelo menos uma avaliação qualitativa entre os mesmos, podendo auxiliar nas possíveis decisões. E, nos casos de dúvida acerca de uma específica propriedade é possível que a mesma seja verificada através dos procedimentos normalizados, cujas referências encontram-se no final deste capítulo. Além destes cuidados é recomendado que a equipe de produção, ao observar qualquer tipo de anormalidade no componente recebido (empenamentos, quebras, etc.), comunique o fato à equipe de compras para que esta possa tomar as providências cabíveis, que neste caso pode ser desde a devolução do lote, até mesmo o cancelamento de contrato com a empresa fornecedora.

A compra técnica deve ser estendida também para a argamassa adesiva, em que se deve, inicialmente, conhecer os materiais disponíveis antes de se optar pela compra de um lote. Para isto, é possível recolher aleatoriamente, amostras de diversas marcas e fazer alguns testes de tempo de abertura, de ajustabilidade e de vida útil da argamassa, cujas características foram abordadas no item 3.1. Com estes dados em mãos, e o custo de cada uma, é possível decidir, qual a argamassa que apresenta maior eficiência, isto é, a que proporciona melhor qualidade por um menor custo. E, enquanto os procedimentos específicos para o controle de qualidade não são implantados, ficam valendo as

mesmas recomendações dadas para os componentes cerâmicos, isto é, durante a utilização, os próprios operários devem fazer uma avaliação qualitativa dando um retorno à equipe de compras quanto ao desempenho do material.

3.2.1.2 Estocagem

Os cuidados a serem observados estão fundamentalmente relacionados às possíveis perdas e deterioração que podem decorrer de um mau armazenamento dos materiais.

No que se refere aos componentes, suas características de resistência e durabilidade permitiriam que fossem estocados até mesmo a "céu aberto". Porém, sob estas condições, estariam sujeitos a um elevado grau de umidade e ao acúmulo de pó sobre sua superfície que poderiam prejudicar suas características de aderência ao substrato. Além disso, deixando-se este tipo de material exposto corre-se o risco de serem geradas perdas excessivas, principalmente decorrentes do manuseio indevido (destruição das caixas e consequente transporte a granel). Assim, uma vez recebido o material na obra, ele deve ser protegido de intempéries e, de preferência, ser estocado em local de difícil acesso à maioria do pessoal, sendo liberado somente no momento de utilização.

As caixas de componentes, que em geral contém 1 a 2 m² de revestimento, ao serem estocadas, podem ser empilhadas somente até uma altura máxima de 2,0 m, a fim de que sejam evitados possíveis quedas que venham a danificar os componentes.

A argamassa adesiva, por sua vez, merece cuidados ainda maiores, pois contém cimento em sua composição, devendo, assim, ser protegida de intempéries e umidade, isto é, ser estocada em local fresco e seco, distante de paredes e tetos do depósito; respeitar o tempo de armazenamento recomendado pelo fabricante; não formar pilhas com mais de 15 sacos para que se evite o empedramento do material e utilizar inicialmente o material que esteja depositado há mais tempo.

Deve-se observar ainda que em hipótese alguma deve-se aplicar os revestimentos utilizando-se uma argamassa com prazo de validade vencido ou que tenha sofrido hidratação parcial devido a problemas de armazenamento.

3.2.1.3 Equipamentos e ferramentas

Para que as atividades de execução ocorram da maneira mais adequada possível, recomenda-se o emprego de equipamentos e ferramentas próprios à cada atividade, devendo os mesmos estarem em perfeitas condições de manuseio e operação. A seguir, apresenta-se uma listagem dos principais equipamentos empregados nas atividades de execução dos revestimentos cerâmicos:

a) para preparo e aplicação da argamassa

- colher de pedreiro 9";
- caixote para preparo da argamassa de dimensões: profundidade 0,18 m, largura - 0,55 m e comprimento - 0,60 m; com altura de 0,70 m;
- balde para transporte da água de amassamento;

- desempenadeira dentada de aço, com o cabo fechado de ambos os lados, com dimensões dos dentes de 6,0 mm X 6,0 mm, afastados um do outro de 6,0 mm;

b) para preparo e aplicação dos revestimentos cerâmicos

- riscador com broca de vídia de 1/4" devidamente afiada;
- cortador mecânico da marca "Fermat", referência 2G 40;
- furador da marca "Fermat", para cortes circulares;
- lima triangular de 30 a 40 cm;
- torquês pequena (a menor peça existente no mercado);
- torquês média;
- colher de pedreiro pequena sem o ferro na ponta do cabo;
- espátula de 1";
- placa de compensado de 0,35 m X 0,80 m;
- "makita" com disco diamantado;
- furadeira e serra copo diamantada;
- rodo pequeno para aplicação do rejunte;
- desempenadeira de aço lisa e dentada e
- espátula nº 10 (para limpeza).

3.2.2 Condições para Início de Trabalho

As atividades de execução do revestimento cerâmico para piso devem ter início com a verificação das condições locais, isto é, devem ser verificadas a ortogonalidade entre as vedações verticais, a planeza e as condições superficiais do contrapiso, bem como se todas as demais atividades que antecedem a execução do revestimento de piso estão terminadas, tais como arremates de portas, janelas, tetos, instalações em geral e os revestimentos de parede. Na realidade, estas atividades devem estar inseridas na metodologia de controle de recebimento dos serviços de execução da vedação vertical e do contrapiso, entretanto, enquanto tal metodologia não for, efetivamente, implantada em obra, estas atividades deverão ser realizadas precedendo os serviços de execução dos revestimentos a fim de que não seja comprometida a sua qualidade.

3.2.2.1 Ortogonalidade das vedações verticais

A ortogonalidade das vedações verticais é importante pois se tratam de revestimentos modulares, assim, um pequeno desvio de alinhamento das paredes pode levar à existência das denominadas "facas", ou triangularização dos componentes, deixando à vista, o problema de execução.

A ortogonalidade entre as paredes pode ser verificada com o auxílio de um esquadro metálico, sendo que a identificação de problemas de alinhamento da parede deve levar a uma avaliação sobre as possíveis consequências da presença das "facas" nos ambientes podendo-se adotar uma postura de se recomendar a correção das mesmas ou de se aceitar a colocação dos componentes apesar das irregularidades observadas,

uma vez que a solicitação da correção das vedações, em função de suas características específicas, pode resultar em um custo adicional elevado. Esta avaliação, naturalmente, irá depender das características de qualidade especificadas para o empreendimento em questão.

Nos casos em que pequenas irregularidades no alinhamento das paredes forem aceitas, deve-se buscar disfarçá-las o máximo possível, fazendo com que os arremates sejam realizados nos lugares menos visíveis, tais como atrás das portas ou dos aparelhos hidráulicos (pias, vasos sanitários, etc).

3.2.2.2 Verificação das condições do substrato

A verificação das condições do substrato dizem respeito, à planeza, textura e limpeza superficial do contrapiso que deverá ter sido executado segundo as recomendações de Barros [1991], sendo que a sua planeza e regularidade superficial é fundamental para a execução do revestimento cerâmico, pois trata-se de um revestimento fino, e assim, não possibilita realizar acertos na camada de fixação. A verificação das condições de terminalidade do contrapiso deverá ser realizada segundo as recomendações de Barros [1991], anteriormente citado, sendo que a sua textura superficial deverá ser do tipo medianamente áspera, sendo obtida com o acabamento desempenado com madeira após o sarrafeamento. Tal textura permite um grau de aderência compatível com a maioria das situações de exposição do revestimento e ainda um menor consumo de argamassa adesiva do que a superfície simplesmente sarrafeada, auxiliando ainda nas condições de planeza.

3.2.3 Execução da Camada de Fixação

Os procedimentos aqui abordados dizem respeito ao preparo e aplicação da argamassa adesiva, para posterior fixação dos componentes cerâmicos, devendo-se observar que a aplicação desta camada deverá ocorrer o mais tarde possível, sendo que o prazo mínimo a ser respeitado é de 7 dias a partir da execução do substrato pois, neste período, ocorrem a maior parte das tensões de retração do mesmo, minimizando, assim, o seu efeito sobre a camada de revestimento.

O preparo da argamassa deverá se dar em um caixote próprio, cujas dimensões, dadas no item 3.2.1.3, além de considerar os aspectos ergonômicos, proporcionando maior produtividade ao operário, considera também o volume de material que os sacos de argamassa contêm e ainda, a possibilidade de se entrar com o mesmo nas áreas de banheiro cujas dimensões usuais da porta são de 60 cm.

Para o preparo da argamassa, o caixote deverá estar isento de qualquer resíduo que possa alterar as suas características, como argamassas velhas, água, etc. A quantidade a ser preparada não deverá ultrapassar a necessária para um período de trabalho de 2 a 3 horas, sendo portanto função da produtividade do operário. De qualquer maneira, não se recomenda o preparo de quantidade superior à contida em um saco.

O volume de água a ser misturado para o preparo é função da composição da argamassa adesiva, podendo variar de um produto para outro. A água deve ser adicionada em quantidade suficiente para que a argamassa seja trabalhável, isto é, para que possa ser adequadamente espalhada pela superfície. Para as argamassas usualmente disponíveis no mercado, sob condições normais de temperatura, a proporção

recomendada é de cerca de 4 partes de argamassa para 1 de água.

Após a adição da água é necessário que o material seja devidamente misturado até que se obtenha uma pasta consistente, de boa trabalhabilidade e sem que apresente grumos. A mistura pode ser feita com o auxílio da colher de pedreiro.

A consistência ideal da mistura poderá ser observada aplicando-se um pouco de argamassa sobre o substrato, utilizando-se a desempenadeira dentada. Os cordões resultantes deverão estar bem aderidos e não devem abater-se. Deve-se observar que não é permitido o acréscimo de mais água após a mistura inicial.

O tempo recomendado pelos laboratórios de pesquisa, para o repouso da argamassa após o preparo, é de 30 minutos. Entretanto, nas próprias embalagens do material, as recomendações para este tempo variam de 10 a 15 min. Recomenda-se pois, que seja feito uma avaliação visual das características de trabalhabilidade da argamassa a fim de que seja encontrado o tempo ideal. Quanto maior o tempo de repouso melhores as características de trabalhabilidade e de desempenho da argamassa endurecida, entretanto, não se deve ultrapassar o prazo de 30 minutos pois o tempo de utilização ficaria muito reduzido, podendo diminuir a produtividade dos operários e resultar em desperdício de argamassa.

Após o preparo, a argamassa deverá ser espalhada cuidadosamente sobre a superfície utilizando-se a desempenadeira de aço dentada, anteriormente recomendada. A indicação de uso de uma desempenadeira com o cabo fechado em ambos os lados é para que se possa proporcionar maior segurança e energia na aplicação da argamassa.

A aplicação da argamassa deve ser iniciada 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 dentado, que resultará na formação dos cordões, cuja altura resultante deve ser da ordem de 3 mm, podendo variar entre 2 e 5 mm com a maior ou menor inclinação da desempenadeira, em função das características de uniformidade do substrato e do tardo do componente cerâmico.

De modo geral, quando há a necessidade de uma espessura de argamassa superior a 5 mm, é porque o substrato está mal acabado ou porque os componentes cerâmicos empregados estão com um empeno excessivo. Neste caso, dever-se-á considerar os possíveis efeitos da retração da argamassa sobre o revestimento e ainda, o acréscimo de custo no revestimento em função de uma espessura superior à recomendada. Torna-se, portanto, um procedimento não racionalizado, característica intrínseca do processo convencional, que se busca eliminar quando da aplicação da argamassa adesiva.

A aplicação dos componentes sobre a argamassa deverá ocorrer antes da formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões. O aparecimento de tal película indica que terminou o tempo de abertura, não sendo mais possível a aderência dos componentes com o substrato. A pressão feita sobre o componente, ao ser assentado, apenas amassará os cordões, vindo mais tarde a ocorrer o descolamento dos mesmos. Caso a película venha a se formar, a argamassa deverá ser retirada e a superfície cuidadosamente limpa, refazendo-se, na seqüência, o espalhamento de nova camada do adesivo.

A área máxima a ser coberta pela argamassa estendida sobre a superfície de uma só vez, vai depender do tempo de abertura da argamassa adesiva utilizada, que deve ser testado imediatamente antes do início dos trabalhos e depende ainda das condições ambientais em que está se executando o revestimento e da habilidade do operário. Em condições normais de tempo e temperatura e para os materiais disponíveis e ainda, considerando-se um operário de média produtividade, não se recomenda espalhar a argamassa sobre área superior a 1,0 m². Esta área deve ser ainda menor nos casos em que a superfície a ser revestida apresenta-se com muitos recortes, como é o caso de banheiros que contêm diversos aparelhos hidráulicos e ralos.

3.2.4 Execução da Camada de Acabamento

Apesar da grande diversidade de componentes cerâmicos existentes no mercado, as técnicas empregadas para a sua execução utilizando-se argamassa adesiva são praticamente as mesmas.

Após a verificação das condições do substrato, como recomendado no item 3.2.2.2, tem início o preparo e a aplicação da argamassa adesiva, conforme os procedimentos anteriormente colocados, sendo, a partir daí, aplicados os componentes cerâmicos e executadas as juntas.

3.2.4.1 Aplicação do revestimento cerâmico

A execução do revestimento deve ser iniciada com a compatibilização entre as dimensões reais dos componentes a serem aplicados (incluindo-se as juntas) e as dimensões do ambiente a ser revestido. Para isto, partindo-se das especificações das juntas dadas em projeto, os componentes devem ser previamente espalhados sobre a superfície a ser revestida, em duas fiadas ortogonais, como ilustra a figura 3.2.1a, buscando-se acertar as dimensões das juntas, de modo que se tenha o mínimo de recorte possível. Este procedimento deve ser iniciado pela porta de entrada, pois aí, devem ficar os componentes inteiros, deixando-se que os recortes, quando necessários, sejam executados no fundo do ambiente.

Observe-se que nos casos em que o projeto especificar a paginação⁽²⁾ dos componentes, o seu posicionamento deverá seguir rigorosamente a distribuição dos componentes do revestimento vertical, caso tenha sido executado, ou o projeto de paginação. Observe-se ainda que para haver perfeita coincidência das juntas verticais com as de piso, faz-se necessário que ambos os componentes sejam da mesma procedência e tenham as suas dimensões compatíveis.

Com os componentes modulados em função do projeto e do ambiente, deve-se distribuir a argamassa adesiva apenas para as duas fiadas mestras que devem ser perpendiculares entre si, sendo que uma fiada deve estar próximo à porta de entrada e a outra, na parede oposta, conforme ilustra a figura 3.2.1b.

Após o espalhamento da argamassa, tem início a fixação dos componentes cerâmicos, a partir das extremidades de cada fiada, a fim de que se tenha componentes de referência, pelos quais, deve ser

(2) Entende-se por paginação a concordância a ser dada entre os componentes de revestimento vertical e os de piso, de forma que haja um perfeito alinhamento entre as suas juntas, em todas as direções do ambiente.

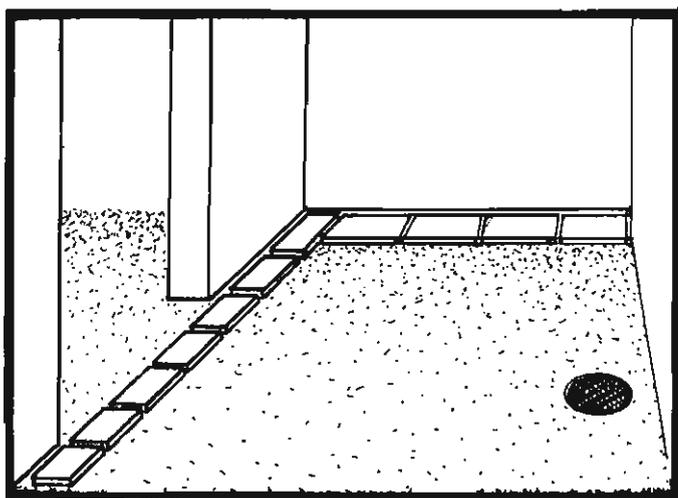
passada uma linha que servirá de guia para a fixação dos demais os componentes cerâmicos.

Com as linhas posicionadas, deve-se verificar o esquadro entre as duas fiadas perpendiculares e o nivelamento dos componentes fixados, dando continuidade á fixação dos demais componentes, espalhando-se a argamassa adesiva conforme os procedimentos anteriormente colocados, até que todo o ambiente esteja revestido, guiando-se sempre pelas linhas que vão sendo transferidas após a execução de cada fiada.

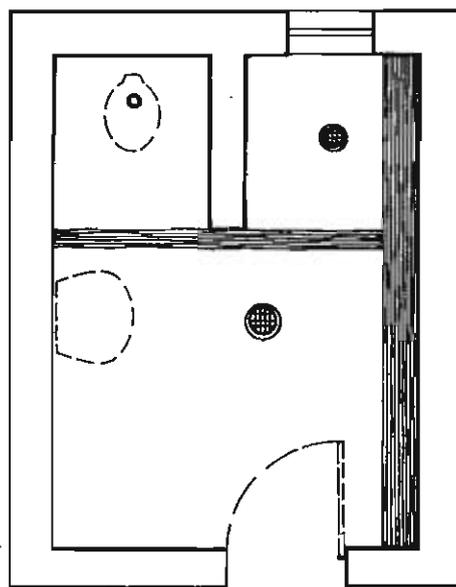
O correto alinhamento dos componentes exige que o fio esteja faceando todas as juntas, sendo que o possível desvio de algum componente em relação a este fio, não deverá ultrapassar 2,0 mm.

Fazendo-se esta verificação o mais amítude possível, pode-se proceder rapidamente as correções dos componentes que tenham extrapolado os limites toleráveis, evitando-se o acúmulo de erros nas demais fiadas.

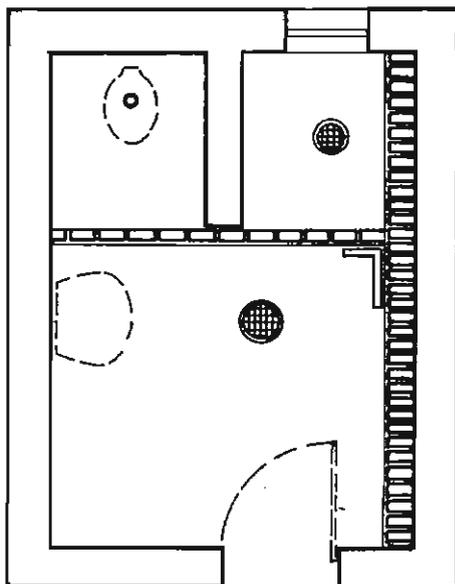
Estes procedimentos estão ilustrados na figura 3.2.1c e 3.2.1d.



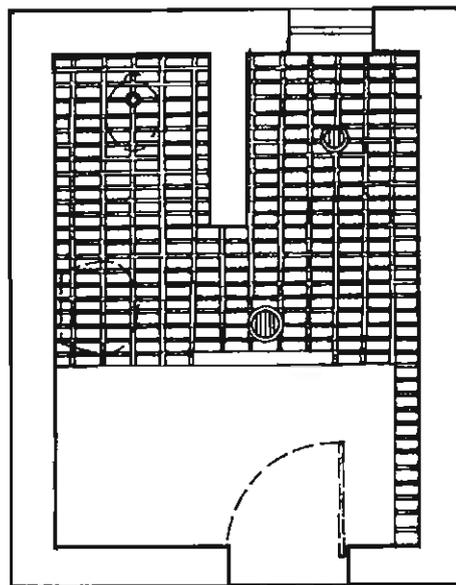
A



B



C



D

FIGURA 3.2.1 - Procedimentos de execução do revestimento cerâmico para piso [Fonte: SENAI]: (a) distribuição da cerâmica a seco buscando-se o mínimo de recortes; (b) espalhamento da argamassa adesiva para as fiadas de referência; (c) fixação dos componentes de referência e esticamento da linha; (d) complementação da fixação dos componentes com transferência da linha de referência.

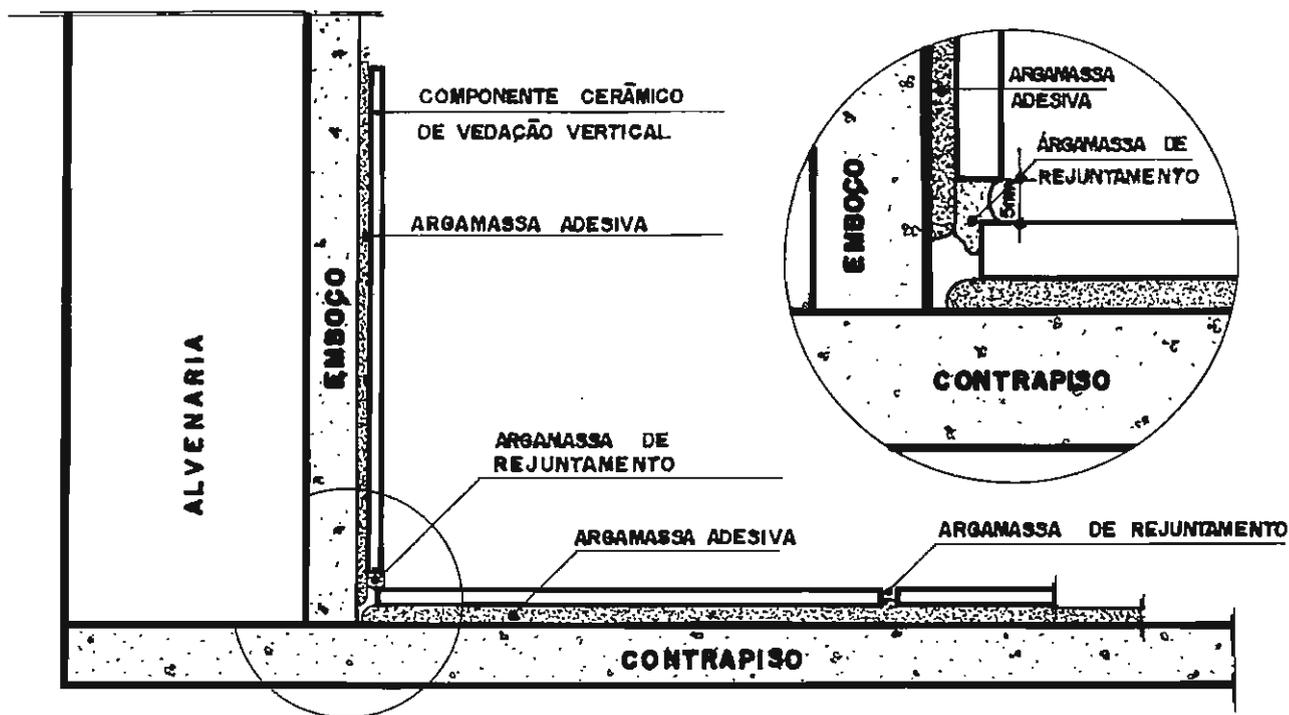


FIGURA 3.2.2 - Detalhe da junta no encontro entre as superfícies horizontal e vertical, revestidas com componentes cerâmicos.

Nos casos em que as paredes sejam revestidas com componentes cerâmicos, recomenda-se que estes se sobreponham ao revestimento de piso a fim de possibilitar melhor acabamento da junta, garantindo-lhe a estanqueidade, bem como proporcionando a execução de um detalhe construtivo que permita a existência de uma junta de movimentação no encontro das duas superfícies. O detalhe de execução deste encontro está ilustrado na figura 3.2.2.

Recomenda-se que o rejuntamento do encontro entre as duas superfícies seja executado com uma argamassa de baixo módulo de elasticidade (argamassa fraca), ou o mesmo material empregado no rejuntamento dos componentes verticais.

O assentamento das fiadas deve observar os corretos procedimentos para os cortes das peças, quando necessários, como por exemplo nos encontros com aparelhos sanitários e ralos e com possíveis detalhes construtivos tais como as soleiras, recomendados no item 3.2.4.2.

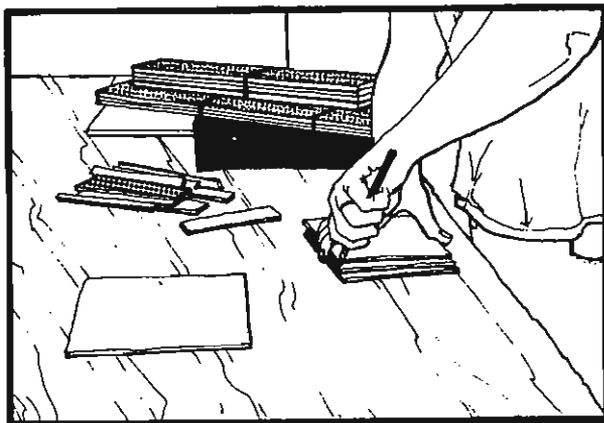
Para que se obtenha uma adequada fixação dos componentes cerâmicos, empregando-se a argamassa adesiva, deve-se imprimir sobre os mesmos, uma pressão adequada que permita que o excesso da argamassa flua para fora do componente, objetivando conseguir o máximo de contato entre o tardo e o substrato. Esta pressão pode ser dada por leves batidas sobre os componentes empregando-se o cabo da colher de pedreiro desde que se retire dela o acabamento metálico, uma vez que este pode danificar a superfície do componente.

3.2.4.2 Previsão e execução dos cortes das peças cerâmicas

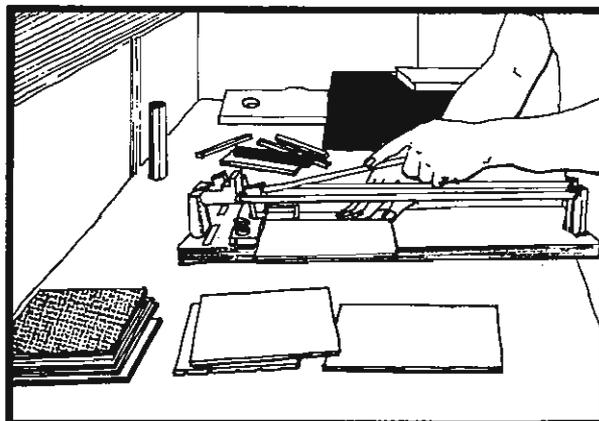
Os cortes das peças cerâmicas deverão ser devidamente planejados e executados antes que se processe a aplicação da argamassa adesiva, de modo que não apresentem rachaduras, nem emendas, resultando em arremates perfeitos. Para que isto seja possível, recomenda-se que os mesmos sejam feitos com equipamentos e ferramentas cujas superfícies de corte sejam providas de vidia ou diamante, pois o emprego destas facilita o trabalho, aumentando a produtividade; permite a obtenção de cortes uniformes e diminui os desperdícios de componentes cerâmicos.

Os principais equipamentos para corte dos componentes foram relacionados no item 3.2.1.4, sendo empregados diferencialmente em função do tipo de componente cerâmico e de corte a ser executado.

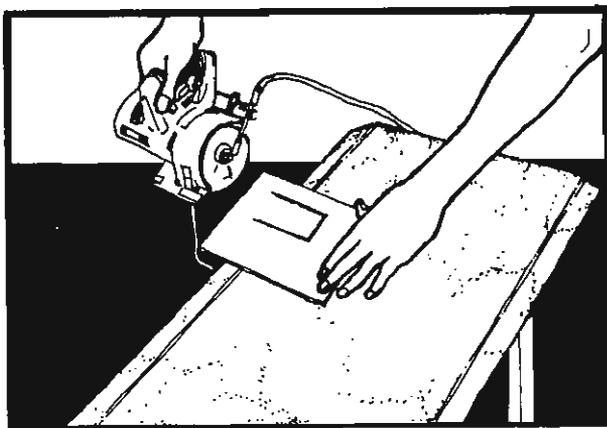
Para o caso de revestimentos cerâmicos de menor resistência mecânica os cortes retos poderão ser feitos empregando-se o riscador (broca de vidia 1/4" afiada no esmeril), sendo empregado a torquês quando necessitar de cortes circulares. Quando o componente for de maior resistência, como é o caso da maioria dos revestimentos para piso, deve-se empregar, no caso de cortes retos, o cortador mecânico de marca "Fermat" modelo 2G 40 ou a "makita" com disco diamantado, sendo que para cortes circulares com diâmetro de 25 a 80 mm, pode-se utilizar o furador manual de marca "Fermat" auxiliado pela torquês. Porém, por se tratarem, de modo geral, de revestimentos de elevada dureza superficial, quando possível, recomenda-se a substituição do furador por uma furadeira elétrica, provida de serra copo diamantada com guia interna, que possibilita a execução



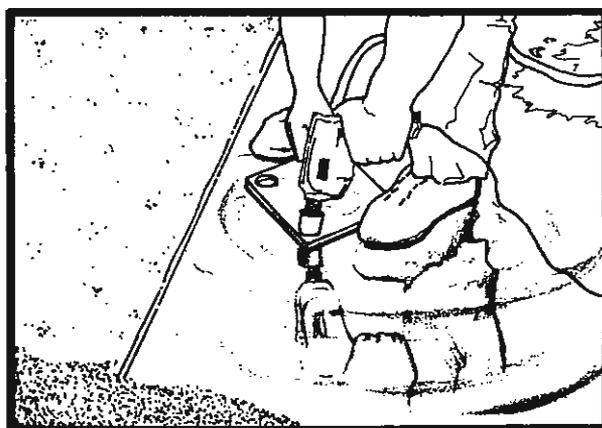
A



B



C



D

FIGURA 3.2.3 - Equipamentos e ferramentas empregados no corte dos componentes cerâmicos destinados a revestimentos de piso: (a) riscador com ponta de vidro; (b) cortador manual "Fermat", modelo 2G/40; (c) serra tipo "makita"; (d) furadeira elétrica com serra copo.

de cortes circulares com perfeição. A figura 3.2.3 apresenta os principais equipamentos e ferramentas empregados.

3.2.4.3 Execução das juntas

Como visto anteriormente, as juntas que compõem a camada de acabamento, no revestimento cerâmico de piso, podem ser de várias naturezas: entre componentes; em continuidade às juntas estruturais e construtivas (no encontro do revestimento com paredes, pilares, saliências ou com outros tipos de revestimento).

Considerando-se as funções de cada tipo de junta, elas apresentam particularidades para a sua execução. Tendo em vista, porém, o objeto deste documento, serão abordadas, a seguir, apenas as juntas entre componentes e as construtivas ou de movimentação, salientando-se que a execução das juntas estruturais, quando atravessarem a camada de revestimento, deve seguir as recomendações contidas no projeto estrutural.

3.2.4.3.1 Execução das juntas entre componentes cerâmicos

Os principais requisitos de desempenho exigidos de uma junta entre componentes são: o seu alinhamento em ambas as direções e uniformidade de espessura, a fim de atender às necessidades estéticas da camada de acabamento; a sua estanqueidade, a fim de evitar infiltrações a capacidade de absorver deformações para possibilitar ao revestimento a dissipação de parte das tensões nele surgidas.

Para que as juntas possam atender aos requisitos colocados, faz-se necessário que sejam respeitadas juntas mínimas entre os componentes, sendo estas sugeridas na tabela 3.2.1.

A fim de que as juntas apresentem as espessuras recomendadas no projeto e sejam uniformes, recomenda-se o emprego de uma galga durante a fixação dos componentes, que pode ser a própria linha ou espaçadores padronizados. Além disso, recomenda-

se, ainda, a contínua verificação do alinhamento das juntas em ambas as direções.

A estanqueidade e a capacidade de dissipar tensões, por sua vez, somente serão garantidas a partir da utilização de materiais adequados e de uma correta técnica de execução do rejuntamento.

TABELA 3.2.1 - Dimensões mínimas entre os componentes cerâmicos

dimensões dos componentes (mm)	dimensões das juntas (mm)
100 X 100	2,0
100 X 200	2,0
200 X 200	3,0
200 X 300	3,0
300 X 300	3,0
400 X 400	5,0

Recomenda-se que o rejuntamento dos componentes seja realizado respeitando-se um prazo em torno de 24 horas, após a fixação dos mesmos. Esta orientação vem no sentido de proporcionar maior acomodação do revestimento, minimizando o efeito das tensões que surgem no conjunto, bem como de evitar que, ao ficar muito tempo exposto, surjam problemas com o possível acúmulo de sujeira.

Para que o rejuntamento possa ser iniciado é imprescindível que as juntas estejam devidamente limpas, sendo que a limpeza pode ser realizada com uma vassoura ou escova de piaçava para que sejam eliminados todos os resíduos que possam prejudicar a aderência do material de rejunte aos componentes e ao substrato, como por exemplo, poeira e resíduos excessivos de argamassa adesiva. Além dos cuidados com a limpeza, em condições de tempo excessivamente seco e com elevadas temperaturas é possível que seja necessário o umedecimento das juntas previamente à sua execução, principalmente quando forem empregadas argamassas e pastas convencionais (produzidas na própria obra) cujo poder de retenção de água é reduzido. Sob condições ambientais normais, ou quando do emprego de argamassas e pastas industrializadas, o umedecimento da junta não se faz necessário.

Os materiais empregados no rejuntamento devem atender a algumas características básicas a fim de que o rejunte desempenhe a sua função, sendo as principais: resistência à compressão; elasticidade; formulação bactericida e fungicida e embelezamento e realce dos componentes. Estes materiais podem ser produzidos na própria obra, como as pastas e argamassas à base de cimento comum ou eventualmente branco ou são produzidos industrialmente constituindo-se de pastas e argamassas providas de aditivos especiais que melhoram o desempenho do rejunte.

Os materiais de rejunte produzidos na própria obra, de modo geral, são à base de cimento comum. Nos casos de juntas de espessura reduzida, isto é, até 2,0 mm, é comum o emprego de pasta de cimento. Quando as juntas são mais espessas, isto é, acima de 2,0 mm até 5,0 mm, é comum o emprego de argamassas que podem ser produzidas utilizando-se uma mistura de cimento e areia fina na proporção de 1:1. Quando a espessura das juntas for superior a 5,0 mm, recomenda-se o emprego de uma argamassa de cimento e areia fina na proporção

de 1:2, sendo as proporções dadas em volume de materiais úmidos.

A indicação de uso de uma argamassa nas juntas mais espessas, em substituição à pasta de cimento, deve-se ao fato de que a elevada espessura implica num maior potencial de fissuração caso seja empregado apenas a pasta. Utilizando-se uma argamassa, este potencial é diminuído preservando as juntas de possíveis fissuras e o revestimento de possíveis infiltrações.

Apesar de não ser muito comum, é possível que seja especificado a execução de um rejuntamento colorido para o piso. Este material pode ser obtido na própria obra desde que se produza uma pasta ou argamassa de cimento branco, acrescida de algum óxido metálico, do tipo "pó xadrez". Neste caso, a proporção máxima a ser empregada é de 20% de óxido, em relação à massa total de cimento, pois este pigmento, se colocado em teor excessivo, pode vir a provocar a deterioração da junta.

Observa-se pois, que a produção do material de rejunte na própria obra, deve envolver uma série de cuidados com os materiais básicos e com a sua dosagem a fim de que seja obtido um produto de qualidade compatível com as necessidades de utilização.

Hoje, com o avanço da indústria dos materiais de construção, é possível obter o material de rejunte pronto para ser empregado na cor desejada e com as características compatíveis à diversas situações de uso, como por exemplo um material específico para juntas finas, outro para juntas mais espessas.

É pois, mais racional o emprego dos produtos industrializados uma vez que estes, além de apresentar uma dosagem melhor controlada, traz em sua composição materiais que permitem um desempenho do rejunte potencialmente otimizado em função de sua composição específica como por exemplo, as resinas que são introduzidas para maior retenção de água, diminuindo o potencial de fissuração, e ainda materiais fungicidas e bactericidas que permitem uma maior durabilidade das juntas. Além disso, são de muito mais fácil produção em obra, pois para o seu emprego, basta que sejam misturados com água.

Quando da utilização de produtos pré-dosados, porém, cabe lembrar que deverão ser adquiridos de empresas idôneas, pois, é necessário que suas características sejam comprovadas, como por exemplo, os rejuntas coloridos devem apresentar cores firmes e consistentes, não mancharem e não desbotarem.

Após a limpeza das juntas e com o material de rejuntamento pronto, tem início a execução propriamente dita, que consiste no espalhamento da pasta ou argamassa de rejuntamento que deverá ser distribuída de maneira que penetre uniformemente nas juntas, com o auxílio de um rodo pequeno, em movimentos alternados (semelhante ao limpador de pábrisas), de modo a preencher todas as juntas, não permitindo que haja excesso ou falta de material.

Com as juntas preenchidas, as mesmas poderão ser frisadas com madeira ou ferro redondo recurvado, ou dando outro formato conforme especificações de projeto. Este procedimento permite uma maior compacidade da junta diminuindo a sua porosidade e, conseqüentemente, aumentando a sua estanqueidade.

Logo após a conclusão do rejuntamento, deve-se dar um tempo para a secagem das juntas, procedendo-se, em seguida, a limpeza dos componentes cerâmicos utilizando-se um pano úmido, estopa ou sisal.

3.2.4.3.2 Execução das juntas construtivas

A definição das técnicas de execução das juntas de movimentação ou construtivas deve considerar o princípio de funcionamento das mesmas que é o de criar uma linha de dissipação de tensões seja pelo emprego de um material de baixo módulo de elasticidade ou mesmo pelo enfraquecimento desta região através do corte do substrato de modo que esta região não seja preenchida, quando possível, ou tratando-a com materiais adequados, permitindo que as tensões sejam dissipadas.

Como abordado no item 3.1.3.2.2, anteriormente, no caso de revestimentos de piso com componentes cerâmicos, em áreas internas, as solicitações são de pequena intensidade, sendo facilmente absorvidas pelas juntas entre componentes. Assim, recomenda-se para os edifícios usuais, a execução de uma junta construtiva apenas ao redor do ambiente, conforme ilustra a figura 3.2.2, que sendo adequadamente executada é capaz de absorver as solicitações usuais.

Observe-se, porém, que esta recomendação deve ser considerada como preliminar, pois, há ainda, um longo caminho a se percorrer na avaliação dos diversos materiais e técnicas disponíveis para a execução deste tipo de juntas, pois inexistem informações precisas acerca do seu comportamento real quando submetidas às diversas condições de solicitação.

3.3 PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Como para quaisquer outras atividades da obra, a ocorrência de problemas ou manifestações patológicas no revestimento cerâmico, poderá ter origem tanto na fase de projeto e concepção do revestimento como na de produção e utilização dos mesmos, sendo que os problemas decorrentes desta última, em geral, têm origem no uso inadequado do revestimento, ou seja no uso não previsto em projeto.

Os problemas originados no projeto podem decorrer da especificação inadequada dos materiais constituintes da camada de revestimento, em função do uso esperado para o ambiente, ou pela omissão de detalhes construtivos importantes para o desempenho do revestimento, tais como juntas, soleiras e rodapés. Desde que estas questões sejam inicialmente observadas, provavelmente, os possíveis problemas que poderão aparecer não serão frutos desta etapa do processo produtivo.

Os problemas decorrentes do processo de produção são mais complexos e em geral é o processo de execução que causa os maiores problemas no revestimento, pois ele envolve uma série de variáveis que nem sempre são controladas no canteiro de obras, tais como a qualidade do material recebido, as características da mão-de-obra empregada, as especificações para a execução, a qualidade de execução de serviços anteriores ao revestimento, etc. Observe-se pois, que estas variáveis estão sempre relacionadas ao controle de qualidade do processo que deve se dar em todos os momentos, desde a compra e recebimento do material até o recebimento do serviço executado.

Os problemas mais comumente verificados nos revestimentos cerâmicos de piso são: perda de aderência (descolamento); trincas, gretamento e fissuras; deterioração do rejuntamento e eflorescências,

sendo que as principais causas e conseqüências de cada um serão abordadas a seguir.

3.3.1 Perda de Aderência (descolamento)

A perda de aderência pode ser entendida como um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, devido às tensões surgidas ultrapassarem a capacidade de aderência das ligações.

Com relação aos sintomas, pode-se observar, inicialmente, a repercussão de um som oco em alguns componentes, seguido do descolamento dos mesmos, podendo ocorrer, eventualmente, o descolamento imediato.

As causas do descolamento dos componentes podem ser diversas sendo uma das mais importantes a intensidade com que ocorrem as tensões de compressão no painel de revestimento, devido à acomodação do conjunto da construção, à fluência da estrutura de concreto armado e às variações higrotérmicas e de temperatura. Cabe observar aqui, que o ritmo acelerado de execução do edifício em muito pode contribuir para intensificar as tensões sofridas pelo revestimento de piso, agravando o problema em questão.

Atualmente, o espaço de tempo entre a execução da estrutura e dos revestimentos é muito reduzido, não permitindo que aquela tenha sofrido sua completa acomodação. Assim, ao se processar a acomodação estrutural, tensões de compressão são introduzidas na camada de revestimento, solicitando-as intensamente.

Assim, pode-se citar como possíveis causas do descolamento: o grau de solicitação do revestimento; as características das juntas de assentamento e de movimentação; a ausência de especificação dos serviços de execução; a imperícia ou negligência da mão-de-obra; a utilização do adesivo com prazo de validade vencido; a fixação dos componentes cerâmicos após o vencimento do tempo de abertura da argamassa adesiva e a presença de pulverulência ou de materiais deletérios nas superfícies de contato (base-regularização-componente cerâmico), fatores que nem sempre são observados quando da execução do revestimento.

Ao se identificar o problema, deve-se buscar conhecer as causas que levaram à sua existência, traçando uma estratégia de ação para que se realize o levantamento e a verificação de todas.

Pode-se buscar conhecer, inicialmente, o tipo de ruptura ocorrida, verificando-se o estado do verso dos componentes (tardoz) e o estado do substrato, identificando se a ruptura se deu entre a camada de fixação com o componente, desta com o substrato, ou mesmo do próprio substrato.

Além destas informações deve-se buscar conhecer as condições em que os componentes foram executados, isto é, tentar levantar as características dos materiais e da mão-de-obra empregados, o período de execução do revestimento e ainda, as condições de exposição a que os componentes estiveram sujeitos ao longo da sua vida útil, as características do substrato (resistência mecânica, umidade, etc.), dentre outros.

A partir das informações obtidas busca-se realizar um diagnóstico do problema, sendo que qualquer que seja ele, deverá ser registrado através de documentos devidamente elaborados, obtendo como resultado parte do domínio tecnológico sobre o assunto, além de

promover uma possível retroalimentação das informações obtidas à nível de projeto e de execução de obras, a fim de prevenir ou detectar os principais agentes responsáveis pelos descolamentos, para aplicação em futuros empreendimentos.

Vale observar que o problema do descolamento do componente cerâmico é mais acentuado nos casos em que os mesmos são assentados por argamassa convencional, que apresenta um elevado índice de umidade em sua constituição, além de apresentar elevada espessura uma vez que é a própria argamassa de regularização. Nos casos de emprego da argamassa adesiva, quando o material é de garantida qualidade e respeitou-se o seu tempo de abertura durante a execução, este problema é bastante reduzido pois trabalha-se com um substrato mais seco e uma argamassa de reduzida espessura.

3.3.2 Trincas, Gretamento e Fissuras

Estes fenômenos caracterizam-se por resultarem na perda de integridade da superfície do revestimento cerâmico, podendo até mesmo levar ao seu descolamento do substrato.

A trinca, pode ser entendida como a ruptura do revestimento em função de solicitações de grande intensidade, geralmente causadas por deformação excessiva do subsistema vedação horizontal ou da própria estrutura do edifício, não estando o revestimento preparado para absorvê-las.

O gretamento e o fissuramento, por sua vez, são aberturas liniformes que aparecem na superfície do componente, provenientes da ruptura parcial de sua massa, ou seja, a ruptura que não divide o seu corpo por completo. São caracterizadas por apresentarem, aberturas inferiores a um milímetro e, de modo geral, são decorrentes de deformações de pequena amplitude originada por pequenas variações térmicas ou higroscópicas no revestimento ou mesmo ausência de detalhes construtivos tais como as juntas de movimentação.

As manifestações destes problemas podem surgir de maneira generalizada nos painéis revestidos, ou até mesmo, em um único componente cerâmico, em quaisquer direções.

Os problemas de trincas e fissuras têm sido observados com maior frequência nos primeiros e últimos pavimentos, o que possivelmente, é resultado da falta de especificação de juntas de movimentação e detalhes construtivos adequados para as solicitações sofridas por estes pavimentos. Tais técnicas são mecanismos indispensáveis para manter a integridade do revestimento, sendo amplamente utilizados em países tecnologicamente mais avançados. Neste sentido avalia-se que muito ainda tem para ser estudado, de modo a se buscar condições de produção específicas para os pavimentos mais críticos.

3.3.3 Deterioração do Rejuntamento

Os rejuntas, em geral, não vem sendo considerados como um serviço técnico de importância para o desempenho do conjunto do revestimento. Na realidade, desconhece-se as suas verdadeiras funções, atribuindo-lhes somente aquelas referentes à estética do conjunto. Não se considera que este componente é o principal responsável tanto pela estanqueidade da camada de acabamento como pela possibilidade de absorver as

deformações a que o conjunto estiver sujeito, em função das solicitações de uso. Tal postura, assumida pelo meio técnico, tem sido em grande parte a responsável pelos principais problemas originados pela deterioração deste componente, que pode ocorrer através de dois mecanismos: perda de estanqueidade ou envelhecimento.

A perda de estanqueidade das juntas, tanto entre componentes como de movimentação, muitas vezes, inicia-se logo após sua execução, pois procedimentos inadequados de limpeza, promovem a deterioração de parte de seu material constituinte que, somada aos ataques agressivos do meio ambiente, ou de solicitações devido a movimentos diferenciais, desencadeiam um estado de vulnerabilidade de sua integridade, podendo originar fissuras ou mesmo trincas ocorrendo, assim, o processo de desenvolvimento de um problema patológico como o descolamento e a eflorescência, por exemplo, pela possibilidade de infiltração de água.

Quanto ao desgaste do rejuntamento por envelhecimento, dois tipos de juntas devem ser abordadas: as juntas entre componentes executadas quase que generalizadamente em pasta de cimento e as juntas de movimentação em que preferencialmente devem ser utilizados materiais com maior poder de absorver deformações.

No que se refere as juntas entre componentes, como são à base de cimento apresentam uma excelente durabilidade, desde que bem executadas, caindo seu desempenho somente quando há uma associação de agentes agressivos tais como ataque de fungos e aparecimento de fissuras e etc.

Quanto às juntas de movimentação, no Brasil a prática de sua execução ainda não existe, sendo empregadas apenas em casos muito especiais. Assim, sua avaliação só poderá ser realizada no momento em que as mesmas forem projetadas e executadas com selantes especiais como os à base de poliuretano, de polissulfeto, silicone, etc. Em média, sabe-se que estes materiais, nos países em que são empregados, têm uma vida útil de cinco anos, devendo ser revisadas após este período.

3.3.4 Eflorescência

A eflorescência é um problema patológico que, de maneira geral, afeta a estética dos revestimentos de piso, causando alterações na aparência superficial dos componentes onde se deposita.

O fenômeno pode ser entendido como a formação de um depósito cristalino (sal) numa determinada superfície devido a ação do meio ambiente ou ainda, por ação química. Ela, geralmente, é causada pelo movimento da água através de um material poroso (componente cerâmico ou junta), onde são carregadas substâncias solúveis que serão depositadas sobre sua superfície após a evaporação da água, sendo que no caso dos revestimentos cerâmicos esmaltados é comum a deposição de um líquido viscoso sobre o esmalte do componente, originado da reação dos constituintes do esmalte com os sais solúveis. Este líquido, quando seco, torna-se rígido e de difícil remoção.

Observe-se que de modo geral são necessários, para o aparecimento do fenômeno, ao mesmo tempo, a presença de substâncias solúveis, de água e de um meio de transporte dessa solução para a superfície (porosidade), ou ainda de constituintes específicos na composição do esmalte capazes de reagir com os sais solúveis, originando o líquido viscoso.

Até pouco tempo atrás, o fenômeno da eflorescência, em suas duas formas (sal cristalino ou líquido viscoso), foi um problema de relativa gravidade para os revestimentos cerâmicos de piso, pois como anteriormente abordado, a água é um componente essencial do processo de ocorrência. Assim, revestimentos assentados com argamassa plástica convencional sempre estavam sujeitos a este problema pois apresentavam um meio propício para o desenvolvimento do fenômeno, ou seja, sais solúveis presentes nos constituintes da argamassa, água e porosidade.

Hoje este problema, se não foi totalmente eliminado está, em grande parte minimizado, pois o processo de produção dos componentes cerâmicos tem avançado, resultando em melhor qualidade do esmalte e baixa porosidade. Além disso, o emprego de contrapisos previamente executados e da argamassa adesiva na camada de fixação muito tem contribuído para o desaparecimento do problema, uma vez que a umidade presente é reduzida consideravelmente, se comparado com o processo convencional. Hoje, vem sendo observados, apenas, pequenos problemas de eflorescência no rejuntamento entre os componentes.

O rejuntamento executado com pastas de cimento ou argamassas plásticas ainda apresentam os elementos essenciais para a ocorrência do fenômeno, sendo que este é agravado quando do uso de rejuntas coloridas, pois a eflorescência, por ser branca se destaca no mesmo, agravando o problema estético.

A execução de rejuntas com pastas contendo pouca água ou mesmo com produtos industrializados e devidamente controladas o seu processo de produção buscando-se reduzir a sua porosidade, pode eliminar completamente o problema, observando-se que a simples lavagem da superfície do revestimento, na maioria dos casos, é capaz de removê-la, podendo porém, voltar a surgir, em função das condições ambientais serem ou não propícias. Ao longo do tempo, porém, os sais vão sendo eliminados, tendendo ao desaparecimento do fenômeno.

Diante da reflexão realizada neste capítulo é indispensável que as pesquisas sobre as patologias dos revestimentos cerâmicos para piso sejam direcionadas ao desenvolvimento de ensaios para avaliação de desempenho do conjunto, buscando-se identificar as principais fontes de ocorrências patológicas e as soluções para que as mesmas não mais ocorram ou pelo menos sejam minimizadas.

Para o momento, acredita-se que seja necessário uma revisão nas fases de elaboração de projetos e de especificação dos procedimentos executivos, a fim de serem atingidos níveis tecnológicos compatíveis com a complexidade dos empreendimentos que estão sendo desenvolvidos. E, para que se evolua na tecnologia de produção destes revestimentos faz-se necessário que exista um projeto específico que integre as exigências arquitetônicas com as possibilidades técnicas; um projeto que venha a compatibilizar os materiais a serem empregados com as reais condições de solicitação dos revestimentos. É pois na fase de concepção do projeto que se encontra o caminho para a melhoria de qualidade das construções e a conseqüente diminuição dos problemas patológicos.

NORMALIZAÇÃO NACIONAL RELATIVA AOS COMPONENTES CERÂMICOS PARA REVESTIMENTOS DE PISO, EDITADAS PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (A.B.N.T.).

NBR-6455/80 - Ladrilho cerâmico não esmaltado - Especificação

NBR-6480/86 - Piso cerâmico - determinação da absorção de água - Método de Ensaio

NBR-6481/80 - Ladrilho cerâmico não esmaltado - determinação da resistência ao desgaste por meio de abrasão - Método de Ensaio

NBR-6482/86 - Piso cerâmico - determinação das dimensões - método de Ensaio

NBR-6501/86 - Piso cerâmico - formatos e dimensões - Padronização

NBR-6504/86 - Piso cerâmico - Terminologia

NBR-9445/86 - Piso cerâmico - Classificação

NBR-9446/86 - Piso cerâmico vidrado - determinação da resistência ao ataque químico - Método de Ensaio

NBR-9447/86 - Piso cerâmico - determinação da diferença de comprimento entre os lados opostos e adjacentes - Método de Ensaio

NBR-9448/86 - Piso cerâmico - determinação de curvaturas - Método de Ensaio

NBR-9449/86 - Piso cerâmico - determinação do empeno - Método de Ensaio

NBR-9450/86 - Piso cerâmico vidrado - determinação da resistência ao gretamento - Método de Ensaio

NBR-9451/86 - Piso cerâmico - determinação da tensão de ruptura à flexão - Método de Ensaio

NBR-9453/86 - Piso cerâmico vidrado - Especificação

NBR-9454/86 - Piso cerâmico - determinação da resistência ao impacto - Método de Ensaio

NBR-9455/86 - Piso cerâmico vidrado - determinação da resistência ao desgaste por abrasão - Método de Ensaio

NBR-9456/86 - Piso cerâmico - determinação da estabilidade de cores - Método de Ensaio

4. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS

As pedras foram, sem dúvida, os primeiros materiais utilizados pelo homem nas suas construções e, atualmente, o seu uso tem sido intensificado, ganhando espaço significativo como revestimento vertical e de piso nos edifícios correntes pois, quando adequadamente empregadas, apresentam propriedades e características que respondem à maioria dos requisitos de desempenho exigidos pelos usuários.

Entretanto, apesar das pedras serem um material há muito tempo utilizado em diversas partes do edifício, a tecnologia de produção dos revestimentos de pedras não é totalmente dominada pelo meio técnico. A inexistência de uma tecnologia de produção específica tem contribuído para a ocorrência de sérios problemas patológicos, além de acarretar elevados custos de produção; pois, praticamente, inexistem normas ou procedimentos sistematizados que: orientem a escolha das pedras mais indicadas para os diferentes usos no edifício; definam como executar o revestimento propriamente dito e como proceder o acompanhamento e a avaliação da execução. E, considerando-se as características

intrínsecas das pedras, a normalização nacional é escassa, não realizando uma abordagem sob a ótica da construção civil, existindo, neste caso, apenas normas sobre agregados para concreto.

Assim, considerando-se a realidade em que se encontra a produção do revestimento de pedras para pisos de edifícios e ainda, levando-se em conta o seu elevado custo de produção, busca-se, neste capítulo, sistematizar a tecnologia produtiva deste revestimento, que deve se dar a partir da organização das suas principais características e propriedades bem como da descrição das técnicas de execução mais adequadas, abordando-se, ainda, os principais problemas patológicos que podem decorrer de uma produção realizada de maneira inadequada.

Cabe observar que existe uma variedade muito grande de pedras destinadas ao uso em revestimentos de piso; entretanto, a maioria delas tem uso intenso em áreas externas ao edifício, devendo serem abordadas em trabalhos futuros. Aqui serão tratados apenas os componentes de pedras destinados a revestimentos de piso de áreas internas, sendo que, neste caso, os de maior emprego são os diversos tipos de mármore, granitos e ardósias, que serão objeto dos itens a seguir.

4.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS

O revestimento de pedra será entendido, neste trabalho, como sendo um conjunto de duas camadas, ou seja, a camada responsável pela aderência dos componentes ao substrato e a de acabamento, constituída pelos componentes de pedra, sendo as suas principais características e propriedades abordadas a seguir.

4.1.1 Substrato

Em função do tipo de pedra empregado, o substrato poderá ser constituído pelo contrapiso ou pela própria laje, variando-se, para cada caso, a camada de fixação dos componentes, que poderá ser do tipo argamassa adesiva ou convencional.

A técnica de execução atualmente empregada, executa qualquer tipo de revestimento em pedra diretamente sobre a laje estrutural empregando-se argamassa convencional. Neste método, a regularização da base e a camada de aderência constituem uma única camada, ou seja, a regularização se dá concomitantemente ao assentamento das pedras.

Tal técnica, de maneira análoga ao assentamento convencional de revestimentos cerâmicos, implica, de modo geral, em baixa produtividade, além de poder acarretar em diversos problemas patológicos, sendo o mais comum o descolamento dos componentes. Daí, recomenda-se que este procedimento seja evitado, empregando-se o método racionalizado de execução.

Neste trabalho, o método racionalizado é entendido como aquele que se emprega, sempre que possível, a argamassa adesiva para a camada de fixação, que em geral é aplicada sobre o contrapiso que deve ser executado e controlado segundo as recomendações de Barros [1991].

Eventualmente a argamassa adesiva poderá ser aplicada sobre a própria laje, quando as condições superficiais desta permitir, podendo-se verificar as suas condições superficiais através dos mesmos procedimentos descritos por Barros [1991].

4.1.2 Camada de Aderência

Há uma diferença entre as camadas de aderência a serem empregadas na fixação das pedras objeto deste trabalho. No caso dos mármore e granitos, por se tratarem de componentes de adequada regularidade superficial, recomenda-se a sua fixação ao substrato com o uso de argamassa adesiva. Enquanto, para a ardósia, recomenda-se que a camada de aderência seja executada com argamassa convencional plástica, aplicada diretamente sobre a laje.

Apesar do assentamento da ardósia não poder ser considerado um método racionalizado é o mais indicado para este tipo de pedra, que, além de apresentar a maior porosidade paralela ao seu plano de clivagem, como mostra a figura 4.1.1, apresenta superfície irregular, o que exige uma espessura não



FIGURA 4.1.1 - Sentido da porosidade predominante e planos de clivagem da ardósia.

uniforme da camada de aderência, característica economicamente incompatível com o uso da argamassa adesiva ou de outros adesivos à base de resinas, pois implicaria em um consumo excessivo dos mesmos.

Tal porosidade é inadequada ao assentamento da pedra com argamassa adesiva, pois esta por ser um adesivo de reduzida espessura, não consegue penetrar nos bordos laterais da pedra, promovendo a sua fixação por encunhamento. Por outro lado, a superfície em contato com a argamassa adesiva apresenta baixa porosidade não possibilitando a sua adequada penetração e a conseqüente fixação do componente. A argamassa plástica convencional, por sua vez, em função da espessura com que é aplicada, penetra nas juntas das pedras adjacentes, encunhando-as e portanto promovendo a sua fixação.

Observe-se que não serão abordados neste capítulo os conceitos básicos acerca da camada de assentamento com argamassa plástica convencional, bem como, sua produção (dosagem e fabricação), pois foram tratados por Sabbatini et al. [1989] nos documentos 1.A "Metodologia para controle de qualidade e procedimentos para caracterização dos materiais constituintes das argamassas" e 1.C/E "Diretrizes para a produção e controle de dosagem das argamassas de assentamento e revestimento".

As características da argamassa adesiva, por sua vez, estão tratadas no capítulo 3, no item 3.1.2, não sendo necessária a sua repetição.

4.1.3 Camada de Acabamento

Embora os depósitos rochosos sejam abundantes em quase todas as regiões geográficas, são relativamente poucos os aceitáveis para fins de construção, e em especial para revestimentos. Este fato decorre, principalmente, da dificuldade de acesso; da baixa resistência às intempéries e aos esforços mecânicos; da baixa dureza superficial e da aparência pouco atraente das jazidas.

De modo geral, as jazidas que apresentam características adequadas às condições de utilização para revestimento encontram-se distantes dos centros consumidores, acarretando elevados custos de transporte, que são acrescidos dos custos de laboração ou afeição dos componentes (corte, polimento), geralmente elevados, devido às dificuldades introduzidas pelas características de resistência das pedras de melhor qualidade. Estes fatores somados ao preço que estes componentes atingem no mercado internacional, fazem com que o custo interno dos mesmos seja elevado, característica que impede a utilização generalizada das pedras como revestimento.

De acordo com sua origem geológica, as rochas que são, basicamente, agregados de partículas minerais, são classificadas em três tipos: ígneas ou magmáticas, sedimentares e metamórficas.

As rochas ígneas formam-se pela solidificação de material em estado de fusão, podendo ocorrer a grandes profundidades na crosta terrestre, ou à sua superfície, devido à ação vulcânica principalmente.

Os granitos são exemplos de rochas ígneas, sendo formados, em geral, por um elevado teor de quartzo, feldspato (ortoclásio) e menores quantidades de mica. O alto teor de quartzo caracteriza o granito como uma pedra de elevada dureza, resultando numa alta resistência ao desgaste. Por outro lado esta característica leva a um maior desgaste de equipamentos e fer-

ramentas de corte utilizadas para o seu afeição⁽¹⁾.

As rochas sedimentares formam-se a partir de material originado da decomposição ou desagregação de qualquer tipo de rocha e através de seu transporte e deposição ou precipitação em diferentes ambientes da crosta terrestre. Um exemplo de rocha sedimentar é o arenito, sendo que esta rocha não é de uso comum em revestimentos internos, não sendo aqui abordada.

As rochas metamórficas, são rochas formadas pela transformação de rochas ígneas ou sedimentares pelo efeito de altas pressões e altas temperaturas, devido a modificações nas condições geológicas no interior da crosta terrestre. Estas novas condições transformam um mineral em outro, e modificam a textura e a estrutura das rochas pré-existentes. Estas modificações ocorrem sempre no estado sólido, sendo que a este processo de transformação dá-se o nome de metamorfismo.

As principais formações metamórficas utilizadas como revestimento de piso são o mármore e a ardósia, que apresentam grau de metamorfismo diferenciado.

A ardósia provém de rochas de natureza xistosa formando-se a partir de xistos argilosos⁽²⁾, enquanto o mármore de rochas calcárias (cálcio) e dolomíticas (magnésio). Todos os tipos de rochas sedimentares tendem a se mostrarem menos resistentes que as rochas ígneas, apresentando, em geral, juntas e camadas estratificadas, que tornam essas rochas de fácil afeição.

A camada de acabamento, propriamente dita, será constituída pelos componentes de pedra, mais as juntas entre componentes, sendo que as pedras mais utilizadas para o revestimento - mármore, granito e ardósia - poderão apresentar dimensões variáveis conforme o projeto, recomendando-se que estas não sejam superiores a 40 x 60 cm, pois isto acarretaria num peso excessivo, tornando difícil o manuseio e transporte das mesmas. A espessura, por sua vez, varia de 10 a 20 mm, conforme as dimensões, as características específicas das pedras e as condições de utilização.

Quando as faces são serradas (trabalhadas), as pedras são chamadas de aparelhadas e quando não, de brutas ou naturais. Os mármore, granitos e ardósias podem ser usados na forma natural ou aparelhada, podendo receber um tratamento superficial, que pode ser: polimento, lustro, apicoamento ou levigamento, caracterizados a seguir:

- **levigamento**: consiste no desbastamento por abrasivos de granulometria grosseira deixando a pedra plana, porém ainda áspera.

- **polimento**: é obtido por processos abrasivos sucessivos, até que todos os poros sejam fechados retirando a aspereza da pedra, deixando-a perfeitamente lisa, mas sem brilho. Em seguida, os componentes poderão ser lustrados ou não.

- **lustrado**: nesse caso, cada tipo de pedra exige um tratamento diferenciado. O granito é lustrado utili-

(1) O afeição pode ser entendido como a atividade que proporciona às pedras as formas, dimensões e características superficiais necessárias às condições de utilização.

(2) Xistos argilosos são minerais lamelares (silicatos de alumínio hidratados), visíveis a olho nu e dispostos com a mesma orientação em função da pressão dirigida sob a qual são eles formados, conferindo à rocha um aspecto folhado.

zando-se feltro com potéia (chumbo e óxido de estanho). O mármore não admite polimento com potéia, pois esta é muito abrasiva e causa um grande desgaste. Para substituí-la é usado sal de azedas (ácido oxálico).

- **apicoamento**: proporciona rugosidade à pedra tornando-a antiderrapante, podendo ser feito manualmente através de picão apropriado a cada tipo de pedra ou mecanicamente;
- **flameamento ou flamagem**: é aplicado somente ao granito. Esse método queima a pedra através de um equipamento chamado flameador ou com o próprio bico de um maçarico, para que alguns cristais se desprendam, dando um efeito áspero.

As operações de levigamento, polimento e lustro são feitas em politrizes. Sendo que do levigamento ao lustro os abrasivos utilizados, se apresentam na forma de rebolos, com granulometria que variam de grossa (grã 24/30) até mais fina (grã 1.000).

A escolha da pedra, de modo geral, depende principalmente das condições de utilização que devem ser compatíveis com as características daquelas. Como são produtos naturais, suas características físicas, mecânicas e estéticas podem variar segundo a localização e profundidade de ocorrência da pedreira. Agrega-se a estes fatores o econômico, que estará relacionado às características da jazida, ao modo de exploração, ao beneficiamento e às regras de mercado.

Assim, para que as pedras possam ser utilizadas como revestimento de piso faz-se necessário que apresentem uma série de propriedades, sendo as mais significativas abordadas a seguir.

4.1.3.1 Características e propriedades dos componentes de pedras

No caso dos revestimentos de piso, tanto na fase de preparo do componente como de execução e de uso do revestimento, a resistência a esforços mecânicos e a dureza superficial da pedra são propriedades relevantes para o seu adequado desempenho, pois estas podem facilitar ou dificultar o trabalho (preparo, labor) do componente, interferindo no seu custo final, bem como afetar diretamente o comportamento do componente quando aplicado. Além destas características a cor e a textura da pedra devem ser consideradas para uma avaliação do aspecto estético sendo que esta última interfere ainda quanto à segurança de utilização do revestimento, pois quando não recebem um tratamento superficial que lhes deixe com textura rugosa, tornam-se escorregadias podendo vir a provocar quedas.

Apesar do fator estético (coloração, granulometria e textura) ser, na maioria das vezes, determinante na escolha da pedra para fins de revestimento, esta propriedade não é suficiente para garantir um bom desempenho da mesma quando em serviço. Ou seja, além de atender às características estéticas a pedra deve apresentar propriedades físicas e mecânicas compatíveis com o uso pretendido, pois estas, somadas às condições de execução do revestimento, irão conferir ao mesmo as características necessárias ao seu adequado desempenho, sendo as mais relevantes: estabilidade dimensional; resistência à ação de agentes químicos, ao desgaste por abrasão superficial, ao impacto, e a objetos pontiagudos (indentação); estanqueidade à água; não inflamabilidade; imputrescíveis e resistentes à luz solar; superfície que facilite a higienização; fácil manutenção e elevada durabilidade.

Estas propriedades são comparadas com as dos demais revestimentos de piso no anexo "A", ao final deste documento.

Para que o revestimento adequadamente executado apresente as características anteriormente mencionadas, faz-se necessário que as pedras nele utilizadas possuam determinadas propriedades físicas e mecânicas compatíveis com as condições de uso, sendo as principais: resistência mecânica e de aderência; porosidade; fratura; homogeneidade; estética e durabilidade, abordadas a seguir:

- a) **Resistência mecânica**: está relacionada a resistência que as rochas apresentam aos esforços de compressão; tração; abrasão; impacto; puncionamento e flexão.

Nas rochas a resistência mecânica é influenciada pela origem, quantidade e dimensões dos minerais que as constituem bem como pela sua porosidade. Uma rocha cuja composição seja predominantemente quartzosa, como o granito por exemplo, apresenta resistência mecânica mais elevada que uma predominantemente calcária como é o caso do mármore.

Quando comparadas duas ou mais rochas de mesma origem, quanto menor as dimensões das partículas maior a resistência mecânica, ou seja, as pedras em igualdade das demais condições, quando de granulometria fina são mais resistentes que as de granulometria grossa.

A porosidade, por sua vez, influencia à resistência mecânica na razão inversa de sua quantidade, ou seja, quanto maior a porosidade total da pedra menor a sua resistência, pois as pedras porosas podem ser facilmente esmagadas e além disso seus poros poderão ser preenchidos por líquidos ou gases que tendem a deteriorá-la.

No revestimento de piso a resistência à abrasão, ao impacto e ao puncionamento são as propriedades mais relevantes e estão diretamente relacionadas à dureza da pedra.

A dureza é uma indicação da resistência da rocha, que depende, além do tamanho das partículas, das imperfeições estruturais, tais como fissuras, inclusões⁽³⁾ e mesmo partículas frágeis.

A dureza de um mineral pode ser conhecida, mas a dureza de uma rocha é de difícil determinação pois, em geral, é constituída de diversos minerais que podem apresentar dureza distinta.

No caso de pedras disponíveis no mercado, é comum definir-se a sua dureza proporcionalmente ao seu teor de sílica, que por sua vez, interfere na trabalhabilidade da pedra, afetando o seu custo. Uma pedra com elevado teor de sílica apresenta elevada dureza, sendo pois de difícil trabalhabilidade, incorrendo num elevado custo.

Em compensação, a elevada dureza proporciona maior resistência mecânica, e portanto, maior durabilidade.

Praticamente avalia-se a dureza pela maior ou menor facilidade com que a pedra pode ser serrada, podendo-se classificá-las em:

(3) As inclusões referem-se a cristais microscópicos ou substâncias vítreas, líquidas ou gasosas que se acham disseminadas nas pedras.

- brandas: serradas facilmente pela serra de dentes. Ex.: tufo vulcânico.
- semiduras: dificilmente serradas pela serra de dentes e facilmente pela serra lisa com areia ou esmeril. Ex.: calcários compactos.
- duras: só serradas pela serra lisa. Ex.: mármore.
- duríssimas: dificilmente serradas pela serra lisa, facilmente com diamante ou carborundum. Ex.: granito.

b) **Aderência:** é a aptidão da pedra em se ligar à argamassa e conseqüentemente ao substrato, sendo influenciada pela fratura e pela porosidade. Os componentes de mármore e de granito possuem comportamento semelhante quanto à porosidade, pois os tipos de poros na superfície de contato com a camada de aderência é mais propício à penetração da pasta e em conseqüência possibilitam melhor fixação (quando comparados com a ardósia). Na ardósia a porosidade predominante está na direção paralela à superfície de contato com aquela camada dificultando a penetração da pasta, podendo vir a apresentar menor resistência de aderência quando comparada às demais.

c) **Porosidade:** as pedras usualmente empregadas como revestimento de piso, comparadas aos componentes cerâmicos possuem baixa porosidade que geralmente não ultrapassa 1,5 %. Esta propriedade, porém, não garante que a pedra seja impermeável ou que apresente baixa absorção, pois estes fatores dependem além da quantidade total de poros, da sua distribuição e dimensões.

d) **Fraturas:** referem-se à forma e ao aspecto da superfície de fragmentação da pedra e está intimamente relacionada à textura da pedra. A fratura interfere na facilidade ou dificuldade de extração, corte, polimento e aderência a aglomerantes. Os principais tipos de fraturas são: plana (material fácil de ser cortado em blocos de faces planas), conchoidal (faces curvas, difícil de ser cortada), lisa ou uniforme (não apresenta aspereza, fácil polimento), áspera (boa aderência), escamosa (dificuldade de corte, fácil de lascas), angulosa (superfície de separação mais ou menos resistente, segundo as quais ela tende a dividir-se por ocasião do corte, devendo-se buscar cortá-la em outras direções).

e) **Homogeneidade:** a pedra é dita homogênea quando apresenta as mesmas propriedades em amostras diversas. Essa propriedade determinada, na prática, pela percussão da pedra com um martelo, auxilia na determinação da qualidade da mesma, pois, em geral, a desuniformidade poderá indicar má qualidade. A pedra sem defeitos dá som claro e a defeituosa, um som surdo. Ao choque do martelo, a pedra homogênea se quebra em pedaços, e não em grãos como a não homogênea. Esta propriedade permitirá a obtenção de peças com formatos adequados tais como blocos, lajotas, guias, etc.

f) **Estética:** é a aparência da pedra para fins de revestimento ou acabamento, devendo-se considerar a sua cor, textura, desenhos, tamanho dos grãos, homogeneidade, brilho, etc..

A cor da pedra, de modo geral, é determinada pela cor dos seus minerais predominantes. Deve-se, porém, levar em conta a possibilidade da presença de determinados constituintes mineralógicos que, por sua alteração, venham a modificar a coloração original. Esta característica não serve para identifi-

cação mineralógica, em vista de sua variabilidade.

A durabilidade da cor é essencial para o uso em revestimentos, sendo que o polimento da pedra influi favoravelmente na resistência da cor à ação do tempo, bem como acentua-as realçando a beleza dos componentes.

A cor tem importância fundamental como elemento decorativo nos revestimentos exercendo significativa influência no seu custo.

A textura está relacionada ao detalhe da distribuição dos elementos mineralógicos, dependendo do grau de cristalização; das dimensões e forma de seus constituintes; das relações e misturas dos cristais e da matéria vítrea presentes. Por exemplo, alguns mármore como o de Carrara, poderão apresentar textura sacaróide, isto é, que lembra o aspecto do açúcar; alguns granitos poderão apresentar textura granitóide, isto é, quando todos os elementos cristalizados são do mesmo tamanho relativo; porfiróide, isto é, quando há cristais maiores do que outros ou ainda traquitóide, quando os cristais são distribuídos, muitas vezes microscopicamente, numa pasta compacta. A ardósia, por sua vez, apresenta em geral textura lepdoblástica, isto é, na forma de escamas.

g) **Durabilidade:** a durabilidade de uma pedra, do ponto de vista da indústria da construção, pode ser considerada aproximadamente proporcional ao seu teor de sílica, mas existem também outros fatores a considerar, como a porosidade, a compacidade e a permeabilidade. A durabilidade somente será obtida quando as demais propriedades descritas construírem um conjunto uníssono, ou seja as solicitações deverão estar compatíveis com as propriedades da pedra escolhida.

Estas propriedades, desejáveis para que as pedras possam ser empregadas como revestimento apresentando adequado desempenho, nem sempre são satisfeitas na sua totalidade, pois são muito variáveis, mesmo considerando-se rochas de mesma origem (por exemplo os vários tipos de mármore). Deve-se pois, para cada tipo de pedra realizar uma avaliação ainda que apenas qualitativa, verificando-se o seu potencial de uso em função de suas específicas características.

A seguir serão descritas as características e propriedades específicas das rochas mais importantes e mais utilizadas como revestimento de pisos.

Os mármore, apresentam-se na cor branca quando possuem apenas cálcio e magnésio na sua constituição. Quando contiverem impurezas tais como argilas e matéria orgânica, poderão apresentar coloração variada tais como cinza, preta, rosada, amarelada e esverdeada, além de diversos desenhos em sua superfície, sendo que os tipos comumente utilizados são os de coloração branca, principalmente em decorrência do seu reduzido custo.

A sua fácil trabalhabilidade e a diversidade estética são os principais fatores para sua larga utilização em revestimento. Entretanto, como revestimento de pisos especificamente apresenta algumas limitações de uso devido a sua baixa resistência à abrasão e aos produtos químicos, quando comparado com o granito e até mesmo com alguns componentes cerâmicos.

Apesar dessas deficiências como revestimento de pisos para as áreas internas dos edifícios em estudo, eles são bem aceitos, apresentando apenas algumas limitações nas áreas inundáveis, tais como boxes de banheiros e

sacadas, pois se polidos e lustrados, quando molhados tornam-se escorregadios. Recomendando-se nestes casos um tratamento superficial que lhes proporcione maior rugosidade.

Há uma grande variedade de mármore que se diferenciam pela sua cor, textura, características externas e mineralogia. Considerando-se os tipos comercialmente conhecidos, existem denominações diversas que variam de uma região para outra ou até mesmo no próprio local de origem.

O granito, por sua vez, é uma excelente pedra de construção. Sua resistência mecânica e durabilidade são as mais elevadas comparando-se os diversos componentes utilizados como revestimento de piso. Entretanto a elevada dureza dificulta o trabalho da pedra elevando seu custo. Em função desta característica é vantajoso afeiçoar a pedra próximo ao local de extração, porque a água ainda presente em seus interstícios e vazios, facilita muito a ação das ferramentas.

São muitas as variedades dos granitos que se diferenciam na textura (grossa, média ou fina), na coloração (avermelhada, rosada, amarelada, cinza) e na mineralogia. Em geral, apresentam estrutura pouco porosa conferindo-lhe características de componente impermeável.

E finalmente, a ardósia, que é uma rocha facilmente subdividida em lâminas finas. Apresenta-se geralmente na cor cinzenta escura, podendo ter tonalidades esverdeadas, avermelhadas, amareladas, violáceas, azuladas e quase negras. Possuem planos de fraqueza (clivagem ardósiana) pelas quais são facilmente deslocáveis. Tem baixa dureza e a resistência mecânica é influenciada também, pela direção da aplicação dos esforços em relação a sua estrutura. Em relação ao mármore e ao granito, a ardósia é mais suscetível ao desgaste, porém por serem facilmente trabalháveis e de baixo custo, são bastante utilizadas em revestimentos de pisos na forma de lajotas naturais ou polidas ou cacos irregulares com superfície não uniforme (natural).

Com relação ao ataque por produtos químicos a ardósia é praticamente inerte. Essa pedra apresenta elevada resistência à flexão quando comparada com a maioria das pedras naturais, além de poder ser considerada impermeável.

4.1.3.2 Características e Propriedades das Juntas

As juntas normalmente executadas nos revestimento de pedras são originadas pelo seu caráter modular, pois seja qual for o processo de produção empregado no revestimento, sempre existirão juntas entre as peças e além destas, em função das características da estrutura do edifício e das dimensões do ambiente a ser revestido, pode ser necessário, ainda, a realização de juntas estruturais e construtivas ou de movimentação, sendo estas últimas projetadas para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da laje ou do próprio revestimento, para que se permita o adequado desempenho da camada de acabamento.

4.1.3.2.1 Juntas entre componentes

As juntas entre os componentes ou também chamadas juntas de assentamento são originadas no processo de fixação dos componentes de pedra, sendo que é necessário que os componentes estejam afastados entre si, de uma distância mínima exigida pelas

características intrínsecas do material, para o adequado desempenho do conjunto. Em função da estética exigida para o revestimento de piso, as juntas devem ser, preferencialmente, regulares, isto é, apresentarem sempre as mesmas dimensões.

A disposição ou aparelho adotados para os componentes de pedras determinam o tipo de junta, sendo possível diversos arranjos tais como em diagonal, alinhadas, em amarração, uma combinação entre eles ou ainda outras. As possibilidades de aparelho das juntas entre componentes são análogos aos apresentados para o revestimento cerâmico tratado no capítulo 3 no item 3.1.3.2, sendo que diferentes disposições poderão ocorrer em função das características específicas dos componentes apresentados em projeto, tais como as apresentadas na figura 4.1.2 que tratam de arranjos típicos para ardósia quando esta não se apresenta na forma de componentes regulares.

Das disposições apresentadas, atualmente as juntas alinhadas são as mais utilizadas, nos casos de componentes de mesmas dimensões, principalmente porque resultam em elevada produtividade da mão-de-obra e menores desperdícios de materiais. Entretanto, os demais tipos apresentam significativo emprego, em função de estilos arquitetônicos hoje utilizados, sendo que as juntas em diagonal não são correntemente utilizadas principalmente pelo maior custo de produção quando comparado com as demais, pois implica em reduzida produtividade da mão-de-obra, além de um maior consumo de material em função do elevado número de cortes necessários. Quando os componentes apresentam distintas dimensões, porém moduladas, a combinação entre os mesmos, formando diferentes arranjos tem largo uso no assentamento de mármore e granitos.

Os espaços deixados entre os componentes de pedras, ou seja, as juntas, têm várias funções, dentre as quais se destacam:

- dar ao conjunto um relativo poder de acomodação às movimentações oriundas das deformações estruturais (principalmente da laje), das variações térmicas e higroscópicas sofridas pelo substrato ou pela própria camada de fixação;
- proporcionar alinhamento perfeito entre os componentes; e
- proporcionar acabamento estético que realce a beleza do componente individualmente, principalmente quando do uso de diversas tonalidades ou cores de pedras.

Mesmo assim, tem-se observado que é possível executar revestimento de pedra em cômodos internos das edificações correntes, sem juntas entre componentes, isto é, juntas rígidas ou secas sem que provoquem o aparecimento de significativos problemas patológicos.

4.1.3.2.2 Juntas construtivas

O princípio de funcionamento desta junta, como abordado no capítulo 3, item 3.1.3.2.2, é criar, no revestimento, uma região mais fraca, de modo a permitir a migração das tensões ocorridas no painel, mantendo a sua integridade. Assim, deverá ter capacidade de dissipar ou absorver as tensões sem comprometer o desempenho do revestimento, isto é, não poderá apresentar fissuras que comprometam a sua estanqueidade, desprender das bordas, ou mesmo soltar-se do substrato. Para isto, nestas juntas, devem



FIGURA 4.1.2 - Exemplos de disposições de juntas entre componentes de ardósia para execução de revestimentos de piso.

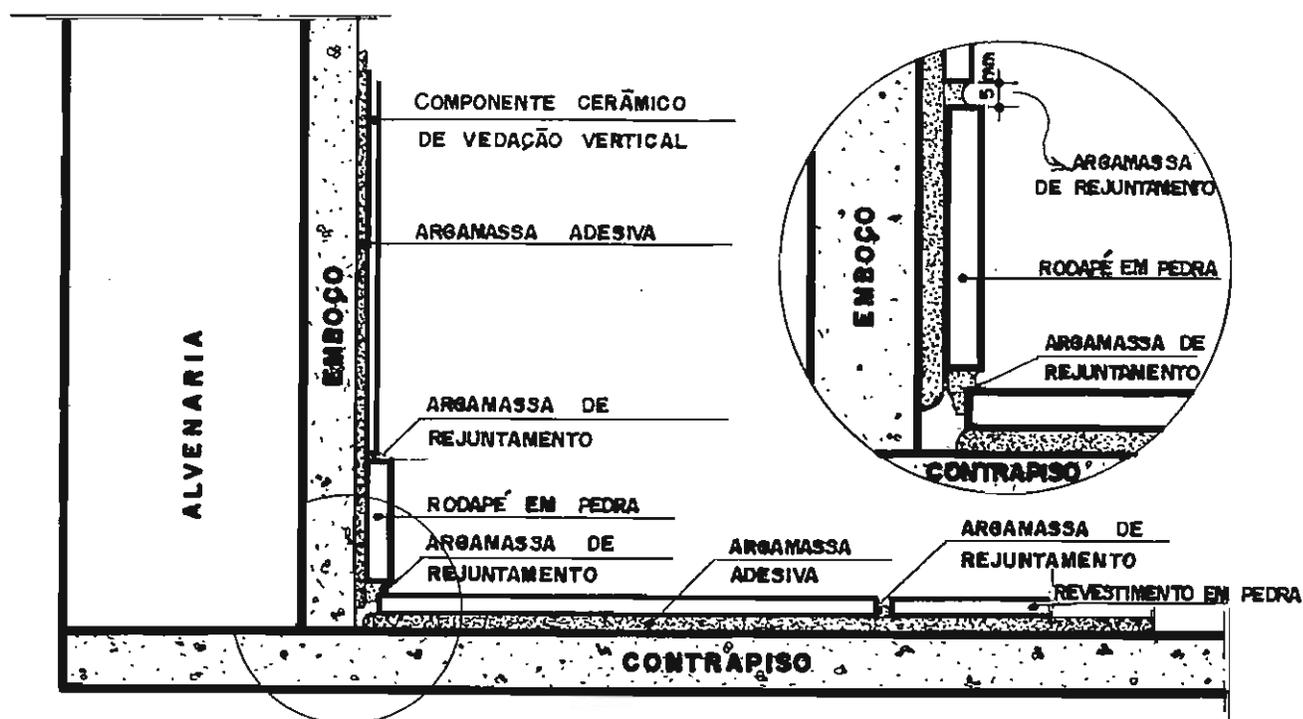


FIGURA 4.1.3 - Representação da junta construtiva o encontro com a vedação vertical.

ser empregados materiais de baixo módulo de deformação de modo a terem capacidade de absorver as tensões das juntas sem fissurarem.

No caso específico do revestimento de pedras para pisos de áreas internas nos edifícios correntes, normalmente, a execução deste tipo de juntas é omitida ou restringe-se ao encontro do piso com a parede. Um possível detalhe para esta junta é representado na figura 4.1.3, pois, nos revestimentos internos, as tensões surgidas são facilmente dissipadas nas juntas entre componentes,

uma vez que, o nível de solicitações é pequeno pois, são áreas protegidas e as dimensões dos ambientes, normalmente são reduzidas.

Quando os componentes de pedra são aplicados com juntas à seco, a junta construtiva ao redor de todo o ambiente assume importante papel no desempenho do revestimento, pois ela será a responsável por absorver ou dissipar as possíveis tensões originadas no conjunto.

4.1.3.2.3 Juntas estruturais

As juntas estruturais, como abordado no capítulo 3, item 3.1.3.2.3, geralmente de dilatação da estrutura, são aquelas determinadas pelo dimensionamento da estrutura do edifício. Quando estas juntas estão inseridas na vedação, devem atravessar o revestimento, devendo ser adequadamente tratadas para que não haja problema de infiltração de água, ar ou gases. A especificação deste tipo de junta tem origem na elaboração do projeto estrutural, não sendo objeto deste trabalho.

4.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PEDRAS

Neste item buscar-se-á definir os principais procedimentos necessários à execução do revestimento de pedras, procurando fornecer parâmetros para que os mesmos possam ser devidamente projetados e as atividades de execução controladas, resultando um produto de qualidade com economia de material e mão-de-obra.

4.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção

Para que não haja desperdício de materiais e mão-de-obra e o resultado da produção dos revestimentos de pedras resulte em um produto de garantida qualidade, são necessários alguns cuidados que antecedem a produção, estando relacionados à compra e estocagem do material e às ferramentas e equipamentos a serem empregados na realização das atividades.

A verificação destes parâmetros deverá estar inserida numa ampla metodologia de controle de qualidade de compra e recebimento de componentes para revestimento, fundamentada nas especificações de projeto.

Hoje, tal metodologia não está sistematizada para os diversos materiais disponíveis no mercado, devendo ser desenvolvida em trabalhos futuros. Assim, recomenda-se que na obra seja feito um controle visual qualitativo, buscando-se identificar inicialmente irregularidades visíveis, tais como, variações significativas na tonalidade, falhas superficiais (trincas, fissuras, etc), variações dimensionais e de esquadro, etc. que poderá ser realizado através de uma amostragem do lote recebido.

4.2.1.1 Compra dos materiais

As pedras deverão ser adquiridas de fornecedores especializados. A compra em pequena ou em grande quantidades geralmente pode ser feita através das marmorarias, onde a pedra, na sua forma bruta (ardósia) ou serrada, é trabalhada resultando no componente de revestimento, ou em casas especializadas em materiais de construção que comercializam o componente embalados em caixas em tamanhos padronizados, sendo as dimensões usuais 40 x 40 cm, 30 x 30 cm, 20 x 40 cm, 60 x 30 cm e 15 x 30 cm.

Em função da área a ser revestida, do tipo de pedra e do dimensionamento das mesmas, parâmetros definidos e determinados no projeto construtivo, é que se faz o pedido da quantidade em m². Os componentes são

fornecidos com as dimensões determinadas, isto é, as pedras são cortadas no tamanho que serão assentadas. Os cortes principais são feitos na marmoraria, com equipamentos especiais, sendo que na obra são feitos apenas alguns cortes para arremates, tais como junto aos ralos, aparelhos hidro-sanitários ou ajustes dimensionais em função das condições reais de execução de cada ambiente.

O controle da qualidade dos componentes deverá ser feito em obra no ato do recebimento, verificando-se principalmente o esquadro, o acabamento superficial, a espessura e as demais dimensões dos mesmos. Esse controle é de grande importância, pois um bom assentamento, por exemplo, vai depender do formato da pedra; do alinhamento das juntas; do nivelamento entre um e outro componente e da espessura, que poderá provocar desníveis entre os componentes, quando apresentarem-se diferenciadas.

A compra da argamassa adesiva e dos materiais constituintes da argamassa convencional também deverá ser feita tecnicamente, podendo-se adotar, para a primeira, as recomendações dadas no capítulo 3, no item 3.2.1.1 e para a segunda, as contidas no documento 1.A, anteriormente citado.

4.2.1.2 Estocagem

Recomenda-se que as pedras, estocadas na obra, fiquem sobre estrados de madeira, na posição vertical, apoiadas entre si, para que não tombem ou empilhadas, sendo que neste caso deve-se observar que sejam empilhados componentes de mesmo tamanho e totalmente planos, pois quando possuírem pequeno empenamento poderá ocorrer a quebra dos mesmos. Deve-se ainda: protegê-las do contato com o solo, pois poderá haver a fixação de resíduos, prejudicando a sua aderência e cobri-las com lona plástica protegendo-as do contato com materiais que poderão provocar alterações no seu aspecto, tais como tintas, óleos, ferros oxidados entre outros.

No caso de componentes em balados em caixas deve-se seguir os mesmos procedimentos propostos para os componentes cerâmicos.

Recomenda-se os cuidados anteriormente descritos, para se evitar o surgimento de problemas patológicos, como manchamento da superfície da pedra por contato com outros materiais que poderão fixar-se nas mesmas sendo impossível a sua remoção.

Mesmo tratando-se de um material consideravelmente duro deve-se ter o cuidado quanto a queda de objetos que possam provocar fissuras ou lascamento e até mesmo quebrá-las, pois isto prejudicaria a sua estética não mais podendo serem utilizadas no assentamento. Neste caso, as pedras danificadas devem ser substituídas e eventualmente aproveitadas para arremates.

Além dos cuidados anteriores, recomenda-se que as mesmas sejam devidamente numeradas ou marcadas quando tiverem posições pré-determinadas, especificadas de acordo com o projeto construtivo, de tal forma que não haja troca de posição dos componentes no momento do assentamento, pois as mesmas vêm precisamente cortadas, da marmoraria, segundo as especificações do projeto.

O transporte interno, à obra, deverá ser feito com cuidado. Quando os componentes forem de grandes dimensões, deverão ser transportados por várias pessoas ou preferencialmente por equipamentos adequados. O transporte horizontal, em geral, pode ser feito pelos

operários quando o peso for compatível ou por carinhos de mão, sendo que neste caso, deve-se observar o correto posicionamento (componente na vertical) para que não ocorra a quebra dos componentes por peso excessivos ou quedas. No transporte vertical, geralmente realizado por elevadores de obra, deverão ser observados os mesmos cuidados.

4.2.1.3 Equipamentos e ferramentas

Para que as atividades de execução ocorram da maneira mais adequada possível, recomenda-se o emprego de equipamentos e ferramentas próprios à cada atividade, devendo os mesmos estarem em perfeitas condições de manuseio e operação. A seguir, apresenta-se uma listagem dos principais equipamentos e ferramentas empregados para a execução dos revestimentos de pedras:

- desempenadeira de aço lisa e dentada, com o cabo fechado de ambos os lados, com dimensões dos dentes de 6,0 cm x 6,0 cm, afastados um do outro de 6,0 cm;
- metro metálico articulado;
- régua metálica;
- esquadro metálico;
- linha de pedreiro;
- martelo;
- colher de pedreiro 9";
- vassoura de piaçava;
- mangueira de nível;
- aparelho de nível;
- lápis de pedreiro;
- caixote para o preparo da argamassa adesiva, com dimensões de: profundidade - 0,18 m, largura - 0,55 m e comprimento - 0,6 m; sobre pés de 0,70 m de altura;
- cortadeira manual ("makita"), para pequenos cortes nas pedras;
- esmerilhadora, para o lixamento dos componentes na região onde forem feitos cortes;
- riscador de vídia para marcar o local onde deverá ser feito corte das pedras.

4.2.2 Condições para Início de Trabalho

As atividades de execução do revestimento de pedras para piso devem ter início com a verificação das condições locais, isto é, devem ser verificadas a ortogonalidade entre as vedações verticais, a planeza e as condições superficiais do substrato, bem como se todas as demais atividades que antecedem a execução do revestimento de piso estão terminadas, tais como arremates de portas, janelas, tetos, instalações em geral e os revestimentos de parede. Na realidade, estas atividades devem estar inseridas na metodologia de controle de recebimento dos serviços de execução da vedação vertical e do contrapiso, entretanto, enquanto tal metodologia não for, efetivamente, implantada em obra, estas atividades deverão ser realizadas precedendo os serviços de execução dos revestimentos a fim de que

não seja comprometida a sua qualidade.

4.2.2.1 Ortogonalidade das vedações verticais

A ortogonalidade das vedações verticais é importante pois se tratam de revestimentos modulares. Um pequeno desvio de alinhamento das paredes pode levar à existência das denominadas "facas", ou triangularização dos componentes, deixando à vista, o problema de execução.

A ortogonalidade entre as paredes pode ser verificada com o auxílio de um esquadro metálico, sendo que a identificação de problemas de alinhamento da parede deve levar a uma avaliação sobre as possíveis conseqüências da presença das "facas" nos ambientes, podendo-se adotar uma postura de se aceitar a colocação dos componentes apesar da sua existência ou solicitar a correção das vedações.

Nos casos em que as facas forem aceitáveis deve-se buscar camuflá-las nos locais menos visíveis, tais como atrás das portas ou de aparelhos hidro-sanitários observando-se ainda que as mesmas são mais evidenciadas quando do uso de pedras com coloração clara, e poderão ser disfarçadas quando do uso de pedras mais escuras, pois as juntas entre componentes não ficam tão evidentes.

4.2.2.2 Verificação das condições do substrato

O substrato quando se tratar de contrapiso deverá ter sido executado segundo as recomendações de Barros [1991], recebendo acabamento superficial desempenado com desempenadeira de madeira.

A planeza e regularidade superficial do contrapiso é fundamental, quando do uso de argamassa adesiva, pois esta é de pequena espessura, não admitindo correções de planeza e irregularidades. A verificação destes parâmetros deverá ser realizada segundo as recomendações de Barros [1991], devendo-se adotar as tolerâncias ali indicadas.

Para a aplicação da argamassa adesiva, o contrapiso deverá estar isento de pó, gorduras ou qualquer resíduo que possa prejudicar a aderência dos componentes.

Após a realização de todas as verificações, uma vez constatadas adequadas condições de início de trabalho, a execução deverá proceder-se normalmente conforme as recomendações descritas adiante.

Quando o substrato for a própria laje, as condições superficiais necessárias variam conforme o mesmo venha a receber argamassa adesiva ou argamassa convencional. No primeiro caso as condições devem ser semelhantes às do contrapiso, sendo que no segundo caso a laje poderá apresentar pequenas irregularidades superficiais e textura rugosa, como por exemplo, quando do uso de uma camada de vermiculita empregada como isolante térmico.

4.2.3 Execução da Camada de Aderência

Após a verificação das condições do substrato e ortogonalidade das paredes como recomendado no item 4.2.2, tem início a aplicação da argamassa, que constituirá a camada de assentamento ou de fixação. Para isto a argamassa deverá ser devidamente preparada, e em seguida espalhada sobre o substrato, sendo

a partir daí, aplicados os componentes de pedra e executadas as juntas.

Para o mármore e o granito a camada de aderência é constituída pela argamassa adesiva, enquanto para a ardósia, pela argamassa convencional. Os procedimentos para aplicação de um e outro tipo são diferenciados sendo abordados a seguir.

4.2.3.1 Argamassa adesiva

Como anteriormente salientado, somente após a verificação das condições do substrato e da ortogonalidade das vedações é que poderá ter início a execução da camada de fixação, com o preparo e espalhamento da argamassa adesiva, sendo estes procedimentos análogos aos descritos no capítulo 3, no item 3.2.3.

4.2.3.2 Argamassa convencional

Esta camada faz parte da execução do revestimento com ardósia, sendo a sua execução descrita a seguir.

Recomenda-se a utilização de argamassa com traço 1:1:5 (cim:cal:areia), em volume, e água o suficiente para que a mesma se torne plástica, observando-se a quantidade de água depende da umidade da areia.

Para o espalhamento da argamassa o substrato deverá estar devidamente preparado, ou seja, as taliscas, que darão o nivelamento do piso, deverão ser executadas em todo o contorno do compartimento e em pontos de encontro de paredes (cantos), seguindo as recomendações de Barros [1991]. As mesmas poderão ser executadas com madeira ou cerâmica preferencialmente. Observando-se neste caso que a argamassa utilizada pode ser do tipo semi-seca como a empregada para a execução do contrapiso ou do tipo plástica com a mesma dosagem utilizada para a argamassa de assentamento. Sendo que o controle de execução deverá seguir as recomendações de Barros [1991].

Após terem sido realizadas todas as verificações e obtido o nível desejado, deve-se estender um fio de náilon de uma extremidade a outra de duas taliscas, para marcar a altura exata que deverá ficar o piso acabado, dando início à execução do revestimento propriamente dito.

O substrato deverá estar isento de qualquer resíduo que possa prejudicar a aderência da argamassa de assentamento, recomenda-se que se varra com uma vassoura de piaçava, limpando adequadamente a superfície, após o que deverá ser aspergido água o suficiente para umedecer a superfície do substrato para não absorver excessivamente a água da argamassa. Em seguida deve-se espalhar a argamassa em uma camada com espessura aproximadamente 3 cm. Quando da existência de desníveis entre ambientes recomenda-se que os mesmos sejam previamente realizados, empregando-se uma camada de enchimento, analogamente à camada de contrapiso a fim de que a camada de aderência não seja aplicada em espessura excessiva.

4.2.4 Execução da Camada de Acabamento

A camada de acabamento, tratada neste documento, será constituída dos componentes de pedra e das juntas entre os mesmos e construtivas, sendo os procedimentos para a sua realização descritos a seguir.

A disposição das pedras (mármore, granito ou ardósia) no assentamento deverá seguir as determinações de projeto, devendo-se iniciar a execução do revestimento a partir da extremidade oposta à entrada do compartimento evitando-se desta forma obstruir a passagem para os materiais no momento da execução. Este procedimento não é recomendado, porém, nas distribuições radiais, conforme figura 4.2.1. Neste caso, recomenda-se que o início do assentamento seja feito a partir das laterais (paredes) do compartimento indo em direção ao centro do mesmo, pois assim é possível absorver pequenas irregularidades de execução das juntas entre componentes, com o ajuste do componente central.

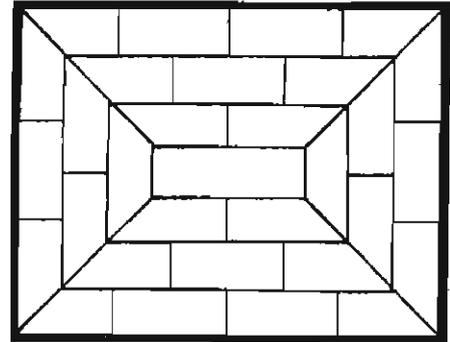


FIGURA 4.2.1 - Aparelho dos componentes em forma radial.

Para o início da execução do revestimento de pedra deve-se galgar, com o auxílio da linha de náilon, a primeira fiada, começando o assentamento pelos componentes de módulo inteiro para melhor definir o alinhamento dos componentes deixando-se as fiadas de módulo parcial para serem executadas ao final.

Quando compartimentos ligados entre si apresentarem mesmo revestimento, deve-se iniciar a colocação das pedras, pelo alinhamento de uma junta comum entre ambos. Quando o revestimento for diferenciado cada ambiente é tratado individualmente conforme descrito anteriormente.

Após galgar a fiada deve-se fazer o assentamento de duas pedras inteiras sendo uma em cada extremidade da linha, definindo-se assim as referências. Prosseguir com alinhamento da segunda fiada, sendo que esta deverá ser perpendicular a primeira, transferindo a linha de náilon a cada fiada de componentes até a completa execução.

No caso da ardósia os procedimentos para o assentamento das pedras é idêntico ao assentamento das taliscas, ou seja é feito individualmente para cada componente, desde o espalhamento da argamassa até o assentamento com a verificação do nivelamento final, sendo que quando a superfície não for plana (polida ou lustrada) o nivelamento das pedras assentadas deverá ser verificado sempre pela maior área, das ondulações, que possuem maior altura.

Os procedimentos para o assentamento dos componentes em áreas molháveis, como cozinhas, áreas de serviço e banheiros é executado como em áreas secas, com apenas uma ressalva, no caso do revestimento em ardósia: deverá ser verificada a impermeabilização junto ao encontro dos ralos e demais aparelhos hidrosanitário, a fim de que possíveis problemas existentes levem à ocorrência de vazamentos e conseqüentemente

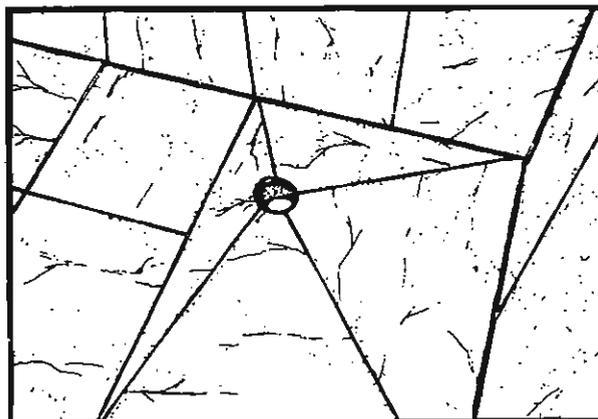


FIGURA 4.2.2 - Disposição recomendada para os componentes de pedra em boxes de banheiro.

na necessidade de remoção do revestimento.

Além disso, para quaisquer tipos de revestimento, é importante a verificação da declividade junto aos ralos, sendo que esta deverá ser determinada em projeto. Nos boxes recomenda-se que os componentes sejam cortados na forma de um triângulo, como representado na figura 4.2.2, pois isto facilitará o assentamento. Quando do uso de argamassa convencional a própria argamassa poderá determinar o caimento e quando do uso de argamassa adesiva deverá ser executado no contrapiso, pois será impossível dar a declividade necessária devido à pequena espessura dessa camada.

Após o assentamento das pedras o trânsito poderá ser liberado somente após 72 horas, quando do uso de argamassa convencional e 24 horas quando com argamassa adesiva. Nos casos em que outras atividades de acabamento tenham que ser executadas nos ambientes que já receberam revestimento de pedra, o mesmo deverá ser protegido de possíveis danos, podendo-se empregar, para isto, panos de juta impregnados com uma pasta de gesso.

4.2.4.1 Previsão e execução dos cortes dos componentes de pedra

Os cortes dos componentes de pedras deverão ser devidamente planejados e projetados, a partir daí, serão realizados nas marmorarias. Quando não for possível prever as medidas exatas dos componentes, ou quando da necessidade de execução de cortes cujas dimensões e posicionamento possam variar no momento da execução, como por exemplo os destinados aos ralos, os mesmos deverão ser executados na própria obra. Para a execução destes tipos de cortes deve-se marcar a sua posição com auxílio de um riscador, com ponta de vidia.

Os cortes deverão ser feitos com equipamentos adequados (serra manual tipo "Makita") e após o corte, o mesmo deverá ser lixado com o auxílio da esmerilhadora.

4.2.4.2 Execução das juntas entre componentes

Para o bom desempenho e a estética do revestimento é importante que sejam executadas as juntas com

espessuras uniformes conforme projeto.

As juntas entre componentes deverão ter dimensões mínimas de 1,5 mm, independente da dimensão da pedra utilizada. Após o assentamento dos componentes as juntas deverão ser devidamente limpas com auxílio de uma vassoura de piaçava, para a remoção de todos os resíduos do seu interior, pois qualquer resíduo poderá prejudicar a aderência do material de rejuntamento ao componente. O rejuntamento deverá ser feito no mínimo 24 horas após o assentamento no caso de argamassa adesiva e 72 horas plástica. O material de rejuntamento poderá ser feito com cimento, e uma quantidade de água suficiente até formar uma nata. Quando do rejuntamento de pedras muito claras ou do mármore branco aconselha-se substituir o cimento comum pelo branco. Quando se desejar rejuntos coloridos recomenda-se o uso do cimento branco com a adição do pó xadrez numa quantidade máxima de 20 %.

Deve-se fazer o espalhamento da argamassa de rejuntamento com auxílio de um rodo pequeno, pois o uso de espátulas muitas vezes usadas poderá vir a riscar a pedra. Após o espalhamento da argamassa deve-se frisar com o auxílio de uma peça de madeira e logo após deve-se limpar com palha de aço, removendo os resíduos de argamassa para que não adiram à superfície da pedra, dificultando a limpeza posteriores.

Eventualmente poderá ser utilizada, em substituição à argamassa de rejuntamento, um perfil de cobre com espessura um pouco menor que a espessura da junta, suficiente para ser introduzida no interior desta apenas sob pressão. Para a introdução dessa faixa no interior da junta deve-se seguir os procedimentos de limpeza da mesma forma anteriormente descrita. Esse material é pouco usado devido seu alto custo comparado com a argamassa de cimento comum.

4.2.4.3 Execução dos arremates

No caso dos revestimentos de pedras os arremates são considerados os rodapés e as soleiras. Os arremates de modo geral, são executados com a própria pedra de revestimento, sendo que eventualmente emprega-se a madeira. Os arremates são importantes para a proteção e estética do revestimento, valorizando-o.

Para o assentamento dos rodapés deve-se pri-

meiramente fazer a limpeza da superfície (parede), onde os rodapés serão colocados. Quando do uso de rodapés de pedra, faz-se a fixação dos mesmos através do uso da argamassa adesiva, seguindo os procedimentos de preparo e espalhamento já mencionado. Quando do uso de rodapés de madeira os mesmos poderão ser fixados com adesivos próprios para madeira ou com pregos de aço ou buchas, sendo importante levar em conta a utilização desses materiais pois, outros poderão provocar reações em contato com as argamassa de forma que, mais tarde, poderão vir a provocar o destacamento dos mesmos.

As soleiras são executadas, de modo geral, após completado todo o revestimento. Quando do mesmo material de assentamento poderá ser aderida com a própria argamassa de aderência e quando em madeira deverá ser fixada com parafusos, cavilhas ou adesivos próprios. Tomando-se o cuidado da limpeza do substrato antes do espalhamento da camada de fixação e seguindo os cuidados referentes ao tempo de secagem, espessura da camada, entre outros, conforme o produto utilizado.

4.3 Patologia nos Revestimentos de Pedras

As patologias observadas nos revestimentos de pisos de pedras, decorrem principalmente do desconhecimento das características e propriedades das pedras e dos materiais que serão utilizados, o que pode levar a especificação de materiais incompatíveis com as condições de utilização e ao emprego de técnicas de execução não adequadas. Além disto a ausência de um projeto construtivo e do controle de qualidade das etapas de produção também podem contribuir significativamente para um produto final de qualidade indesejada.

As principais ocorrências patológicas neste revestimento são o descolamento, fissuras, as manchas e o desgaste, abordados a seguir.

4.3.1 Descolamento

O descolamento dos revestimentos de piso de pedras, poderá ocorrer devido principalmente às elevadas tensões de compressão que podem surgir no piso em função da deformação excessiva ou não prevista da laje, quando estes trabalharem solidários. A deformação da laje gera, no conjunto, tensões que devem ser dissipadas por suas diversas camadas. Em função da rigidez do piso tais tensões podem não se dissipar concentrando-se nas interfaces entre camadas provocando tensões de cisalhamento que poderão ou não levar ao descolamento do componente, em função dos níveis que atingir e da resistência de aderência apresentada pela interface.

Para que se evite este fenômeno, deve-se ao projetar, considerar:

- à possível deformação da laje em função das características estruturais adotadas;
- o emprego de materiais nas camadas de contrapiso e de aderência com adequada capacidade de absorver deformações (baixo módulo de elasticidade);
- as juntas entre componentes compatíveis com as dimensões dos mesmos e do ambiente;
- adoção de juntas de movimentação em todo o perímetro do revestimento, entre outros.

4.3.2 Fissuras

A ocorrência de fissuras é prejudicial à estética do revestimento e, além disso, poderá vir a provocar problemas patológicos mais graves que uma simples fissura esteticamente desagradável, tais como, a penetração de sujeira e de umidade que poderá reagir com a camada de aderência provocando manchas ou mesmo resultar no descolamento do revestimento.

As fissuras nos componentes de pedra ocorrem, na maioria das vezes, quando não se mantém a continuidade das juntas estruturais, revestindo-as com as pedras. Nestes pontos existe uma elevada concentração de tensões de tração, que de modo geral, suplantam a resistência à tração dos componentes.

4.3.3 Manchas

As manchas poderão ter várias naturezas, como devido a má estocagem; reações dos componentes mineralógicos das pedras com os componentes das argamassas utilizadas; a falta de cuidados na fase de execução e utilização como por exemplo o contato dos componentes com tintas, graxas, óleos, etc.; pedras utilizadas em áreas inadequadas ao tipo, como por exemplo a utilização de mármore branco em áreas susceptíveis do emprego de materiais que possam prejudicar a estética da pedra como em áreas de serviço e cozinha. É importante a proteção de móveis que poderão oxidar-se, em contato com a umidade, vindo a provocar manchas no revestimento, impossibilitando sua retirada.

4.4.4 Desgaste

A adequada resistência mecânica dos componentes de pedra, e uma das principais características de sua utilização em ambientes de elevada solicitação. Entretanto deve-se observar que nem todas as pedras apresentam o mesmo nível de resistência, sendo algumas mais adequadas que outras para certos usos.

Assim, ao se proceder a escolha de uma pedra para uma determinada utilização deve-se considerar as suas características reais de resistência mecânica, sobretudo à abrasão, no caso específico de revestimento de piso, para que o conjunto não venha a sofrer um processo de desgaste acentuado em função das solicitações de uso.

Este fenômeno, muitas vezes, pode ser evidenciado nas escadas revestidas em mármore, quando sujeitas a grande circulação.

5. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO VINÍLICO

Os revestimentos vinílicos, apresentados em forma de placas e de mantas, no Brasil, têm tido o seu emprego restrito a alguns tipos de edifícios em particular, notadamente os de uso público tais como escolas, postos de saúde e hospitais. O uso intenso nestes locais deve-se, principalmente, às excelentes características de higienização proporcionadas por este revestimento, pois permite fácil limpeza e manutenção, além de ser um revestimento estanque à água e resistir razoavelmente ao ataque de agentes químicos. Nos edifícios comerciais e habitacionais, porém, tem seu uso limitado, apesar das vantagens mencionadas anteriormente.

Este fato decorre, provavelmente, de questões culturais que envolvem tanto os projetistas como os usuários, pois, trata-se de uma opção recente no mercado, se comparado com os revestimentos tradicionais, além disso, por se tratar de um revestimento sintético que procura imitar os componentes cerâmicos ou de madeira, são preteridos em função dos autênticos; e ainda, seu custo também deve ser um fator fundamental pois, quando considerado apenas o material, apresenta um custo três vezes superior ao do revestimento têxtil, por exemplo, largamente empregado nos edifícios em questão. Outra razão que pode ser colocada é a falta de conhecimento, dentro do meio técnico, acerca das propriedades intrínsecas deste revestimento.

As questões culturais e o desconhecimento do material podem ser superadas com o tempo. Através da divulgação das potencialidades do material e de um "marketing" bem elaborado é possível alterar as tendências do usuário, vencendo-se a barreira cultural. Entretanto, o seu custo continua a ser um entrave significativo, principalmente porque, no Brasil, não existe uma postura técnica para se efetuar a compra dos materiais, realizando-a, na maioria das vezes, considerando-se apenas o custo do material. Porém, espera-se também, que a curto ou médio prazos, seja possível à indústria nacional, implementando os seus processos produtivos, reduzir o custo de produção e, conseqüentemente o custo final deste material, podendo chegar a ser um produto competitivo no mercado. As questões de conhecimento técnico, por sua vez, somente serão de domínio dos profissionais envolvidos na área, à medida em que o produto for pesquisado e tecnicamente conhecido.

Na tentativa de buscar o domínio tecnológico deste revestimento, que num futuro muito próximo pode ser uma alternativa viável, é que se elabora um capítulo relativo a este revestimento, buscando-se apresentar as potencialidade de emprego do material e as suas características de execução. Para isto, será abordando inicialmente, as propriedades dos revestimentos vinílicos e em seguida o seu processo de execução. Ao final do capítulo, serão feitas algumas considerações sobre os possíveis problemas patológicos que podem decorrer da inadequada utilização do material, procurando-se assim, evitar que tais problemas venham a surgir em projetos futuros.

5.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO VINÍLICO

O revestimento vinílico, será entendido, neste trabalho, como um conjunto de três camadas: a de regularização, que é aplicada diretamente sobre o contrapiso (substrato); a de fixação, responsável pela ligação dos componentes vinílicos ao substrato e a de acabamento, constituída pelos componentes vinílicos, propriamente ditos, abordando-se, a seguir, suas principais características.

5.1.1 Substrato

Neste caso, o substrato deverá ser o contrapiso que, por sua vez, deverá apresentar características específicas e ser executado e controlado segundo as recomendações de Barros [1991].

Eventualmente, a própria laje, que constitui a estrutura suporte do subsistema piso, poderá receber o revestimento, desde que seja executada dentro de uma metodologia de controle de qualidade que proporcione

as características superficiais (planeza e regularidade) necessárias a este tipo de revestimento.

5.1.2 Camada de Regularização do Substrato

A técnica recomendada para a execução do revestimento vinílico exige a aplicação de uma camada de regularização do substrato, sobretudo quando este permanece muito tempo exposto ao trânsito de pessoas e ou equipamentos, ou mesmo quando apresenta textura áspera ou rugosa em função da granulometria do agregado empregado na sua produção. A função desta camada é pois, corrigir pequenas imperfeições e a porosidade natural da base, diminuindo, assim, o consumo do adesivo utilizado na camada de fixação; bem como proporcionar maior regularidade superficial do substrato.

A camada utilizada para a regularização do substrato é composta por uma massa à base de P.V.A. e cimento, de consistência pastosa (semelhante a uma massa corrida), que após a aplicação resulta numa textura lisa, ideal para a aplicação do adesivo de fixação dos componentes vinílicos.

5.1.3 Camada de Fixação

A camada de fixação tem por função unir os componentes vinílicos ao substrato, para isto, é necessário o emprego de um adesivo específico, que se diferencia quando se trata da fixação de componentes em placas e acessórios e quando se trata de mantas.

O adesivo comumente empregado na fixação das placas e dos acessórios, tais como rodapés e faixas de arremate, é à base de betume, cargas minerais e solventes especiais, adequadamente dosados, apresentando cor preta e consistência viscosa. Entretanto, nos casos em que a aplicação se dê em áreas sujeitas à ação constante da água, como boxes de banheiros, por exemplo, recomenda-se o emprego de adesivos de contato⁽¹⁾, à base de policloropreno⁽²⁾, mais conhecido pela sua marca comercial Neoprene, cuja resistência à umidade é mais elevada que os à base de betume, permitindo melhor desempenho do revestimento. O adesivo de contato apresenta cor "caramelo", também com consistência viscosa, sendo que na sua constituição, além da borracha sintética são encontrados solventes orgânicos e cargas minerais adequadamente dosadas. No caso dos adesivos à base de neoprene o solvente em maior quantidade é o toluol.

Ambos os adesivos são comumente encontrados no mercado em latas de 20,0 Kg e em galões de 3,6 Kg.

A fixação das mantas, por sua vez, se dá com um

(1) Pode-se caracterizar adesivo de contato como aquele que necessita da presença do material de fixação nas duas superfícies a serem unidas. A união das partes se dá essencialmente por adesão química, isto é, por forças de ligação eletrostáticas, que decorrem da presença de certos elementos em ambas as superfícies. Caso o material de fixação seja aplicado somente em uma das superfícies, a união será menos eficiente.

(2) O policloropreno (neoprene) é uma borracha sintética, produzida a partir do acetileno e do ácido clorídrico, sendo largamente empregado na produção dos adesivos de contato, pois seus materiais constituintes lhe garante uma boa resistência ao calor e aos óleos, resultando na produção de adesivos de excelente qualidade.

adesivo à base de resina acrílica e cargas minerais, devidamente dosadas. Este adesivo apresenta-se com coloração bege e consistência pastosa, não apresentando problemas quanto à flamabilidade, estando disponível no mercado em embalagens de 4.0 Kg.

A principal característica exigida para os adesivos utilizados na fixação de componentes vinílicos, em condições normais de temperatura, é o seu fácil espalhamento. Além disso, exige-se ainda tempo de cura total de no máximo, 10 dias e que se permita a utilização do ambiente imediatamente após a aplicação.

5.1.4 Camada de Acabamento

O revestimento vinílico é constituído por componentes em forma de placas ou mantas. Ambos apresentam como matéria-prima básica para a sua produção, uma resina polimérica denominada cloreto de polivinila (P.V.C.), que constitui uma substância termoplástica dura⁽³⁾, que, em conjunto com alguns agentes modificadores, tais como fibras ou cargas minerais, dão origem a componentes que podem ser mais facilmente flexibilizados e amolecidos.

As matérias-primas empregadas e o processo de fabricação pelo qual passam os componentes, conferem-lhes as características de estanquidade à água; perfeição geométrica e dimensional, que possibilitam o assentamento dos componentes com junta seca, isto é, sem a necessidade de espaçamento entre eles, o que por sua vez, permite excelente facilidade de limpeza, higienização do ambiente e manutenção da aparência, mesmo em locais molháveis. Além disso, outra característica determinante no seu emprego é a facilidade de substituição de parte ou de todo o conjunto de revestimento, sendo este fator fundamental quando da alteração do uso do ambiente ou mesmo de fatores estéticos.

Além destas, outras propriedades tais como: razoável estabilidade dimensional (variação linear nas dimensões de no máximo 0,25%); resistência à ação de certos agentes químicos, tais como álcalis (solução de soda cáustica até 10% e amônia), detergentes domésticos e água sanitária; resistência ao desgaste por abrasão superficial devido ao tráfego normal de pessoas; antiderrapantes; razoável resistência ao impacto; estanquidade à água; razoável capacidade de absorção acústica e satisfatória resistência à ação solar, no que se refere à manutenção das cores, fazem com que este revestimento, desde que corretamente projetado, apresente desempenho adequado às condições normais de utilização de edifícios residenciais e comerciais, demonstrando satisfatória durabilidade.

Porém, como todo tipo de revestimento, também em função de sua matéria prima e do seu processo de fabricação, apresentam algumas desvantagens de utilização, cujas mais relevantes são:

- facilidade de serem riscados, marcados e cortados superficialmente e
- são facilmente manchados por brasas (carvão, cigarro, etc) e por produtos derivados de petróleo.

Na tabela do anexo "A", ao final do documento, faz-se

(3) Uma substância termoplástica é aquela que tem a capacidade de amolecer quando aquecida e endurecer quando resfriada. Um termoplástico duro é aquele que ao ser resfriado apresenta elevado módulo de deformação, não sendo facilmente flexibilizado.

uma avaliação comparativa das principais características desejáveis aos distintos tipos de revestimentos abordados neste trabalho.

Os componentes vinílicos podem se apresentar em forma de placas semiflexíveis ou mantas flexíveis. A diferenciação entre ambos ocorre no processo de fabricação, desde a matéria prima empregada até nas suas dimensões finais, distinguindo as possibilidades de utilização. Suas principais características e propriedades estão abordadas na sequência:

5.1.4.1 Placas semiflexíveis

São obtidas de uma liga termoplástica homogênea, constituída pela resina de P.V.C., cargas minerais inertes, que lhes garantem a característica semiflexível, e pigmentos. Estes constituintes e o processo de fabricação atribuem às placas propriedades, como: flexibilidade e leveza, permitindo aplicação fácil e rápida; impermeabilidade e resistência mecânica compatível com as necessidades de utilização que, em sendo adequadamente aplicadas, permitem obter um revestimento de elevada durabilidade. Comumente, são encontradas no mercado com dimensões de 30.0X30.0 cm, sendo tecnicamente possível, obter componentes cujas dimensões cheguem a 60.0X60.0 cm. Apresentam espessura variada, em função do emprego a que se destinam. No caso de uso em edifícios habitacionais, os fabricantes recomendam empregar placas com espessura de 1,6 mm; enquanto nos edifícios comerciais é recomendado a espessura de 2,0 mm; no caso de áreas de tráfego intenso, tais como corredores de edifícios comerciais, por exemplo, é indicado o uso de placas com 3,0 mm de espessura. São obtidas através de um processo de fabricação que se divide em quatro etapas: mistura e homogeneização, laminação, corte e embalagem, envolvendo operações a quente e utilização de calandras (cilindros especiais). As quatro etapas, comumente verificadas nas indústrias produtoras, são descritas a seguir:

1ª etapa: os constituintes são dosados e misturados a quente, formando uma massa. Nos misturadores essa massa é transformada em pasta e no moinho é prensada e misturada até ficar homogênea;

2ª etapa: a pasta, resultante da 1ª etapa, é laminada obtendo-se a espessura desejada, através de calandras aquecidas por maçaricos a gás, que a transforma em manta contínua, com a espessura especificada;

3ª etapa: nesta etapa a manta passa por um processo de resfriamento, ocorrendo, então, o choque térmico, cuja função é estabilizar, dimensionalmente, o material. Após o resfriamento, passa por um tratamento superficial na face superior, pela aplicação de cera recebendo, em seguida, o polimento que proporciona o acabamento final;

4ª etapa: já resfriada e recebido o tratamento superficial, a manta é cortada em placas com as dimensões especificadas. Após cortadas, são imediatamente embaladas em caixas de papelão.

Observe-se que todo o processo de produção é mecanizado, inclusive a embalagem. A mecanização permite uma maior uniformidade de produção pois independe da habilidade do operário, entretanto, além disso, todo o processo é controlado, tanto visualmente, como através de ensaios específicos realizados com os componentes nas diversas etapas produtivas, como por exemplo ensaios de resistência ao desgaste superficial, de fixação da coloração, entre outros. Estes ensaios são definidos por normas específicas, apresentadas no final

deste capítulo.

A operação de corte da manta que origina os componentes resulta em sobras laterais, que são totalmente reaproveitadas, retornando ao ciclo de produção. Isto é possível devido às características termoplásticas do material que, ao ser aquecido, amolece completamente, podendo ser novamente incorporado ao processo de produção.

As sobras de material de diferentes cores, de modo geral, são incluídas no processo de fabricação após a homogeneização da massa, fazendo com que o produto final apresente manchas de cores distintas, denominados "flashes", que proporcionam um aspecto decorativo na superfície do revestimento.

Assim, algumas pequenas variações no processo de produção básico, resulta em alguns tipos diferenciados de componentes, que, de maneira geral, são classificados com uma terminologia própria para cada um dos fabricantes, sendo que, a classificação proposta está relacionada ao aspecto superficial do componente, isto é, se apresenta "flashes" ou se é lisa; bem como com a sua função específica, sendo então relacionado às diversas espessuras. Segundo esta última classificação, os componentes hoje disponíveis no mercado são classificados como uso residencial (espessura 1,6 mm), comercial (espessura 2,0 mm), e para tráfego intenso (espessura 3,0 mm).

5.1.4.2 Mantas flexíveis

A produção básica das mantas vinílicas consiste na associação de uma massa constituída por cloreto de polivinila (P.V.C.) e uma tela, usualmente, de fibra de vidro ou de fios de algodão. Estes materiais, em conjunto, conferem ao produto adequada estabilidade dimensional e flexibilidade devido ao baixo módulo de deformação.

O seu processo de produção é completamente diferenciado do das placas, conferindo-lhe, assim, propriedades distintas com relação àqueles componentes. São fabricadas em camadas, inseridas num processo de produção contínuo controlado pelo desenrolamento da tela que é tracionada por um mecanismo presente no final do processo de produção.

Existem hoje, no mercado, dois fabricantes do revestimento vinílico em mantas, a "FADEMAC" e a "VULCAN" apresentando produtos completamente distintos, cuja diferenciação inicia-se no processo de produção.

A manta produzida pela FADEMAC é comercialmente conhecida como "Decorflex" consistindo de quatro camadas, sendo a primeira representada pela tela de fibra de vidro (importada) que recebe uma segunda de massa à quente, à base de P.V.C., de consistência fluida, que lhe possibilita adquirir uma espessura constante ao longo da mesma. Após o lançamento da massa o conjunto passa por um forno, sendo então aquecido, provocando a aeração da massa vinílica. Após este processo, a camada sofre um choque térmico, sendo resfriada, estabilizando-se dimensionalmente. Com a camada estabilizada, tem início a impressão dos padrões da manta, que são conferidos pelo emprego de dispositivos e tintas especiais. Estes padrões podem apresentar uma superfície marmorizada, ou mesmo imitar tábuas corridas, parquês, entre outros. Com o padrão definido a manta é virada, sendo então aplicada uma camada de fundo que irá proteger a tela de fibra de vidro. Esta camada é produzida a frio empregando-se uma massa também à base de P.V.C., acrescida de

cargas minerais. Sua secagem se dá à temperatura ambiente à medida em que a tela caminha pelo processo de produção. A partir da estabilização da camada de fundo a manta é uma vez mais virada, recebendo superiormente uma camada de P.V.C. puro e transparente, que irá conferir maior resistência à abrasão ao componente. Esta é a última etapa do processo, pois após esta aplicação a manta é enrolada nos comprimentos padronizados para a comercialização.

As mantas "Decorflex" são fornecidas com largura de 2,0 m; comprimento que varia de 15,0 a 25,0 m e espessura variando conforme a sua padronagem superficial e o fim a que se destinam, podendo ser de 1,2 ou 1,8 mm, sendo a primeira espessura usualmente empregada para usos comerciais.

A manta produzida pela VULCAN é comercialmente denominada "Vinalite" e consiste da aplicação de uma massa de P.V.C., à quente, sobre uma tela de tecido de algodão, passando o conjunto por um rápido resfriamento para que apresente maior estabilidade dimensional, recebendo, em seguida, a aplicação do padrão, que consiste numa camada de tintas próprias de 0,015 mm de espessura, sobre a qual é lançada uma camada de P.V.C. puro também de 0,015 mm de espessura, que proporciona a proteção do conjunto, em função de sua elevada resistência à abrasão. A tela fica aparente não recebendo nenhuma proteção.

As mantas são fornecidas com largura de 0,9 m; comprimento de 30,0 m e espessura de 1,0 mm, independente do uso que se tenha. Recomenda-se porém, que este material seja aplicado somente para usos residenciais e comerciais de pouco trânsito tais como escritórios, por exemplo.

5.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS

Nesta fase, buscar-se-á definir os principais procedimentos necessários à execução do revestimento vinílico, procurando fornecer parâmetros para que estes revestimentos possam ser devidamente projetados e ter as atividades de execução adequadamente controladas.

5.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção

Para que os procedimentos de execução resultem num produto de garantida qualidade, será necessário empreender alguns cuidados no que se refere à compra, estocagem do material e aos equipamentos necessários à realização dos serviços, pois estes irão interferir diretamente na qualidade e desempenho do revestimento.

5.2.1.1 Compra dos materiais

Esta atividade deverá ser realizada buscando-se fornecedores especializados. É um tipo de material que, de modo geral, é encontrado em lojas especializadas em revestimentos e decorações, que, por sua vez, vendem o revestimento aplicado por mão-de-obra própria. Entretanto, em se tratando da compra de grandes quantidades, deve-se procurar comprar diretamente dos fabricantes, que podem proporcionar menores preços, além de fornecer a orientação necessária quanto aos adequados procedimentos de execução.

No que se refere aos fabricantes da camada de acabamento, atualmente são poucos os atuantes no mercado, sendo eles a FADEMAC que produz placas e mantas vinílicas, comercialmente conhecidas como Paviflex e Decorflex, respectivamente, a VINAMIFLEX que produz somente componentes em placas conhecidos como Vinamipiso e a VULCAN que fabrica somente a manta vinílica, comercialmente conhecida como Vinalite.

Os componentes em mantas são adquiridos por metro linear, sendo que quando essa manta possuir desenhos (padrões) específicos em sua superfície, a medição da quantidade necessária a ser adquirida deverá considerar que os desenhos devem ter continuidade e coincidência nas juntas. Deste modo a determinação da quantidade deverá ser realizada a partir de um projeto construtivo, identificando os pontos de junções em função do padrão especificado. Nos casos de padrões com desenhos é comum a quantidade necessária de material ser superior às dimensões em planta dos ambientes.

No caso das placas, de modo geral, os fabricantes padronizam as embalagens, assim, a quantidade de placas e portanto a metragem quadrada em cada caixa, varia em função das espessuras das placas que contém. Este fator deve ser observado para a realização da compra e recebimento do material, notadamente quando houver a necessidade de compra de dois materiais distintos.

Em função disto, para auxiliar na especificação do material, apresenta-se na tabela 5.2.1 as características usuais das embalagens dos componentes em placa, atualmente disponíveis no mercado.

Os materiais destinados à camada de fixação - adesivos à base de betume, acrílicos e de contato são encontrados no mercado especializado provenientes de diversos fabricantes, sendo que os fornecedores dos revestimentos vinílicos também possuem, na maioria das vezes, produtos próprios para a fixação dos componentes. Assim, deve-se buscar adquirir os adesivos de fornecedores idôneos, podendo-se verificar as características dos materiais através de ensaios expeditos realizados em campo, como por exemplo observando-se a consistência, a trabalhabilidade, o tempo de abertura do material (tempo em que é possível aplicar os componentes e fazer pequenas correções no seu posicionamento), entre outros que podem ser adaptados a cada realidade de obra.

Na verdade, os procedimentos de compra técnica e recebimento de materiais, em canteiro, devem estar inseridos numa metodologia ampla de controle de qualidade dos materiais a serem empregados em obra. Entretanto, enquanto tal metodologia não é efetivamente implantada, os responsáveis pela compra, recebimento e aplicação dos materiais de revestimento devem estar atentos às principais características que os mesmos devem apresentar, buscando-se trabalhar de maneira conjunta, a fim de que o setor produtivo possa dar um retorno à equipe de compras em relação à

qualidade do material recebido e esta por sua vez, não considere apenas o custo do material mas também suas características tecnológicas para que se processe a compra.

5.2.1.2 Estocagem

As condições de estocagem deverão ser controladas, devendo-se proteger os componentes vinílicos da umidade e de temperaturas elevadas, pois, na presença destas, poderão ocorrer alterações nas características e propriedades dos mesmos, tais como: empenamentos excessivos, por exemplo, principalmente no caso das placas.

As caixas dos componentes em placas deverão ser empilhadas a no máximo 7 unidades, sendo que o transporte das mesmas, no canteiro de obras, deverá ser realizado com cuidado, não sendo permitido jogá-las, pois as pontas dos componentes são suscetíveis de quebra. E, quando quebrados, não poderão ser utilizados no assentamento, podendo ser aproveitados somente para a execução de arremates.

As mantas são fornecidas em rolos e quando transportados, em veículos, deverão estar na posição vertical, sendo devidamente amarrados, de modo a não tombarem. Durante o transporte devem ser protegidos por papel e plástico e por discos protetores em suas bordas inferiores, a fim de que não sofram amassamento. O transporte manual, deverá ser feito sempre por duas pessoas, com o rolo na posição horizontal. Para a estocagem no local onde serão utilizadas, estes deverão ficar na posição vertical apoiadas sobre o disco protetor.

5.2.1.3 Equipamentos e ferramentas

Para que as atividades de execução ocorram da maneira mais adequada possível, recomenda-se o emprego de equipamentos e ferramentas próprios à cada atividade, devendo os mesmos estarem em perfeitas condições de manuseio e operação. A seguir, apresenta-se uma listagem dos principais equipamentos empregados nas atividades de execução dos revestimentos vinílicos:

- desempenadeira de aço lisa e dentada;
- espátula nº 10 (para limpeza);
- faca tipo "Olfa" ou lâmina de corte;
- riscador de vidia;
- maçarico a gás (opcional);
- pedra de esmeril ou lixa nº 60;
- chave de fenda (para abrir as latas de adesivo);
- metro de bambu;
- linha de pedreiro;
- pincel;
- palha de aço (para limpeza) e
- martelo de borracha.

Tabela 5.2.1 - Características usuais das embalagens dos componentes vinílicos em placas.

Uso	Dimen. (mm)	Peso (Kg/m ²)	Placas p/ caixa	m ² p/caixa
Residencial	300x300	3.29	70	6.30
Comercial	300x300	4.36	56	5.04
Tráfego inten.	300x300	6.60	37	3.33

5.2.2 Condições para Início de Trabalho

As atividades de execução do revestimento vinílico devem ter início com a verificação das condições locais, isto é, devem ser verificadas a ortogonalidade entre as vedações verticais, a planeza e as condições superficiais do contrapiso, bem como se todas as demais atividades que antecedem a execução do revestimento de piso foram realizadas, tais como arremates de portas, janelas, tetos, instalações em geral e os revestimentos de parede. Na realidade, estas atividades devem estar inseridas na metodologia de controle de recebimento dos serviços de execução da vedação vertical e do contrapiso, entretanto, enquanto tal metodologia não for, efetivamente, implantada em obra, estas atividades deverão ser realizadas precedendo os serviços de execução dos revestimentos a fim de que não seja comprometida a sua qualidade.

A ortogonalidade das vedações verticais é importante sobretudo quando se trata do revestimento em placas, pois por se tratarem de revestimentos modulares, um pequeno desvio de alinhamento das paredes pode levar à existência das denominadas "facas", ou triangularização dos componentes, deixando à vista, o problema de execução. No caso das mantas, a perda de alinhamento das vedações verticais é menos sensível, pois trata-se de um revestimento contínuo, com um reduzido número de juntas, sendo estas imperceptíveis.

A ortogonalidade entre as paredes pode ser verificada com o auxílio de um esquadro metálico. A verificação de problemas de alinhamento da parede deve levar a uma avaliação sobre as possíveis conseqüências da presença das "facas" nos ambientes podendo-se adotar uma postura de se aceitar a colocação dos componentes apesar da existência das mesmas ou solicitar a correção das vedações.

O substrato, quando se tratar do contrapiso, deverá ter sido executado segundo as recomendações de Barros [1991], recebendo acabamento superficial desempenado com desempenadeira de aço ou alisado com colher de pedreiro, não queimado, devendo ser devidamente regularizado. O acabamento alisado permite uma superfície mais regular para receber a camada de regularização, podendo eventualmente, suprimi-la.

A planeza e regularidade superficial do substrato é fundamental para a execução deste revestimento, pois trata-se de um revestimento fino, ou seja, não possibilita realizar acertos na camada de fixação. Sendo assim, a verificação destes parâmetros deverá ser realizada segundo as recomendações de Barros [1991], devendo-se adotar as tolerâncias ali indicadas.

No caso em que o substrato for a própria laje, sua superfície deverá ser adequada ao recebimento de um revestimento fino, portanto, deverá estar completamente nivelada e plana, apresentando textura lisa. Assim, os mesmos instrumentos empregados para a verificação do contrapiso podem ser aplicado para a laje.

Para a aplicação do revestimento o substrato deverá estar isento de umidade, pó e gorduras, devendo ter sido executado no mínimo há 2 semanas no caso de pavimentos elevados e no mínimo há 4 semanas para pisos térreos.

Após a realização de todas as verificações, uma vez constatadas adequadas condições de início de trabalho, a execução do revestimento deve ter início procedendo-se à regularização do substrato e a marcação dos eixos de disposição dos componentes, prosseguindo-se com o

espalhamento da camada de fixação e o posicionamento dos componentes, sendo estas etapas descritas a seguir.

5.2.3 Execução da Camada de Regularização

Independente das condições do contrapiso, a técnica atual de execução do revestimento vinílico recomenda o emprego de uma massa de regularização, que auxilia, também na colmatação dos poros naturais da base evitando-se o consumo excessivo do adesivo de fixação dos componentes vinílicos. É possível, porém, que com a técnica de execução do contrapiso recomendada por Barros [1991], seja possível a eliminação de tal camada uma vez que é possível obter, no próprio contrapiso, uma superfície lisa e com baixa porosidade. Entretanto, algumas pesquisas neste sentido devem ser empreendidas a fim de que possa ser melhor avaliada a eficiência da camada de regularização. Enquanto isto não ocorre, recomenda-se empregar a técnica atualmente utilizada em obra.

A camada de regularização deverá ser executada com o emprego de uma massa preparada no próprio canteiro, a partir do proporcionamento de um adesivo à base de P.V.A. (Acetato de Polivinila) e água, na proporção, em volume, de 1:8 (P.V.A.:água), acrescentando-se, a esta solução, cimento Portland peneirado, aos poucos, mexendo sempre, até que se obtenha uma massa de consistência pastosa fina, semelhante a uma massa corrida.

Para a aplicação da massa deve-se limpar toda a superfície a receber a mesma, eliminando-se todos os resíduos de argamassas, óleos, graxas e material pulverulento, que possam vir a prejudicar a aderência desta camada ao substrato.

Com o substrato totalmente limpo, deve-se proceder a aplicação da massa, empregando-se desempenadeira de aço lisa. Aplica-se uma ou duas demãos da mistura, dependendo do estado da base, observando-se sempre um intervalo mínimo entre as aplicações (tempo de cura) que deve ser de aproximadamente 20 minutos, sendo variável em função das condições de temperatura e umidade do ambiente.

Após a secagem parcial da massa de regularização, próximo de 12 horas, deve-se passar uma lixa nº 60 ou tijolo de esmeril tipo grana nº 30 em toda a área, onde será feito o revestimento, a fim de que sejam eliminadas pequenas saliências e rebarbas que tenham resultado do processo de aplicação. A lixa deverá ser fixada em uma desempenadeira de madeira, para uniformizar o lixamento. O pó resultante do lixamento deverá ser removido com muito cuidado, de preferência, com uma vassoura de pêlo, para que o mesmo não se levante vindo a se depositar nas paredes ou objetos que não possam ser retirados do local.

Recomenda-se que a espessura total da camada de regularização não exceda a 3,0 mm. Cada demão de massa, em geral, resulta numa espessura de 1,5 mm, assim, no caso de haver necessidade de se aplicar mais de duas camadas devido a grandes irregularidades, o substrato deverá ser refeito, pois a função dessa camada é apenas regularizar a base e nunca corrigir defeitos como desníveis ou ondulações acentuadas, uma vez que seu custo é muito elevado, onerando o processo produtivo. Observe-se que defeitos detectados nesta etapa de produção denuncia a total ausência de controle de qualidade de execução do contrapiso, bem como a não realização da verificação das condições iniciais de trabalho.

5.2.4 Medição e Marcação da Superfície e dos Eixos

Uma vez executada a camada de regularização deve-se dar início à medição e marcação dos eixos na superfície a ser revestida, antes do assentamento dos componentes. A demarcação deve ser feita de forma a otimizar duas características, ou seja, evitar o maior número possível de recortes, e proporcionar um revestimento esteticamente agradável em relação aos principais raios visuais (em geral as aberturas de portas).

O correto posicionamento dos eixos é de extrema importância pois, uma vez iniciada a fixação dos componentes, torna-se difícil a correção de erros eventuais, sendo que um pequeno erro na locação dos eixos principais pode produzir uma diferença considerável no final da área revestida, prejudicando a qualidade estética do revestimento, bem como levando a desperdícios de material.

Os procedimentos recomendados para a marcação dos eixos dos componentes em placas e em mantas serão apresentados a seguir:

5.2.4.1 Demarcação dos eixos para a fixação das placas

O assentamento das placas vinílicas deve ser iniciado a partir de um eixo pré-determinado. Para efetuar a medição e marcação da superfície e dos seus eixos, utiliza-se um metro, cordel ou linha e giz, talco ou gesso, sendo que os procedimentos para a demarcação são diferenciados conforme o assentamento dos componentes se dê em esquadro ou em diagonal.

No caso do assentamento em esquadro, a demarcação deverá se iniciar pela determinação do centro real do ambiente, sendo que para compartimentos regulares, isto é sem reentrâncias, no caso de retângulos ou quadrados, traça-se eixos perpendiculares no centro das paredes adjacentes, conforme ilustra a figura 5.2.1 resultando no centro real, identificado, na figura, pela letra "R".

No caso do assentamento em diagonal, a demarcação dos eixos deverá ser feita da mesma forma que no caso anterior, encontrando-se o centro real do compartimento. Neste caso, porém, além do traçado dos eixos perpendiculares às paredes, deverão ser traçados dois outros eixos, perpendiculares entre si, com inclinação de 45° em relação aos primeiros, passando pelo centro real do compartimento, conforme ilustra a figura 5.2.2.

Para a determinação deste eixo, quando a área a ser revestida não possuir forma de um quadrado ou retângulo, pode-se considerá-la como se o fosse, desprezando-se as saliências existentes, para facilitar a marcação dos eixos e o início do assentamento, conforme mostra a figura 5.2.3. As irregularidades deverão ser consideradas como recortes a serem executados após a execução da área regular, devendo estes serem realizados conforme as recomendações do item 5.2.6.5.

A realização efetiva das demarcações deve ser de responsabilidade de uma equipe treinada para isto,

devendo ser constituída por um oficial e um ajudante, segundo os procedimentos: inicialmente, estende-se a linha, impregnada com giz, cal, gesso ou talco, de um lado a outro, nos pontos determinados, prendendo as pontas, através de um prego, por exemplo; em seguida, deve-se levantar e soltar a linha, levemente, de forma que, ao bater no piso, deixe um traço branco na superfície, materializando o eixo que orientará a colocação das placas.

Antes da colocação definitiva dos componentes, ou seja, da sua fixação, apenas para verificar a posição final que deverão assumir as placas, estas deverão ser distribuídas sem a presença do adesivo, a partir do centro do eixo demarcado. O espalhamento das placas deverá ocorrer, nas duas direções, até o encontro com a parede, observando-se o tamanho da última placa que, preferencialmente, não deverá ser menor que 10,0 cm nem maior que 29,0 cm, em função das dificuldades de obtenção de cortes adequados às condições de arremate.

Caso ocorra uma destas situações, é necessário fazer o deslocamento do eixo de colocação, que pode se realizar da seguinte maneira: partindo do centro, previamente determinado, deve-se deslocar o eixo a ser corrigido, 15 cm para qualquer lado; e, a partir do

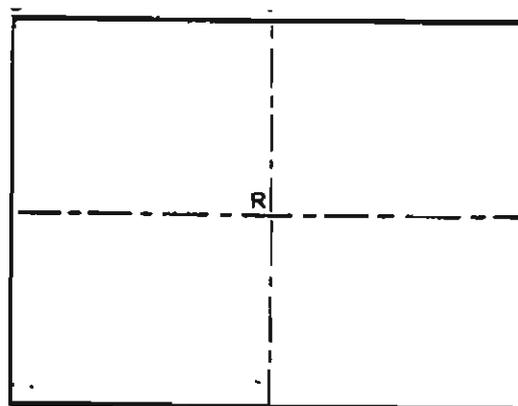


FIGURA 5.2.1 - Demarcação dos eixos para o assentamento em esquadro [Fonte: VULCAN].

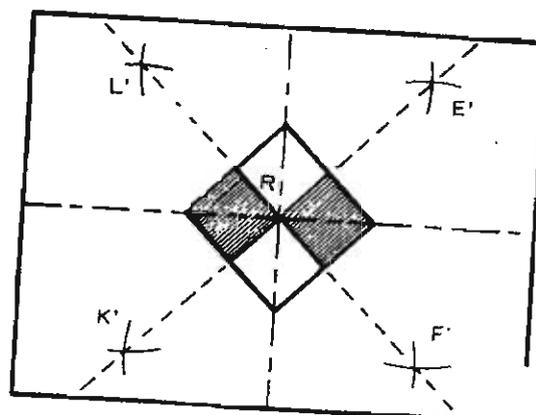


FIGURA 5.2.2 - Demarcação dos eixos para assentamento em diagonal [Fonte: VULCAN].

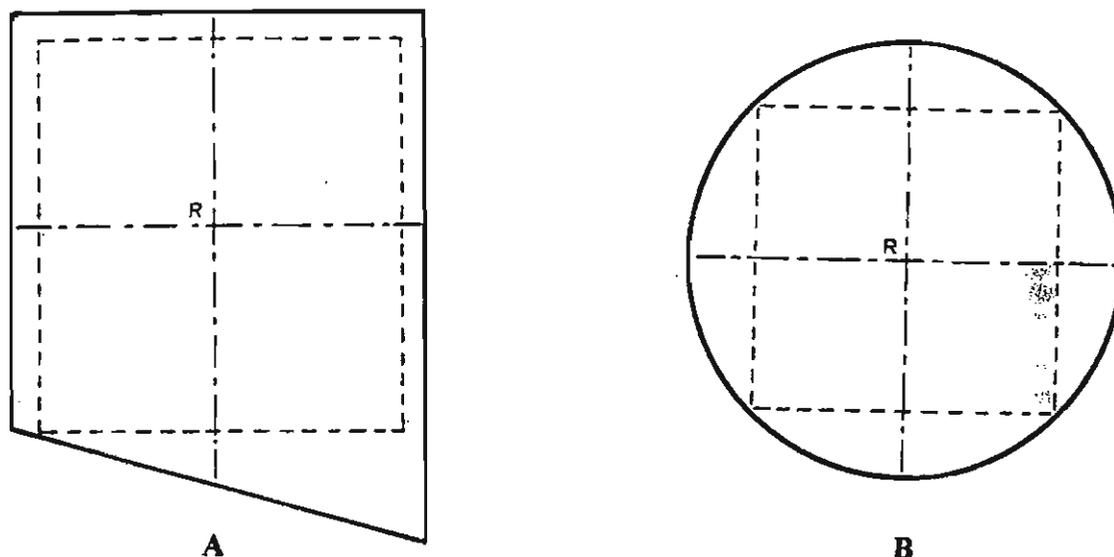


FIGURA 5.2.3 - Configuração dos eixos em superfícies irregulares [Fonte: VULCAN].

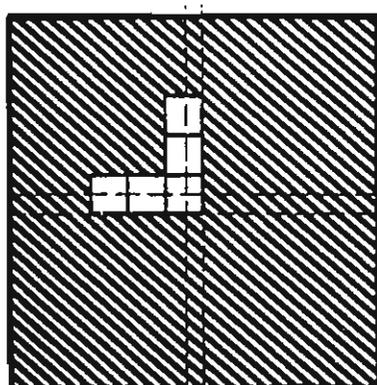


FIGURA 5.2.4 - Definição de novo eixo para obtenção de adequado arremate junto às vedações verticais [Fonte: VULCAN].

novo ponto, deve-se proceder nova distribuição das placas, devendo a última, apresentar um recorte suficiente para um perfeito arremate. Os novos eixo e centro, então determinados, serão a referência básica para o início e colocação das placas, conforme ilustra a figura 5.2.4.

5.2.4.2 Demarcação dos eixos para a fixação das mantas

Na demarcação dos eixos para a fixação das mantas deve-se tomar como referência a parede de maior lado, traçando uma linha no contrapiso, paralela a ela. Como as mantas são fornecidas com largura de 2,0 m, a linha deve ser traçada a uma distância de 1,95 m da parede de referência, deixando-se 5,0 cm junto à mesma para ajustar possíveis imperfeições que poderão ocorrer no seu alinhamento. Este procedimento deve ser realizado

para toda a largura do ambiente, repetindo-se a demarcação dos eixos a cada 2,00 m (correspondente à largura da manta) devendo-se prever, também, para a manta junto à parede oposta, uma folga de 5,0 cm para a realização dos arremates.

5.2.5 Execução da Camada de Fixação

Conforme anteriormente salientado, o adesivo a ser empregado na camada de fixação será diferenciado conforme os componentes sejam placas ou mantas. Em ambos os casos, porém, os procedimentos a serem adotados para a execução desta camada são praticamente os mesmos e sendo assim, apenas as diferenças significativas serão destacadas.

Independente do tipo de componente a ser fixado, antes do espalhamento, é necessário que, com o auxílio de uma espátula, o adesivo seja completamente misturado para a sua completa homogeneização. Além disso, para que se tenha uma boa aderência, é necessário que a superfície a receber o adesivo esteja completamente isenta de poeira ou quaisquer outros tipos de resíduos. Nos casos em que se tenha aplicado a camada de regularização, a mesma deverá ter sido executada há pelo menos 24 horas que é o tempo mínimo para a sua secagem, estando isenta de resíduos e poeira.

Com a superfície completamente limpa, o espalhamento deverá ser feito a partir do eixo de marcação, em direção aos cantos em movimentos circulares, com o auxílio de uma desempenadeira de aço dentada em forma de "V", cujas características devem ser: distância de 4,0 mm entre os dentes, 2,0 mm de profundidade e ângulo do dente de 60°, encontrada no mercado especializado.

Nos casos em que se tiver utilizando adesivo de contato o espalhamento poderá se dar com a própria lata, furando a sua base de modo que o adesivo flua na forma de filetes. Este procedimento, para este tipo de material, implica em maior produtividade de aplicação, entretanto deve ser realizado com cuidado para que não concentre-se em determinada região e falte em outras. O espalhamento deste adesivo nas placas deverá se dar

com o uso de pincel.

Também os adesivos à base de betume e acrílico merecem cuidados observando-se que não sejam aplicados mais de uma vez no mesmo ponto ou que ocorram falhas. Deve-se distribuir apenas da quantidade necessária para a perfeita aderência da camada de revestimento ao substrato, pois quando estes adesivos são aplicados em excesso, ocorre o afloramento dos mesmos pelas juntas entre os componentes (placas ou mantas) podendo manchá-los e, se aplicado com reduzida espessura ou com falhas, não permitirá a aderência necessária. A quantidade média do adesivo a ser aplicada é de 160 gramas por m².

A área de espalhamento do adesivo deverá ser de no máximo o equivalente a uma hora de trabalho, no caso das placas aplicadas com adesivo à base de betume, quando se tratar do adesivo de contato este tempo é reduzido para cerca de 20 minutos, enquanto para as mantas a superfície de espalhamento do adesivo deverá ser compatível com as dimensões de cada manta.

Observe-se que tanto para as placas quanto para as mantas, ao se espalhar o adesivo, o mesmo apagará as marcas dos eixos, portanto, recomenda-se que as linhas de referência que os originaram permaneçam estendidas a fim de que os eixos possam ser remarcados.

Durante a aplicação dos adesivos de fixação das placas, as portas e janelas deverão estar abertas para permitir uma ventilação contínua do ambiente e, no caso específico dos adesivos de contato, auxiliar na aceleração do tempo de "tack" (tempo de início de aderência).

Observe-se que o tempo de início de aderência dos adesivos de contato, que de modo geral é de 15 minutos, pode variar em função das condições de temperatura, umidade e ventilação do ambiente. Em função disto, deve-se verificar que a temperatura ambiente seja superior a 16°C, pois caso contrário, não haverá a evaporação do solvente, não sendo possível a fixação dos componentes.

Quando do uso deste adesivo, o assentamento dos componentes somente deverá ter início, após verificado as condições de início de aderência, que pode se dar da seguinte maneira: passado uns 10 minutos, deve-se apertar levemente o adesivo com um dedo. Caso o adesivo adira ao dedo é porque ainda não atingiu o tempo de início de assentamento, devendo-se retardar a colocação. No caso de apertando levemente o dedo, o adesivo não aderir, deve-se apertar fortemente e, se neste caso o mesmo aderir ao dedo, deve-se iniciar a colocação.

Observe-se que, se ao apertar o dedo fortemente sobre o adesivo e este não aderir, é porque foi ultrapassado o ponto de início do assentamento. Caso isto aconteça, o adesivo deve ser completamente removido, aplicando-se uma nova camada, reiniciando o processo.

Observe-se que, devido aos adesivos orgânicos (usados na fixação das placas) possuírem solventes altamente inflamáveis, durante as atividades de espalhamento não se deve fumar ou provocar chamas ou centelhas no ambiente, a fim de que sejam evitados possíveis acidentes.

Durante a execução do revestimento, o operador deverá usar sandálias de borracha, em vez de sapatos, para não danificar os componentes já aplicados.

5.2.6 Execução da Camada de Acabamento

O assentamento das placas difere das mantas, assim, os procedimentos relativos a cada tipo de componente serão abordados separadamente.

5.2.6.1 Assentamento das placas

Antes de dar início ao assentamento é conveniente verificar a quantidade de placas necessária ao revestimento da área considerada, levando-se em conta que as mesmas deverão ser provenientes de um único lote, a fim de que não apresentem problemas na sua coloração. No entanto, mesmo que as placas sejam de um único lote, deve-se tomar o cuidado de, no momento da colocação, retirar os componentes de diversas caixas ao mesmo tempo, para permitir a uniformização ou homogeneização das tonalidades das cores.

Observe-se que esta fase da obra é praticamente a última, estando os demais serviços prontos. Neste sentido, todos os cuidados relativos à limpeza do local deverão ser verificados. Se, durante a aplicação dos componentes, excessos ou manchas de adesivo, vierem a ocorrer, os mesmos deverão ser imediatamente eliminados. Além disso, o encarregado pela execução dos serviços deverá ter o cuidado de não encostar as mãos ou ferramentas nas portas ou paredes e não pisar diretamente sobre as placas, sendo que em caso de necessidade deve-se cobri-las antes, com papelão ou cartão das próprias caixas.

A distribuição das placas deverá ser feita a partir do centro, previamente demarcado, em direção às paredes, alternando a direção dos flashes ou da seta indicativa no verso das placas, para proporcionar maior estabilidade dimensional ao revestimento. O assentamento deverá ser feito com o auxílio das duas mãos, uma para acertar os cantos junto às placas fixadas, e a outra para assentar o lado oposto, de forma que não deslizem sobre o adesivo, conforme ilustra a figura 5.2.5. Observe-se ainda que o operário não deverá aplicar o peso do seu corpo sobre as placas recém fixadas, pois isso as deslocaria tirando-as do esquadro.

Chegando-se junto à parede, o assentamento das placas em contato com a mesma deverá se dar a partir do seu ligeiro encurvamento, pressionando-a para baixo com o auxílio de uma outra placa. Este procedimento, apresentado na figura 5.2.6, facilita o seu encaixe e melhora a sua aderência.

Concluído o assentamento das placas em toda a superfície, deve-se verificar os recortes e os acabamentos realizados e recolher os componentes não utilizados, deixando-se a área completamente limpa.

O local poderá ser utilizado tão logo os serviços estejam terminados, porém, recomenda-se que a sua lavagem não se dê antes de 10 dias a fim de que seja evitada a infiltração de água pelas juntas, que pode reagir com o adesivo, antes da sua completa cura, levando ao desprendimento do componente.

Nos casos em que for observado algum componente com os cantos levemente levantados, deve-se verificar se o fato decorreu da falta de adesivo ou pode ter sido em função das condições desfavoráveis de temperatura, umidade ou ventilação no momento da colocação. Caso tenha ocorrido esta última situação, os

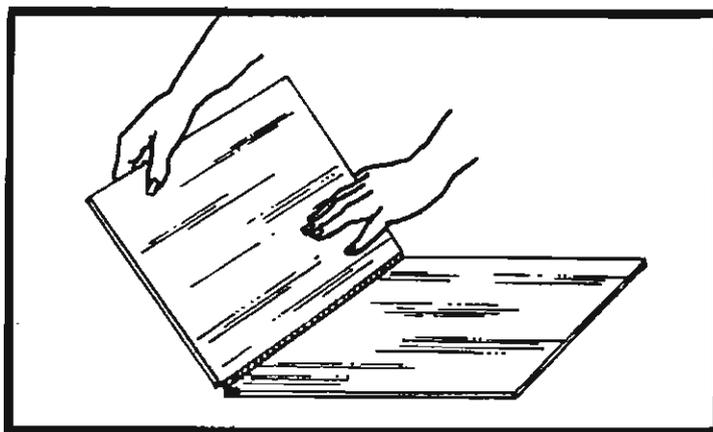


FIGURA 5.2.5 - Posicionamento de uma placa de revestimento vinílico [Fonte: FADEMAC].

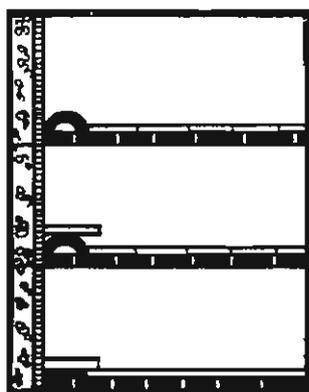


FIGURA 5.2.6 - Arremate das placas junto às paredes [Fonte: VULCAN].

componentes poderão voltar à sua posição normal após 3 ou 4 semanas da colocação.

A seguir, serão colocadas algumas particularidades do assentamento em esquadro ou em diagonal.

a) Assentamento em esquadro

Após a marcação dos eixos conforme anteriormente descrito, o assentamento em esquadro consiste em distribuir as placas de forma que as juntas fiquem paralelas em relação à referência adotada.

A colocação das placas deverá se dar de forma que o início seja no centro real do compartimento em direção às paredes, sendo que um dos vértices da primeira placa a ser colocada coincida com o centro real, seguindo-se a colocação em forma de pirâmide, conforme mostra a figura 5.2.7.

Quando da existência de rodapés, o assentamento das placas deverá ser terminado completamente antes da fixação dos mesmos, pois estes devem ficar sobrepostos à elas.

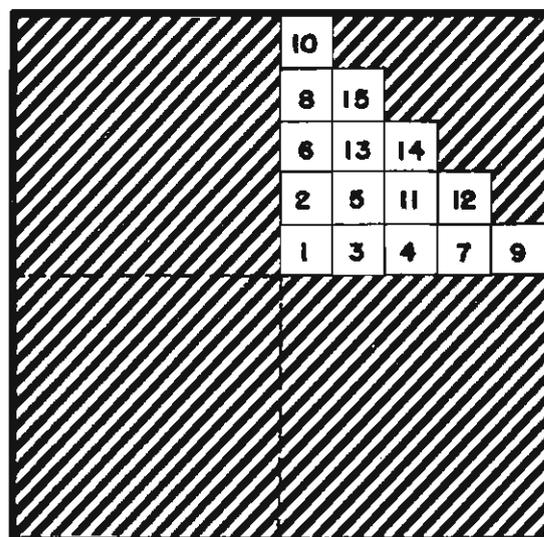


FIGURA 5.2.7 - Seqüência de posicionamento das placas com disposição em esquadro [Fonte: VULCAN].

b) Assentamento em diagonal

Neste caso as juntas entre as placas ficarão em diagonal ou 45° em relação aos eixos perpendiculares do retângulo do ambiente. As placas deverão ser colocadas do centro em direção às paredes como no caso anterior apenas deverão estar em diagonal, isto é, todas as placas manterão a inclinação de 45° em relação aos eixos, conforme ilustra a figura 5.2.8. Observe, nesta figura, a faixa de contorno no perímetro da área considerada, que corresponde à faixa de acabamento junto às paredes, executada com componentes paralelos às mesmas. Tal procedimento auxilia na execução dos arremates, notadamente quando as paredes não estiverem completamente alinhadas.

5.2.6.2 Assentamento das mantas

O assentamento das mantas difere em função do seu padrão de acabamento superficial, ou seja, se é do tipo liso ou se é do tipo módulo, como por exemplo as que "imitam" um revestimento de tacos de madeira ou

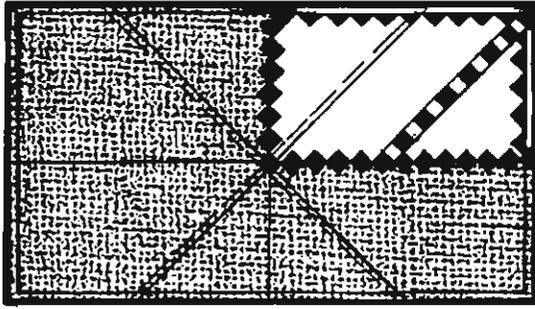


FIGURA 5.2.8 - Sequência de posicionamento das placas com disposição em diagonal [Fonte: VULCAN].

tábuas corridas.

A diferenciação se dá nas emendas entre mantas, pois no caso das lisas, as emendas podem se dar em qualquer ponto pois a superfície é contínua; entretanto, no caso de mantas com padrões modulares, nas emendas, estes módulos deverão coincidir, a fim de que não se perca a estética do revestimento. Deste modo, não é possível que se faça emendas em qualquer posição ou mesmo que se empregue certos retalhos para complementar pequenas áreas que tenham faltado. Este fator deve ser considerado quando da elaboração do projeto do revestimento, bem como quando da quantificação dos materiais de revestimento devendo-se considerar o comprimento e a largura das mantas a serem assentadas.

A aplicação da manta deve se dar com o auxílio de uma placa de madeira de dimensões 35 x 20 cm, revestida de carpete ou feltro. Esta placa deverá ser pressionada, uniformemente, em todas as direções e extensão da manta. Fixada a primeira manta, passa-se para a segunda, tomando-se o cuidado, de deixar as sobras junto às paredes, para serem recortadas no final de todo o assentamento.

5.2.6.3 Assentamento em áreas molháveis

O assentamento dos componentes em áreas molháveis, como cozinhas, áreas de serviço e banheiros, deve seguir as recomendações dadas anteriormente, observando-se, porém que, nos encontros do revestimento de piso com aparelhos sanitários e ralos, recomenda-se proceder um adequado arremate, pois, desta forma, evita-se a formação de um possível ponto de infiltração de água para baixo do revestimento, bem como melhora o aspecto estético das junções. Este arremate poderá ser feito empregando-se uma pasta de cimento branco, aplicada com os próprios dedos, retirando os excessos logo após a aplicação, utilizando-se, para isto, um pano limpo e seco. Nos casos em que os cortes dos componentes cerâmicos tenham sido feitos com exatidão e que a camada de fixação tenha sido adequadamente espalhada até a borda do componente, tais cuidados podem ser dispensados.

5.2.6.4 Execução de juntas

Os componentes vinílicos podem ser aplicados sem a necessidade de juntas entre si, caracterizando juntas secas. Este procedimento é possível em função das

características intrínsecas dos mesmos, pois os componentes vinílicos, principalmente as placas, apresentam razoável estabilidade dimensional frente às ações decorrentes da variação de temperatura e de umidade e, além disso, apresentam módulo de deformação que permite absorver as deformações de pequena amplitude (sejam intrínsecas ao componente ou sejam da base), sem que haja problemas de fissuras e descolamento.

No caso das mantas, por se constituírem de componentes de grandes dimensões, quando comparados com as placas, apresentam poucas juntas, concentrando-se, nestas, todas as tensões decorrentes das possíveis solicitações. Para absorver tais tensões, de modo que as bordas entre duas mantas consecutivas não se levantem é necessário vedar a união entre as mantas, com um mástique para selagem, tal como o silicone, por exemplo, que é encontrado no mercado especializado na forma de bisnagas, providas de bico aplicador. A selagem das juntas deverá ser realizada somente após a limpeza geral do piso, adotando-se os seguintes procedimentos:

- proteger as bordas das mantas adjacentes com fita adesiva, deixando visível somente o intervalo entre elas (juntas);
- introduzir o bico aplicador no intervalo entre as mantas, apertando a bisnaga e movendo-a ao longo da emenda;
- aplicado o selante em toda a extensão da manta, a mesma deverá ser protegida, não devendo liberar o local para utilização antes do período mínimo de secagem, que é de 4 horas.

Quanto às juntas construtivas, dado à razoável capacidade de absorver deformações apresentada pelos componentes vinílicos, de modo geral, não se faz necessário a sua execução, pois, os próprios componentes são capazes de absorver as deformações a eles impostas. Somente será necessário a execução de juntas estruturais em continuidade àquelas previstas na concepção do edifício, sendo que as mesmas deverão estar especificadas no projeto estrutural.

5.2.6.5 Execução dos arremates

Os arremates do revestimento vinílico estão relacionados à fixação dos acessórios, tais como rodapés e faixas, bem como aos recortes na junção do piso com as paredes, ralos, aparelhos hidráulicos e caixas elétricas.

Os acessórios do tipo rodapé e faixa são responsáveis pelo acabamento do revestimento, valorizando-o. Tais acessórios são produzidos a partir das mesmas matérias primas empregadas nos componentes de revestimento e fornecidos pelas próprias indústrias de componentes.

A fixação dos rodapés deverá ser realizada somente após ter sido concluído o assentamento das placas ou mantas, pois, aqueles deverão sobrepor estes últimos, conferindo-lhes perfeito acabamento.

A fixação do rodapé deverá ser feita utilizando-se, preferencialmente, adesivo de contato, à base de neoprene, por permitir maior resistência de aderência quando comparado aos demais adesivos. Sua execução deverá seguir os procedimentos colocados, a seguir:

- antes do espalhamento do adesivo sobre a superfície que receberá o rodapé, a mesma deverá ser completamente limpa, retirando-se toda e qualquer substância

que venha a prejudicar a aderência entre ambos:

- com a superfície limpa, deve-se marcar com um traço na parede, a altura do rodapé, menos 5,0 mm; passando-se em seguida o adesivo com auxílio de um pincel. O adesivo deverá ser passado também na superfície de aderência do rodapé;
- antes de proceder o contato entre as duas superfícies, deve-se verificar o tempo de "tack", conforme descrito anteriormente.
- a fixação deverá ser realizada com o auxílio de um martelo de borracha.

As faixas de arremate, por sua vez, são colocadas nas soleiras das portas, devendo-se verificar, inicialmente, se a superfície, a ser fixada, está limpa e seca; procedendo-se sua completa limpeza, quando necessário. E, assim como os rodapés, as faixas de arremate deverão ser fixadas com adesivo de contato, empregando-se os mesmos procedimentos. A faixa deverá ser cortada no tamanho exato da superfície a ser revestida, sendo fixada com o auxílio de um martelo de borracha.

Apesar de se constituírem em componentes facilmente cortáveis e trabalháveis, para que os cortes e arremates dos componentes vinílicos e seus acessórios sejam feitos adequadamente, faz-se necessário, além dos cuidados quanto a verificação da terminalidade das alvenarias e dos contrapisos, a aquisição das ferramentas próprias para a execução dos mesmos, relacionadas no item 5.2.1.3.

Os procedimentos de corte são diferenciados em função dos tipos de componentes. Assim, a seguir, são apresentadas as principais particularidades de cada um.

a) Cortes em placas

As placas são facilmente cortáveis utilizando-se uma faca tipo "Olfá" (estilete), tesoura ou guilhotina, sendo que antes de se proceder ao corte propriamente dito, aquelas deverão ser devidamente demarcadas na sua face polida, seguindo-se os procedimentos colocados a seguir e ilustrados na figura 5.2.9:

- sobre a última placa da fileira já aplicada, deve ser perfeitamente sobreposta a placa a ser recortada;
- uma segunda placa (placa auxiliar) deverá ser encostada à parede, sobrepondo parcialmente a anterior;
- com o auxílio de um lápis de carpinteiro ou de um riscador, a placa do meio deverá ser devidamente marcada, para que se processe o corte, com extremo cuidado, pois esta será a placa empregada no arremate;

Para cortes em quinas a operação é a mesma, porém, deve-se demarcar e riscar a placa nas duas direções, conforme ilustra a figura 5.2.10.

A demarcação e corte das placas na forma curva são mais difíceis de se realizarem, daí a necessidade de maiores cuidados. A placa a ser cortada deverá ser colocada junto à peça curva, devendo-se moldá-la com as mãos, conforme ilustra a figura 5.2.11. Daí, com o auxílio de uma lâmina, faca ou tesoura deve-se cortar, com cuidado e aos poucos, o excesso, até obter um acabamento perfeito. Pode-se ainda, demarcar-se sobre o componente, diversos pontos de referência, os quais devem ser unidos, formando a linha a ser cortada.

Observe-se que todos os cortes necessários ao acabamento, junto às paredes ou peças estruturais, devem ser efetuados seguidamente, para que a não seja necessário retomar as atividades e ferramentas de cortes a cada instante, vindo, com isto, a diminuir a produtividade do operário e a possibilitar que ocorram erros e desperdício de material. Observe-se ainda que o lado cortado da peça deverá estar sempre virado para a parede ou componente estrutural para que seja possível obter um arremate esteticamente adequado.

Uma opção para facilitar ainda mais a execução dos cortes nas placas, é o seu prévio aquecimento com o auxílio do maçarico à gás, com a chama distante aproximadamente 10,0 cm do verso da placa, fazendo-se movimentos circulares. Ao ser adotado tal procedimento, porém, deve-se ter cuidado para não aquecer demasiadamente as placas, pois caso isto ocorra, as mesmas poderão ser danificadas.

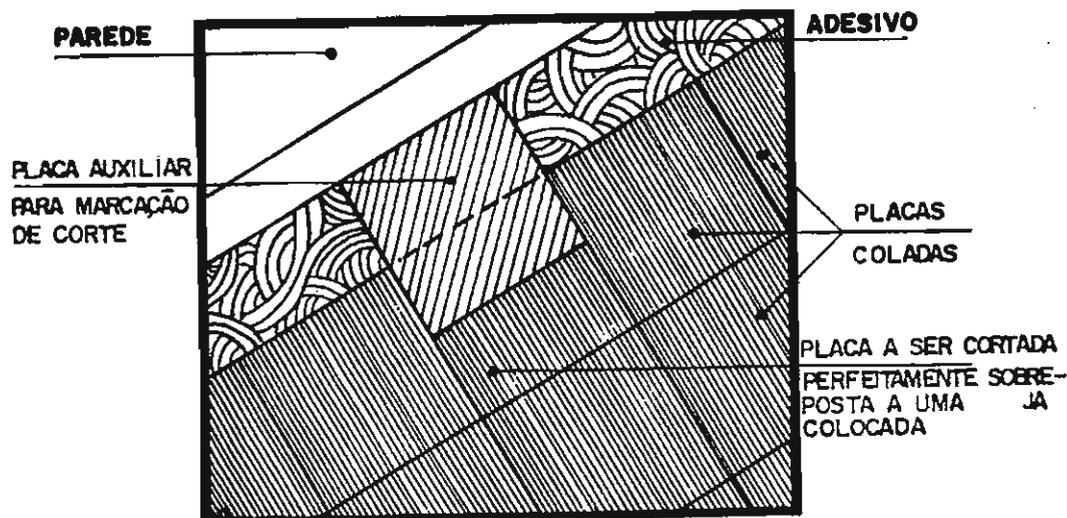


FIGURA 5.2.9 - Ilustração dos procedimentos a serem adotados para o corte de placas de arremates [Fonte: FADEMAG].

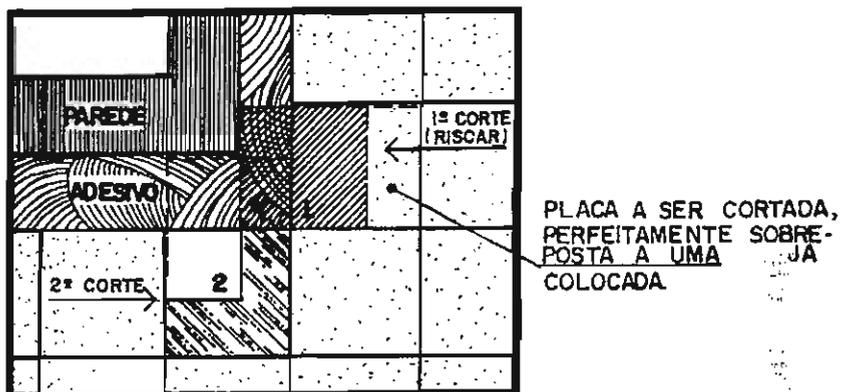


FIGURA 5.2.10 - Ilustração dos procedimentos a serem adotados para o corte de placas de arremates em cantos externos [Fonte: VULCAN].

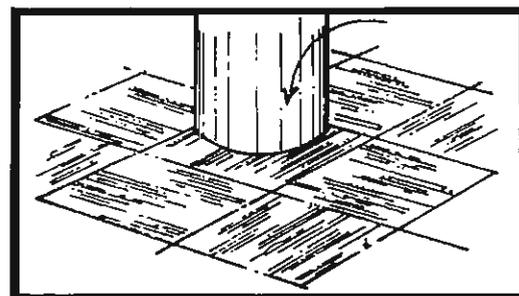
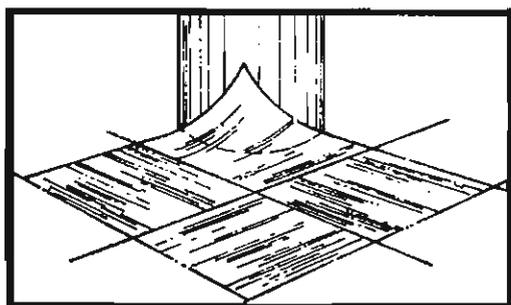


FIGURA 5.2.11 - Procedimentos a serem adotados para o posicionamento e corte de placas de arremates em peças circulares [Fonte: FADEMAC].

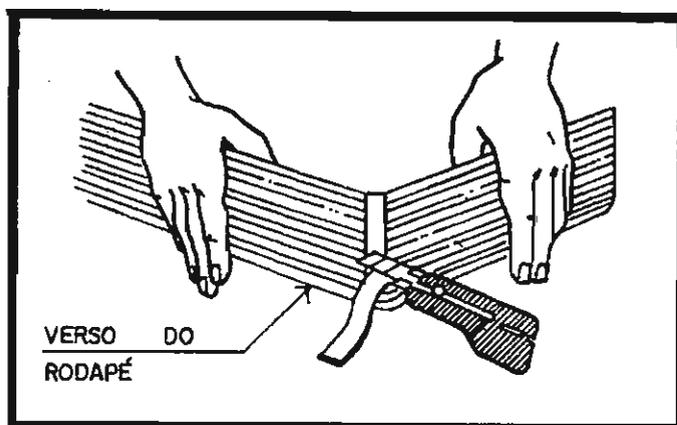


FIGURA 5.2.12 - Procedimentos a serem adotados para a execução de dobras em rodapés [Fonte: FADEMAC].

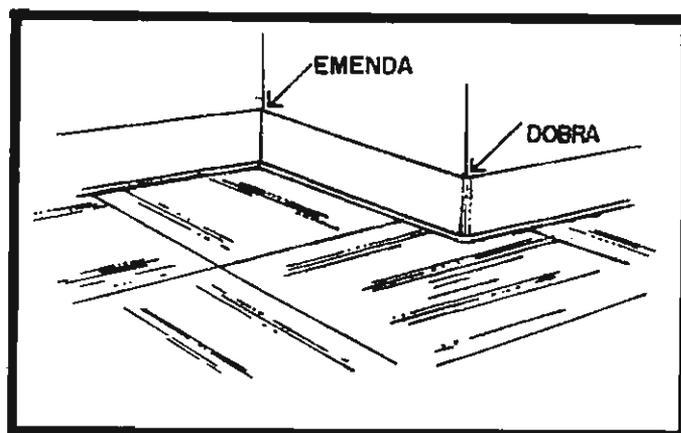


FIGURA 5.2.13 - Procedimentos a serem adotados para a execução de dobragens e emendas em rodapés [Fonte: FADEMAC].

b) Cortes em mantas

Neste caso, os arremates e cortes, deverão ser feitos somente no final do assentamento das mesmas. Para isto, deve-se vincar as sobras junto às paredes, com o auxílio da parte posterior do estilete, cortando-as cuidadosamente para que se tenha um acabamento perfeito.

c) Cortes em rodapés

Quando da passagem dos rodapés pelos vértices das paredes (internos ou externos), deverá ser feito um pequeno chanfro, em forma de filete, na face interna do rodapé, para dobrá-lo facilmente, permitindo a colagem, conforme mostra a figura 5.2.12. Para estes casos, pode-se aquecer com o maçarico, melhorando, ainda mais, a fixação. Em sendo necessário a execução de emendas, os cortes deverão ser perpendiculares nas duas pontas, procurando-se, sempre que possível, fazê-las nos cantos internos dos ambientes, buscando-se camuflar as emendas, conforme mostra a figura 5.2.13.

5.3 PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS

Como para quaisquer outras atividades de obra, a ocorrência manifestações patológicas no revestimento vinílico, poderá ter origem tanto na fase de projeto e concepção do revestimento como na de produção e utilização dos mesmos.

As falhas originadas no projeto podem decorrer da especificação inadequada dos revestimentos, em função do uso previsto para o ambiente, ou pela omissão de detalhes construtivos importantes para o seu desempenho, tais como soleiras e rodapés. Desde que estas questões sejam inicialmente observadas, as manifestações patológicas, poderão ser sensivelmente reduzidas.

Os problemas decorrentes do processo de produção são mais complexos e em geral são de suas atividades que decorrem as maiores falhas no revestimento, pois ele envolve uma série de variáveis que nem sempre são

controladas no canteiro de obras, tais como a qualidade do material recebido, as características da mão de obra empregada, as especificações para a execução, a qualidade de execução de serviços anteriores ao revestimento, etc. Observe-se pois, que estas variáveis estão sempre relacionadas ao controle de qualidade do processo que deve se dar em todos os momentos, desde a compra e recebimento do material até o recebimento do serviço executado.

Durante o período de uso do revestimento os problemas podem decorrer das deficiências intrínsecas do material tais como as manchas devido a queda de brasas de cigarro, ou produtos originados de petróleo, por exemplo, ou ainda da utilização não prevista para o ambiente.

Os problemas mais comuns que podem decorrer destas fases são, pois, as manchas, a indentação do revestimento e o seu destacamento, cujas causas principais serão abordadas a seguir.

5.3.1 Manchas

As manchas poderão ocorrer, na fase de execução, devido principalmente a incompatibilidade entre o revestimento vinílico e a camada de fixação, falta de cuidados por parte dos operários quando da execução do próprio revestimento ou de um outro serviço da fase de acabamento e ainda, uso inadequado do ambiente revestido.

As manchas devido à incompatibilidade entre o revestimento e a camada de fixação deve-se principalmente ao uso de adesivos capazes de reagir quimicamente com o revestimento, provocando-lhe a descoloração da superfície. De modo geral, este fato pode ocorrer com os adesivos à base de contato, em função dos solventes que empregam. Entretanto, o cuidado na aplicação dos mesmos de modo que não atinjam a parte superior do revestimento podem minimizar este problema.

A ausência de cuidados com a terminalidade dos serviços também pode ser uma fonte de problemas com

o manchamento dos revestimentos pois tão logo termine a fixação dos componentes estes devem ser limpos de modo que possíveis resíduos de adesivos sejam eliminados, não os deixando secar sobre a superfície.

Além disso, se após a colocação do revestimento, algum outro serviço de acabamento tiver que ser executado, os operários deverão tomar maiores cuidados, tais como:

- . proteger o revestimento com plásticos, cartões, estopas, etc;
- . proteger os pés de andaimes, com materiais têxteis ou similares;
- . proteger o revestimento com cera apropriada;
- . não fumar durante a execução dos serviços, pois os cigarros acessos poderão cair sobre o revestimento, manchando-os irreversivelmente;
- . em caso de retoques em pintura, o material empregado deverá ser colocado em lugares apropriados, evitando atingir o revestimento; etc.

Durante o período de utilização é comum o manchamento devido a brasas de cigarro ou queda de produtos à base de petróleo que reagem superficialmente com o componente, manchando-o. Tais manchas são irreversíveis em função das características dos componentes.

5.3.2 Indentação

Devido às reduzidas espessuras dos revestimentos vinílicos, eles ficam sujeitos à indentação da superfície, isto é, à sua marcação devido à pressão de objetos pontiagudos, tais como saltos finos de sapatos e cadeiras que se apresentam sem proteção nos pés.

As marcas deixadas na superfície apresentam-se num plano mais baixo que o do revestimento, resultando num aspecto indesejável ao mesmo, não sendo um processo reversível.

Para que esta situação seja evitada, deve-se procurar proteger os pés de móveis, tais como armários, cadeiras, etc., observando-se que, em condições normais de utilização, os revestimentos vinílicos apresentam adequada resistência à indentação, não sendo marcados com facilidade pelo caminhar de pessoas.

5.3.3 Descolamento do Revestimento

O descolamento em revestimentos vinílicos poderá ter origem:

- . na movimentação da estrutura de concreto;
- . na deficiência dos materiais, como por exemplo, a utilização de adesivos impróprios às áreas molháveis;
- . na falta da aderência, devido a não observação dos adequados procedimentos para a execução do revestimento vinílico;
- . na ação de agentes agressivos, como por exemplo, ação da água de lavagem e detergentes não apropriados, isto é, à base de produtos derivados de petróleo;
- . na falta de nivelamento e acabamento inadequado da

superfície do substrato; e

- . devido a constante presença de umidade.

O emprego de materiais de garantida qualidade e a execução segundo os procedimentos recomendados neste trabalho, associados à corretas condições de utilização do revestimento, praticamente eliminam o problema do seu descolamento.

CONJUNTO DE NORMAS REFERENTES AOS REVESTIMENTOS VINÍLICOS EM PLACAS, EDITADAS PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (A.B.N.T.).

NBR-7374/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - Especificação;

NBR-7375/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação de solidez à ação de luz solar - Método de Ensaio;

NBR-7376/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - determinação da resistência ao impacto;

NBR-7377/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação das dimensões lineares - Método de Ensaio;

NBR-7378/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da estabilidade dimensional - Método de Ensaio;

NBR-7379/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da perda de material por volatilidade - Método de Ensaio;

NBR-7380/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da ocorrência de empeno - Método de Ensaio;

NBR-7381/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da resistência à deflexão - Método de Ensaio;

NBR-7382/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da penetração - método de Mack-Burney - Método de Ensaio;

NBR-7383/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da dureza - método de Shore D - Método de Ensaio

NBR-7384/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da profundidade de cravação - Método de Ensaio

NBR-7385/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da resistência a agentes químicos - Método de Ensaio;

NBR-7386/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da espessura - Método de Ensaio;

NBR-7387/87 - Ladrilho vinílico semiflexível - verificação da folga nos cantos - Método de Ensaio

NBR-7388/87 - Ladrilho vinílico - verificação da ortogonalidade (esquadro) - Método de Ensaio.

6. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO TÊXTIL

Os revestimentos têxteis sintéticos, apresentados sob a forma de mantas, em contraposição aos revestimentos vinílicos, têm largo emprego em praticamente todos os tipos de edifícios.

Seu uso intenso está relacionado a diversos fatores, dentre os quais cabe destacar o seu baixo custo quando comparado a revestimentos de semelhante desempenho; facilidade de aplicação e reposição; grande diversidade de tipos existentes no mercado, possibilitando atender às mais distintas classes econômicas; apresenta excelente desempenho quanto ao conforto termo-tátil por se tratar de um revestimento "quente" e, além disso, por se constituir de fibras sintéticas, é um revestimento que apresenta adequado desempenho frente à umidade e à abrasão provocada pelo trânsito de pessoas, apresentando vida útil compatível com as necessidades dos edifícios de uso habitacional e comercial, marcando aí, sua presença de maneira intensa.

Apesar do uso expressivo e de serem conhecidas algumas de suas propriedades, no meio técnico não se tem o domínio tecnológico da produção deste revestimento, pois, as suas características de fabricação, que resultam em distintos tipos de mantas, não são de domínio da construção civil; não se conhece totalmente a sua técnica de execução e, ainda, não se dispõe de metodologias para avaliação do serviço executado.

Procurando sistematizar o conhecimento da tecnologia de produção do revestimento têxtil é que se coloca este capítulo, em que se buscará abordar suas principais características, propriedades e seu processo de execução, fazendo-se, ao final do capítulo, algumas considerações acerca dos possíveis problemas patológicos que podem ocorrer no revestimento, procurando indicar as formas para que sejam evitados em projetos futuros.

6.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS

Assim como o revestimento vinílico, abordado no capítulo anterior, o revestimento têxtil, será entendido, neste trabalho, como um conjunto de três camadas: a de regularização, que é aplicada diretamente sobre o substrato; a de fixação, responsável pela ligação do revestimento têxtil ao substrato e a de acabamento, constituída pelos componentes têxteis (mantas), sendo que suas principais características e propriedades estão abordadas a seguir.

6.1.1 Substrato

Neste caso, o substrato será o contrapiso que deverá apresentar características específicas e ser executado segundo as recomendações de Barros [1991], tendo seu controle de produção verificado através dos procedimentos recomendados por este mesmo autor.

Eventualmente, a própria laje, que constitui a estrutura suporte do subsistema piso, poderá receber o revestimento têxtil, desde que seja executada dentro de uma metodologia de controle de qualidade que proporcione as características superficiais (planeza e regularidade) necessárias ao mesmo.

6.1.2 Camada de Regularização do Substrato

A técnica recomendada para a execução do revestimento têxtil, de modo geral, indica a aplicação de uma camada de regularização do substrato, sobretudo quando este, por permanecer muito tempo exposto ao trânsito de pessoas ou de equipamentos apresenta sua superfície danificada, ou mesmo quando apresenta textura áspera ou rugosa em função da granulometria do agregado empregado na sua produção. A função desta camada é pois, corrigir pequenas imperfeições e a porosidade natural da base, diminuindo, assim, o consumo do adesivo utilizado na camada de fixação do revestimento; bem como, proporcionar maior regularidade superficial ao substrato.

A camada de regularização deve ser constituída por uma massa à base de P.V.A. e de cimento, de consistência pastosa (semelhante a uma massa corrida), que após a aplicação resulta numa textura lisa, ideal para o recebimento dos componentes têxteis.

Entretanto, nos casos em que o substrato tenha sido, efetivamente, produzido segundo as recomendações de Barros [1991], e que tenha sido preservado no transcorrer da obra, a camada de regularização poderá ser suprimida, pois o contrapiso, quando devidamente executado, resulta numa superfície suficientemente lisa, adequada ao recebimento do revestimento têxtil, seja através do uso de adesivos, seja para os revestimentos que são apenas fixados por ripas, nas laterais, abordado adiante.

6.1.3 Camada de Fixação

A camada de fixação tem por função unir os componentes têxteis ao substrato, nos casos em que a aderência entre ambos é característica importante para o desempenho do revestimento.

Pela classificação proposta no capítulo 2, pôde-se observar que existem alguns tipos de revestimento têxtil que são simplesmente lançados sobre o substrato, não aderindo ao mesmo, sendo preso apenas pelas suas bordas. Este tipo, em particular, prescinde da camada de fixação, e será tratado adiante.

Nos casos em que a aderência entre a manta e o substrato é fator importante para o desempenho do revestimento, emprega-se, na camada de fixação um adesivo de contato⁽¹⁾, cuja resina principal é o policloropreno⁽²⁾, mais conhecido pela sua marca comercial Neoprene. Este adesivo apresenta cor "caramelo", consistência viscosa e, na sua constituição, além da borracha sintética são encontrados solventes orgânicos (o principal é o toluol) e cargas minerais

(1) Pode-se caracterizar adesivo de contato como aquele que necessita da presença do material de fixação nas duas superfícies a serem unidas. A união das partes se dá essencialmente por adesão química, isto é, por forças de ligação eletrostáticas, que decorrem da presença de certos elementos em ambas as superfícies. Caso o material de fixação seja aplicado somente em uma das superfícies, a união será menos eficiente.

(2) O policloropreno (neoprene) é uma borracha sintética, produzida a partir do acetileno e do ácido clorídrico, sendo largamente empregado na produção dos adesivos de contato, pois seus materiais constituintes lhe garante uma boa resistência ao calor e aos óleos, resultando na produção de adesivos de excelente qualidade.

adequadamente dosadas. É encontrado no mercado em diversas embalagens, sendo comumente empregadas as latas de 20,0 Kg e os galões de 3,6 Kg.

As principais características que o adesivo empregado na fixação das mantas têxteis devem apresentar, em condições normais de temperatura, são:

- fácil espalhamento;
- tempo de início de aderência⁽³⁾ ("tack") de aproximadamente 15 minutos;
- tempo de cura total de no máximo, 10 dias;
- permitir a utilização do ambiente imediatamente após a aplicação;

6.1.4 Camada de Acabamento

A camada de acabamento, propriamente dita, é constituída por componentes têxteis sintéticos, que se apresentam em forma de mantas, que têm como matéria-prima básica para a sua fabricação resinas poliméricas, sendo as mais empregadas as acrílicas, o poliéster, o polipropileno e a poliamida (náilon), que podem ser misturadas entre si, em proporções adequadas, ou serem utilizadas isoladamente. Estas resinas, corretamente dosadas, passam por um processo de extrusão, resultando em fibras ou fios, que serão empregados na produção dos revestimentos têxteis.

As propriedades intrínsecas das matérias-primas e o processo de fabricação pelo qual passam os componentes têxteis, conferem-lhes as características fundamentais para o adequado desempenho do revestimento, sendo que as principais são o excelente isolamento térmico, conforto termo-tátil, elevada capacidade de absorção acústica e facilidade de troca e reposição do conjunto, que destacam este tipo de revestimento dos demais. Além destas, outras propriedades, tais como: estabilidade dimensional; resistência ao desgaste por abrasão; imputrescibilidade e resistência à ação da luz solar; resistência à ação de agentes químicos; não proliferação de fungos e ou insetos; serem anti-alérgicos; poderem voltar à sua forma original, depois de terem sido solicitados por passos ou objetos pesados, mesmo que por um longo período e durabilidade, de modo geral, respondem adequadamente às condições de solicitação que usualmente ocorrem nos edifícios em estudo.

Porém, como todo tipo de revestimento, também o têxtil possui certas desvantagens ou limitações de uso, destacando-se:

- a dificuldade de limpeza e higienização, devido ao fato de ser formado por fibras ou fios;
- pode ficar manchado pela queda de líquidos tais como óleos e gorduras, esmalte, tintas, chocolate, leite, etc.; e também serem queimados por brasas de cigarro, carvão, etc.;
- seu uso não é recomendado para áreas molháveis, pois, apesar de serem laváveis e não apodrecerem, não são estanques e acumulam água, podendo comprometer o desempenho do subsistema e, além disso, as dificuldades de limpeza e higienização li-

(3) O tempo de início de aderência é aquele que deve-se esperar para que o solvente evapore e possa ter início a fixação do componente.

mitam o seu emprego em tais locais; e

- apesar de na presença de fogo ser um material auto extingüível, pode alimentar o incêndio, bem como liberar gases tóxicos, vindo a comprometer ainda mais a segurança das pessoas envolvidas.

As principais propriedades deste revestimento são comparadas às dos demais, na tabela do anexo "A".

Os revestimentos têxteis são produzidos sempre na forma de mantas, constituídas por duas camadas distintas, sendo que uma é a base (parte inferior), que pode ser formada por uma camada de resinas orgânicas ou por uma tela à base de polipropileno que também recebe uma camada destas resinas e a outra, a superfície (parte superior), formada pelas fibras ou fios. A base tem a função de estruturar o conjunto conferindo-lhe maior resistência e durabilidade, sendo que as duas camadas formam um conjunto que se constitui no revestimento propriamente dito, que uma vez aplicado apresentará, de maneira geral, as propriedades anteriormente colocadas.

Conforme o processo de fabricação e o tipo de resina utilizada as fibras ou fios formarão diferentes tipos de revestimentos têxteis, com distintas propriedades, aspectos e cores, que são comercialmente conhecidos como carpetes, independente da matéria-prima de sua fabricação.

Os tipos, resultantes dos diferentes processos de fabricação, são: os carpetes agulhados vertical ou plano, produzidos à partir de fibras e os carpetes "tufts" produzidos à partir de fios contínuos, sendo que as principais características de cada um serão abordadas a seguir.

6.1.4.1 Carpetes agulhados

A fabricação dos carpetes agulhados, consiste, inicialmente, na transformação da matéria-prima em fibras, sendo que a composição básica destas é uma mistura das resinas poliméricas do tipo polipropileno, poliéster e poliamida (náilon), em adequadas proporções. Estas resinas apresentam-se na forma granular, na cor branco opaco, sendo que o polipropileno pode se apresentar, também, na forma de grânulos coloridos, que são inseridos na mistura, para dar a cor desejada ao produto que será fabricado.

A transformação da matéria-prima granular em fibras ocorre de maneira diferenciada conforme as fibras resultantes sejam ou não coloridas. No caso de serem coloridas, os grânulos brancos e pigmentados, previamente dosados, passam por um primeiro processo de extrusão, onde são homogeneizados, saindo, desta etapa, ainda na forma granular, porém com a coloração final homogênea. Estes grânulos são misturados a outros de cor branco opaco, passando por um segundo processo de extrusão, em que o material é devidamente homogeneizado, saindo em forma de fibras coloridas. As fibras resultantes desta etapa de extrusão devem passar pelo processo de grimpagem, que consiste no frissamento ou encrespamento das fibras por um mecanismo de aquecimento. Após a grimpagem, as fibras passam por uma terceira extrusão, para homogeneização das mesmas, sendo levadas daí, até uma prensa hidráulica, onde serão prensadas e enfardadas, sendo os fardos devidamente pesados e estocados, a partir daí, as fibras estão prontas para entrar no processo de produção do revestimento tipo agulhado.

No caso da produção de fibras brancas, a diferenciação do processo de produção se dá apenas na primeira fase

de extrusão, que é suprimida, ou seja, não há a necessidade de homogeneização dos grânulos coloridos, uma vez que os mesmos não existem, resultando, no final do processo, fardos de fibras brancas.

Observe-se, porém, que quando a produção parte do emprego de fibras brancas, há a necessidade de que estas sejam tingidas para que possam resultar num produto com a coloração desejada. Assim, antes de ter início o processo de fabricação do revestimento propriamente dito, as fibras passam pelo tingimento.

O tingimento é feito com pigmentos sintéticos à base de minerais orgânicos e inorgânicos, que podem ser adquiridos em grânulos ou em pó. Quando granular passam por uma extrusão, previamente ao processo de mistura, e quando em pó, são dosados e diluídos em água, ficando prontos para serem utilizados. O processo de tingimento é feito em uma máquina a vapor, que permite a melhor fixação das cores. Após o tingimento as fibras passam por um processo de secagem, sendo em seguida prensadas, enfardadas e pesadas como no seu processo de produção, anteriormente descrito.

Quando o tingimento é feito após a produção das fibras, os revestimentos têxteis tornam-se mais susceptíveis ao desbotamento, do que quando a cor é proporcionada durante o momento da extrusão, pois neste caso, são adicionadas cargas minerais, tais como o carbonato de cálcio ou talco industrial, que tem a função de incorporar e fixar o pigmento presente na resina à matéria-prima.

Nos casos em que as fibras estocadas, coloridas ou não, apresentem-se sujas, as mesmas deverão passar, antes do processo de produção, por um processo de lavagem que, assim como o tingimento, ocorre em uma máquina a vapor, passando, em seguida, pelo processo de secagem e enfardamento.

A partir das fibras em forma de fardos, tem início o processo de produção do revestimento agulhado que começa com a mistura das fibras de uma ou várias cores, conforme a coloração desejada para o produto final. A mistura poderá ser feita manual ou mecanicamente, sendo que a mecânica proporciona um produto mais homogêneo. Durante este processo, as fibras recebem jatos de amaciante e cargas estáticas ou aditivos antiestético, cuja função são, torná-las macias e com baixo potencial de condução de cargas elétricas, observando-se que os amaciantes serão dispensados quando as fibras destinarem-se à fabricação de revestimentos têxteis para locais de tráfego intenso.

Após a mistura, as fibras chegam à linha de produção através de tubulações, sendo depositadas em silos, onde é verificada a sua maciez e, se necessário, deverá ser aspergido amaciante mais uma vez, antes que tenha início o processo de cardagem.

A cardagem é uma espécie de penteamento das fibras e realiza-se através de máquinas especiais que são alimentadas pelo silo, controlando-se, através de uma balança, a quantidade de fibras que são introduzidas no processo de produção. Estas máquinas trabalham separando as fibras e dispoñdo-as paralelamente, que com a aparência de véus, são depositadas em camadas sobre uma plataforma denominada "lapper". As camadas são sobrepostas uniformemente, em sentidos contrários, para proporcionar um maior entrelaçamento das fibras, formando uma manta.

A manta formada por este processo, pode seguir distintos caminhos, resultando em diferentes carpetes, em função de diferentes processos de agulhagem a que pode ser submetida, resultando assim no agulhado plano ou horizontal (forração), agulhados verticais do tipo veludo e agulhados verticais do tipo "bouclé", que apresenta um aspecto de maciez na superfície. Estes três tipos de carpete estão apresentados na figura 6.1.1, a seguir.

Após o término do processo de agulhagem, os revestimentos estão prontos para a resinagem, que consiste na sua impregnação com resinas orgânicas, que são aplicadas a partir da base da manta, penetrando até uma certa profundidade de sua espessura sem, entretanto, interferir em sua superfície. A função destas resinas é proporcionar uma maior estabilidade ao produto, bem como o aspecto têxtil. Após receberem a impregnação com as resinas, as mantas vão a um forno de secagem, para assegurar a firmeza das fibras e dar maior resistência e durabilidade ao produto final.

As mantas podem apresentar largura de 2,0 m ou 4,0 m, sendo esta produzida sob encomenda. Para a sua estocagem, são enroladas, até que atinjam um diâmetro médio de 0,5 m. E, desta forma, como a espessura é variável de um tipo de manta para outro, o comprimento contido em um rolo também o é, podendo variar de aproximadamente 24,0 m a 80,0 m. As espessuras médias deste revestimento são apresentadas na tabela 6.1.1, a seguir:

Tabela 6.1.1 - Espessuras médias dos revestimentos têxteis agulhados.

TIPO	ESPESURA (mm)
vertical "bouclé"	3,5; 4,0; 5,5
vertical veludo	4,0; 5,0; 6,0; 8,0
horizontal ou plano	3,0; 3,5; 4,0; 4,5

6.1.4.2 Carpetes "tufts"

Para a fabricação dos revestimentos têxteis tipo "tufts", a mesma matéria-prima empregada nos agulhados é transformada em fios, que são bobinados em carretéis dispostos em uma estrutura semelhante a uma grande gaiola metálica. Cada fio, passando por mangueiras plásticas, são tracionados até as máquinas de "bonclagem", que irão tecer o carpete. Nestas máquinas estão as telas que constituem a base deste revestimento, sendo produzidas, normalmente, com a utilização de polipropileno ou poliamida (náilon), com quadriculas minúsculas, onde os fios são inseridos através de agulhas. O resultado desta tecelagem é um revestimento cuja superfície é aveludada e macia.

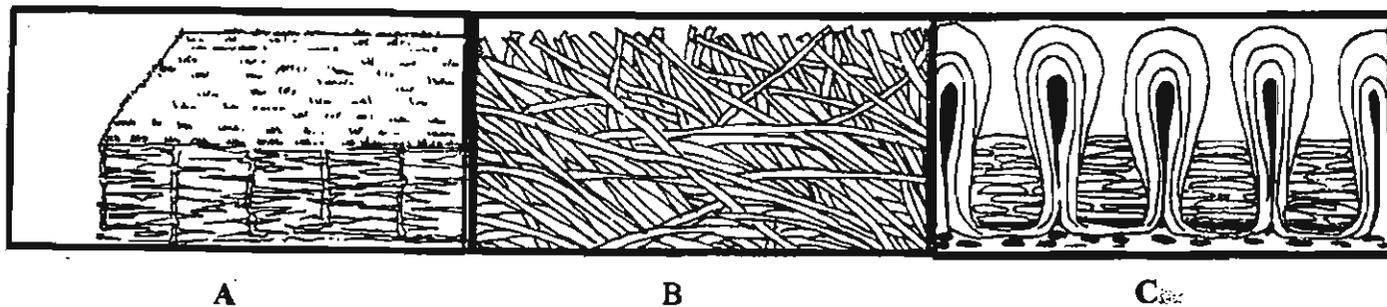


FIGURA 6.1.1 - Representação esquemática dos tipos de carpete agulhado [Fonte: SOMMER]. (a) tipo horizontal; (b) tipo vertical veludo; (c) tipo vertical "bouclé"

De acordo com a regulagem da máquina, pode-se obter o "tuft" "bouclado" ou o aveludado, sendo que este passa por um processo de navalhagem, ou seja, os fios são cortados superficialmente, permitindo o nivelamento da altura dos "tufts" e a regularização da superfície. No "bouclado", os fios ficam em forma de laços.

Após a "bouclagem" as mantas estão prontas para a impregnação com resinas orgânicas, sendo que para os "tufts" a impregnação é feita somente na base, com a função de dar maior ancoragem dos fios à tela, evitando que eles se soltem e ainda, dar estabilidade dimensional e impermeabilidade ao revestimento.

A estabilidade dimensional dos revestimentos tipo "tufts" é menor do que a dos agulhados, devido à presença da tela como base, que por ser uma malha, apresenta pequenas variações em suas dimensões, mesmo após a impregnação.

As mantas, da mesma forma que os agulhados, podem apresentar largura de 2,0 m ou 4,0 m, sendo esta, também produzida sob encomenda. Para a sua estocagem, são enroladas, até que atinjam um diâmetro médio de 0,5 m. Observando-se que as espessuras usuais deste revestimento são de 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 e 15,0 mm, o comprimento contido em um rolo é variável.

6.2 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS

Nesta fase, buscar-se-á definir os principais procedimentos necessários à execução do revestimento têxtil, procurando fornecer os parâmetros para que o mesmo possa ser devidamente projetado e ter as suas atividades de execução adequadamente controladas.

6.2.1 Cuidados que Antecedem o Processo de Produção

Antes de dar início às atividades de assentamento das mantas, recomenda-se alguns cuidados quanto à compra e estocagem do material, aos equipamentos necessários à realização dos serviços, pois estes parâmetros irão interferir diretamente sobre a qualidade e desempenho do revestimento executado.

6.2.1.1 Compra dos materiais

A compra dos revestimentos têxteis deverá ser feita de fornecedores específicos. É um tipo de material ge-

ralmente encontrado em lojas especializadas em revestimentos e decorações; que comumente responsabilizam-se pela aplicação do material utilizando mão-de-obra própria. Entretanto, em se tratando de grandes quantidades, deve-se procurar comprar diretamente dos fabricantes, que podem proporcionar menores preços, além de fornecer a orientação necessária quanto aos mais adequados procedimentos de execução.

Este revestimento é comprado e fornecido em m^2 , assim, para a sua quantificação em obra, deve ser levado em consideração, além da área total a ser revestida, as necessidades de emendas, em função de sua largura. Portanto, ao se programar a execução de tal revestimento, é de extrema importância a elaboração de um projeto construtivo, mostrando os locais das possíveis junções entre mantas, para que a compra e posteriormente a colocação sejam realizadas de forma racionalizada e com economia de material e, em consequência, de mão-de-obra.

6.2.1.2 Estocagem

As condições de estocagem deverão ser controladas, devendo-se proteger os componentes têxteis da ação da umidade, incidência direta de luz solar e poeira pois, apesar de serem produtos sintéticos que não sofrem danos significativos se expostos a estes agentes, os componentes podem ter suas características estéticas comprometidas, antes mesmo do seu assentamento. Além disso, os revestimentos requerem alguns cuidados quanto à posição em que serão armazenados, sendo que esta se diferencia para os dois tipos em estudo. Os rolos dos agulhados deverão ficar na posição vertical apoiados sobre um suporte, tomando-se o cuidado para que não fiquem inclinados, pois isto poderia prejudicar as características de planeza da sua base e, em consequência, a adesão ao substrato, devido à formação de dobras e os rolos dos revestimentos tipo "tufts" deverão ficar na posição horizontal, pois não possuem estrutura para suportar seu próprio peso.

Assim, ao se dimensionar a área de estocagem, que de modo geral, está vinculada ao almoxarifado, deve-se prever os espaços necessários, conforme o tipo que será utilizado.

6.2.1.3 Equipamentos e Ferramentas

Para que as atividades de assentamento ocorram de forma adequada, sem que haja prejuízo da qualidade do produto final, recomenda-se a utilização de equipamentos e ferramentas próprios à cada serviço,

devendo os mesmos estarem em perfeitas condições de manuseio e operação. A seguir, apresenta-se uma listagem dos principais equipamentos empregados para a execução dos revestimentos têxteis.

- desempenadeira de aço lisa e dentada;
- espátula nº 10 (para limpeza);
- lixa nº 60;
- chave de fenda (para abrir as latas de adesivo);
- régua metálica chanfrada de 50 ou 100 cm (de carpintaria);
- metro de bambu;
- pincel;
- lápis de pedreiro;
- martelo de borracha;
- martelo comum pequeno;
- faca tipo "Olfa" (estilete);
- torquês;
- esticador telescópico e
- ferro especial.

6.2.2 Condições para Início de Trabalho

As atividades de execução do revestimento têxtil devem ter início com a verificação das condições locais, isto é, devem ser verificadas a ortogonalidade entre as vedações verticais, a planeza e as condições superficiais do contrapiso, bem como se todas as demais atividades que antecedem a execução do revestimento de piso estão terminadas, tais como arremates de portas, janelas, tetos, instalações em geral e os revestimentos de parede. Na realidade, estas atividades devem estar inseridas na metodologia de controle de recebimento dos serviços de execução da vedação vertical e do contrapiso, entretanto, enquanto tal metodologia não for, efetivamente, implantada em obra, estas atividades deverão ser realizadas precedendo os serviços de execução dos revestimentos a fim de que não seja comprometida a sua qualidade.

6.2.2.1 Ortogonalidade das vedações verticais

No caso dos revestimentos têxteis, a verificação da ortogonalidade das vedações verticais pode ser considerada uma questão secundária, pois por se tratar de um componente do tipo manta, e portanto contínuo, tais irregularidades não são ressaltadas, porém a ortogonalidade é uma característica sempre desejável uma vez que interfere nas características estéticas do ambiente, principalmente quando da colocação de móveis embutidos.

6.2.2.2 Verificação das condições do substrato

O substrato, quando se tratar do contrapiso, deverá ser executado segundo as recomendações de Barros [1991], recebendo acabamento superficial desempenado com desempenadeira de aço ou alisado com colher de pedreiro, não queimado, devendo ser devidamente

regularizado. O acabamento alisado permite uma superfície mais regular, propícia ao recebimento da própria camada de fixação ou mesmo diretamente da manta, nos casos de revestimentos pregados pela sua borda, podendo-se desta maneira, dispensar a utilização da camada de regularização.

A planeza e a regularidade superficial do substrato é fundamental para a execução deste revestimento, pois trata-se de um revestimento fino, ou seja, não possibilita realizar acertos na camada de fixação. A verificação destes parâmetros deverá ser realizada segundo as recomendações de Barros [1991], devendo-se adotar as tolerâncias indicadas pelo autor.

Para a aplicação do revestimento o contrapiso deverá estar isento de umidade, pó e gorduras, devendo ter sido executado no mínimo há 2 semanas no caso de pavimentos elevados e no mínimo há 4 semanas para pisos térreos.

Após a realização de todas as verificações, uma vez constatadas adequadas condições de início de trabalho, a execução do revestimento deve ter início procedendo-se à regularização do substrato, nos casos em que se fizer necessário, prosseguindo-se com o espalhamento da camada de fixação e o posicionamento dos componentes, sendo estas etapas abordadas a seguir.

6.2.3 Execução da Camada de Regularização

A execução da camada de regularização, para o caso dos revestimentos têxteis, eventualmente, pode ser necessária. Isto ocorre quando o contrapiso não for adequadamente produzido, apresentando superfície irregular ou excessivamente rugosa, ou ainda nos casos em que tenha ficado exposto por muito tempo tendo sofrido danos superficiais.

A camada de regularização, quando necessária, deverá ser executada com o emprego de uma massa preparada na própria obra a partir do proporcionamento de um adesivo à base de P.V.A. (Acetato de Polivinila) e água, na proporção, em volume, de 1:8 (P.V.A.:água), acrescentando-se, a esta solução, cimento Portland peneirado, aos poucos, mexendo sempre, até que se obtenha uma massa de consistência pastosa fina, semelhante a uma massa corrida.

Antes da aplicação da massa deve-se limpar toda a superfície a receber a mesma, eliminando-se os detritos, restos de argamassa e manchas de óleos ou gorduras, a fim de que a aderência entre esta camada e base não seja prejudicada.

Com o substrato totalmente limpo, deve-se proceder a aplicação da massa, empregando-se desempenadeira de aço lisa. Aplica-se uma ou duas demãos da mistura, dependendo do estado da base, observando-se sempre um intervalo mínimo entre as aplicações (tempo de cura) que deve ser de aproximadamente 20 minutos, sendo variável em função das condições de temperatura e umidade do ambiente.

Após a secagem parcial da massa de regularização (aproximadamente 12 horas), deve-se passar uma lixa nº 60 em toda a área, onde será feito o revestimento, de modo a remover pequenas saliências ou rebarbas que tenham resultado do processo de aplicação da mesma. A lixa deverá ser fixada em uma desempenadeira de madeira, para uniformizar o lixamento, sendo que o pó resultante deste deverá ser completamente removido, de preferência, com uma vassoura de pêlo, para que o mesmo não se levante vindo a se depositar nas paredes, caixilhos ou mesmo em objetos que não possam ser

retirados do local.

A espessura total da camada de regularização não deve exceder a 3,0 mm. Cada demão de massa, em geral, resulta numa espessura de 1,5 mm, assim, no caso de haver necessidade de se aplicar mais de duas demãos devido a grandes irregularidades, o substrato deverá ser refeito, pois a função dessa camada é apenas regularizar a base e nunca corrigir defeitos como desníveis ou ondulações acentuadas. Observe-se que defeitos detectados nesta etapa da produção denuncia a total ausência de controle de qualidade de execução do contrapiso, bem como a não realização da verificação das condições iniciais do trabalho.

6.2.4 Execução da Camada de Fixação

Antes do adesivo ser aplicado, às superfícies a serem aderidas, é necessário que o mesmo seja devidamente homogeneizado, podendo-se, para isto, utilizar uma espátula para misturá-lo completamente, ainda no seu recipiente. Além disso, para que se tenha uma boa aderência entre o componente e o substrato, este deverá estar totalmente isento de poeira ou quaisquer outros tipos de resíduos.

Com a superfície completamente limpa, o espalhamento sobre o substrato poderá ser feito com o auxílio de uma desempenadeira de aço dentada em forma de "V", cujas características devem ser: distância de 4,0 mm entre os dentes, 2,0 mm de profundidade e ângulo do dente de 60°, encontrada no mercado especializado.

Para o espalhamento do adesivo as mantas deverão ser distribuídas no sentido paralelo à maior dimensão do ambiente, procurando aproveitar ao máximo o comprimento das mesmas, evitando-se, assim, um excessivo número de junções entre mantas. Entretanto, deve-se buscar obedecer o sentido de entrada principal de luz, para não evidenciar as emendas.

Uma alternativa muito empregada para a aplicação do adesivo é espalhá-lo com o uso da própria lata, perfurando-a na sua base. Neste caso o espalhamento se dá sempre em uma direção sobre o substrato e na direção perpendicular sobre a base do revestimento. Tal procedimento, apesar de proporcionar uma elevada produtividade, requer cuidados específicos pois depende essencialmente da qualidade e domínio que a mão-de-obra tem da técnica de execução.

O espalhamento do adesivo, de uma ou outra forma, ocorre à medida em que a manta vai sendo estendida e sendo assim, as demais atividades de execução do revestimento têxtil serão abordadas no item seguinte.

6.2.5 Execução da Camada de Acabamento

Os carpetes agulhados ou "tufts" deverão ser aplicados sobre o substrato devidamente preparado, como abordado anteriormente. A técnica de aplicação de ambos, pode se dar tanto pela sua colagem direta ao substrato, como pelo seu simples estendimento. No entanto, a técnica de colagem é usualmente recomendada para os agulhados enquanto para os "tufts", recomenda-se a de estendimento.

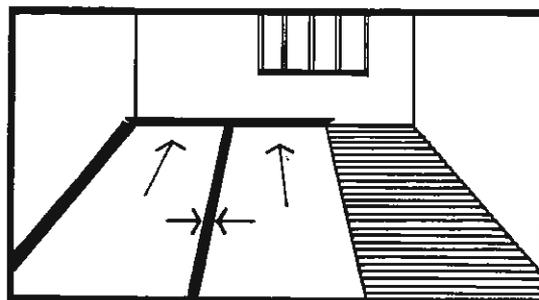


FIGURA 6.2.1 - Ajuste das mantas junto às vedações verticais e sobreposição de duas mantas adjacentes [Fonte: SOMMER].

6.2.5.1 Aplicação do revestimento agulhado

A manta, em forma de rolo, deverá ser aberta no local onde será assentada, deixando-se uma sobra de 5 cm junto às paredes, buscando-se ajustá-la ao esquadro do ambiente. Quando os ambientes superarem a largura da uma manta, será necessário a colocação de outra adjacente, sendo que esta deverá se sobrepor à anterior em aproximadamente 5 cm, permitindo, desta forma, um perfeito acabamento. Estes cuidados são ilustrados pela figura 6.2.1.

Durante a colocação deve-se observar que todas as mantas sejam colocadas sempre no mesmo sentido, não podendo serem invertidas, pois, caso isto venha a ocorrer, o sentido das fibras ficará também invertido, originando uma tonalidade diferente no mesmo ambiente. Para que não se corra o risco de inversão das mantas, deve-se observar as setas impressas na sua base, que indicam o sentido das fibras.

Após estender a manta no ambiente a ser revestido, deixando uma sobra de 5 cm junto às paredes e ter acertado o seu esquadro, a manta deverá ser dobrada ou enrolada até a metade do seu comprimento, iniciando-se o espalhamento do adesivo sobre o substrato e no verso da manta, usando-se, neste caso, um pincel ou a própria lata perfurada. O espalhamento do adesivo deverá ser feito levando-se em conta que a área do substrato a recebê-lo é limitada pela largura da manta, devendo ser espalhado, de modo que fique afastado aproximadamente 10 cm da borda da mesma para facilitar a execução das emendas. Este procedimento está ilustrado na figura 6.2.2.

Para o assentamento propriamente dito, deve-se esperar que o adesivo atinja o tempo de início de aderência, ou seja, o tempo de "tack".

Observe-se que o tempo de início de aderência, que de modo geral é de 15 minutos, pode variar em função das condições de temperatura, umidade e ventilação do ambiente. Assim, o assentamento das mantas somente deverá ter início, após verificado as condições do adesivo, que pode se dar da seguinte maneira: passado uns 10 minutos, deve-se apertar levemente o adesivo com um dedo. Caso o adesivo adira ao dedo é porque ainda não atingiu o tempo de início de assentamento, devendo-se retardar a colocação. No caso de, apertando levemente o dedo, o adesivo não aderir, deve-se apertar fortemente e, se neste caso o mesmo aderir ao

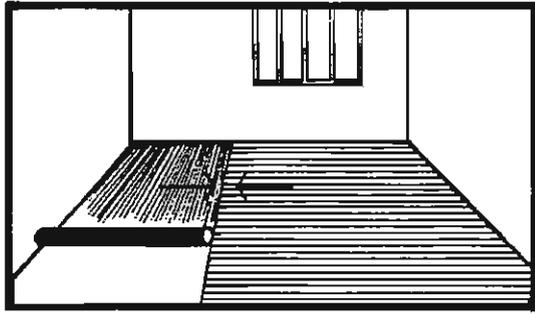


FIGURA 6.2.2 - Enrolamento da manta e aplicação do adesivo sobre o substrato [Fonte: SOMMER].

dedo, sem se soltar da base, deve-se prosseguir a colocação.

Observe-se que, em se apertando fortemente o dedo sobre o adesivo, este não aderir, é porque foi ultrapassado o ponto de início do assentamento. Caso isto aconteça, o adesivo deve ser completamente removido, aplicando-se uma nova camada, reiniciando o processo.

Devido o adesivo possuir solventes altamente inflamáveis, durante o espalhamento não se deve fumar ou provocar chamas ou centelhas no ambiente. E ainda, a fim de não danificar as mantas aplicadas, o operador deverá usar sandálias de borracha, em vez de sapatos, durante a execução dos serviços.

Uma vez verificado o tempo de início de aderência, deve-se soltar a manta, vagarosamente, e ir passando uma régua metálica, usando para isso o peso do próprio corpo, para que seja evitado a formação de bolhas de ar no interior do revestimento, que podem comprometer a sua adesão. A figura 6.2.3, ilustra este procedimento.

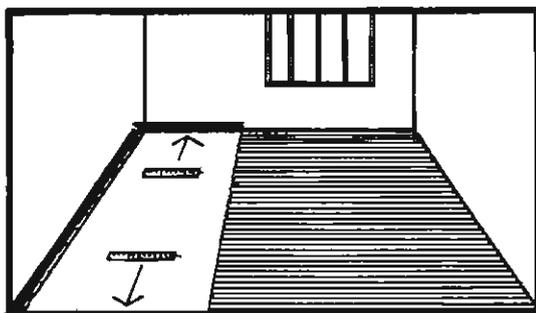


FIGURA 6.2.3 - Procedimento de aplicação do revestimento têxtil com o auxílio de uma régua metálica que deve ser passada sobre a sua superfície [Fonte: SOMMER].

Para a aplicação da segunda metade da manta os procedimentos são idênticos, sendo que esta deverá ser dobrada sobre a parte anteriormente assentada.

Observe-se que, tão logo esteja terminado o trabalho de assentamento das mantas, deve-se-á verificar todos os seus encontros com as vedações verticais, retirando-se o possível excesso de adesivo de modo que o mesmo não venha a prejudicar o arremate posterior.

Após esta verificação deve-se proceder o acabamento dos cantos e das emendas, recomendando-se que este serviço seja executado no dia seguinte ao do assentamento. Este tempo é necessário para que ocorram as retrações do revestimento, provocadas pela secagem do adesivo, reduzindo, assim, a possibilidade de que as juntas venham a se abrir. Caso tal procedimento não seja possível, em função da dinâmica da obra, deve-se esperar um tempo mínimo de 3 horas, para que se possa iniciar os serviços de arremates, observando-se que, neste caso, a probabilidade de abertura das juntas torna-se maior.

Os arremates junto às paredes e nas emendas deverão ser realizados com o emprego de régua metálica e lâmina de corte em boas condições de uso. Caso os arremates sejam feito à mão livre, com lâmina de corte inadequada, poderão ocorrer emendas desalinhadas e ainda, o recorte das mantas nos cantos poderá se apresentar com os vértices fora de esquadro. Assim, para que se possa obter arremates adequadamente executados, serão reunidas, a seguir, algumas recomendações:

- para a realização dos cortes nos acabamentos de cantos, deve-se utilizar a lâmina (faca tipo "Olfa"), devidamente perpendicular à posição da régua, cortando-se cuidadosamente o excesso do revestimento;
- o arremate nas emendas deve ter início pelo corte do excesso, que deve ser realizado no centro da parte sobreposta, conforme ilustra a figura 6.2.4, cortando-se as duas mantas. Cortados os excessos, eles devem ser retirados, levantando-se em seguida, as partes não coladas afim de aplicar o adesivo tanto no substrato como na manta, abaixando a manta na seqüência. Para que se tenha melhores condições de aderência, deve-se bater levemente o martelo de borracha, sobre as emendas.

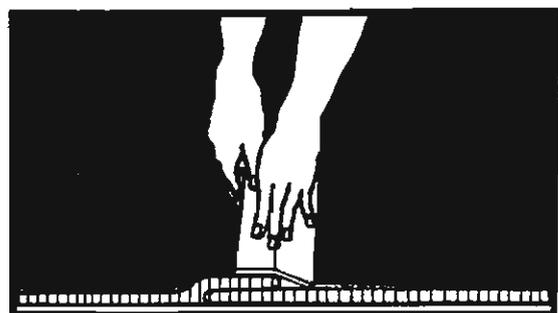


FIGURA 6.2.4 - Procedimento para realização do corte nas emendas de duas mantas adjacentes [Fonte: SOMMER].

6.2.5.2 Aplicação do revestimento tipo "tuft"

Os carpetes tipo "tufts" podem ser colados diretamente sobre o substrato, conforme a técnica de execução anteriormente descrita. Porém, para que se obtenha maior conforto e isolamento termo-acústica, recomenda-se o sistema de colocação estendida.

Esta técnica de execução requer a utilização de um forro de feltro, com espessura de aproximadamente 5 mm, que é colocado entre o revestimento e o substrato e, além disso, deve-se contornar o perímetro da área a ser revestida com ripas ou sarrafos de madeira, cuja espessura deve ser a mesma do feltro, para que não exista descontinuidade no contorno das paredes. As ripas de contorno, de modo geral, são fornecidas com os elementos necessários para a sua fixação ao substrato, porém, caso não apresentem, devem ser utilizados pregos de aço ou parafusos com buchas para a fixação das ripas ao piso. Observe-se que o uso destes tipos de dispositivos de fixação são importantes pelo fato de não oxidarem em contato com a argamassa à base de cimento, pois a oxidação dos mesmos pode levar a um desprendimento do revestimento.

O feltro deverá ser somente estendido sobre a área a ser revestida, devendo ficar rente ao sarrafo, não sendo necessário colá-lo. O carpete deverá ser esticado sobre o feltro, cobrindo o sarrafo.

Também para a aplicação do carpete tipo tuft as mantas deverão ser distribuídas no sentido paralelo à maior dimensão do ambiente, procurando aproveitar ao máximo o comprimento das mesmas, evitando-se, assim, um excessivo número de junções entre elas. Entretanto, deve-se buscar obedecer o sentido de entrada principal de luz, para que não sejam evidenciadas as emendas.

Antes de pregar o carpete no sarrafo, é preciso executar as emendas entre as mantas, que devem ser feitas com o emprego de uma fita termocolante (fita americana), que tem propriedades adesivas em ambos os lados, possibilitando a fixação do feltro e do carpete.

A fita americana deve ser posicionada sobre o feltro, na posição exata da emenda, devendo as duas mantas (a serem emendadas) serem centralizadas sobre ela. Uma vez centralizadas, as mantas devem ser abertas, conforme ilustra a figura 6.2.5a, a fim de que se possa passar o ferro próprio para esta atividade, bem quente,

sobre a fita, sendo que imediatamente após a passagem do ferro, deve-se aplicar os dois lados das mantas sobre a fita, conforme ilustra a figura 6.2.5b.

Após a execução das emendas, com a ajuda do esticador telescópico, a manta deverá ser esticada sobre o sarrafo, sendo imediatamente pregada ou grampeada sobre o mesmo, conforme ilustra a figura 6.2.6.

6.2.5.3 Aplicação dos acabamentos

Os acabamentos estão relacionados aos arremates que se fazem junto às vedações verticais, sendo que, nestes casos, são denominados rodapés e nos encontros com diferentes tipos de revestimentos, usualmente denominados faixa ou soleira.

Estes acabamentos propiciam a criação de efeitos estéticos agradáveis, bem como possibilitam melhores condições de higienização e arremate nos encontros dos subsistemas piso e vedação vertical.

Os rodapés usualmente empregados como acabamento dos revestimentos têxteis podem ser de madeira, uma faixa do próprio revestimento têxtil ou ainda um cordão monofio. A execução dos rodapés deverá ser feita após terem sido concluídas todas as atividades de assentamento do revestimento têxtil, uma vez que os rodapés devem se sobrepor ao mesmo para que permita um arremate perfeito.

A fixação do rodapé varia conforme o tipo empregado. Assim, a seguir, são dadas algumas recomendações das técnicas de execução mais adequadas a cada um.

Quando forem utilizados rodapés do próprio material de revestimento, isto é, feito de tiras ou faixas, deve-se verificar, primeiramente, a limpeza da parede onde o mesmo será fixado, limpando-a completamente, quando necessário, a fim de que materiais pulverulentos ou outras substâncias não venham a prejudicar a aderência entre substrato e o rodapé. Com a superfície limpa, deve-se proceder a demarcação da altura do rodapé e para isto, deve-se tomar o tamanho efetivo da faixa a ser fixada, subtraindo-se 5,0 mm, marcando a medida resultante, na parede, com o auxílio de um lápis de pedreiro. A demarcação da linha de referência abaixo da medida total da faixa deve ser feita para que, ao se espalhar o adesivo, evite-se que o mesmo reflua para além da faixa, vindo a provocar manchas desagradáveis. O espalhamento do adesivo tanto na superfície da parede como no rodapé, deve ser feito

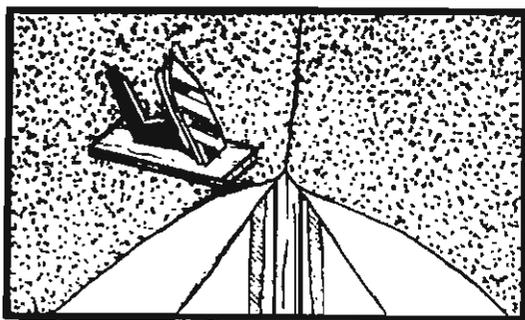


FIGURA 6.2.5 - Execução da emenda entre duas mantas adjacentes para os revestimentos tipo "tufts" [Fonte: SOMMER]; (a) posicionamento da fita termocolante e das mantas antes da aplicação do ferro quente; (b) execução da junta entre mantas com a passagem do ferro sobre a fita termocolante.

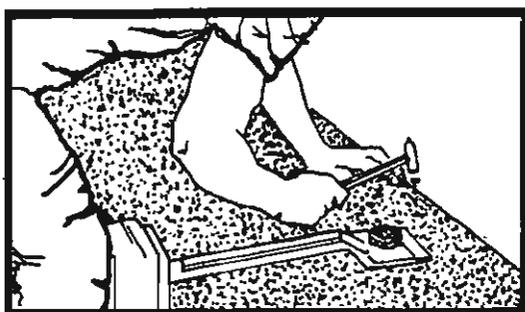


FIGURA 6.2.6 - Fixação do carpete ao sarrafo por meio de pregos, auxiliado pelo esticador telescópico [Fonte: SOMMER].

com pincel, esperando-se o tempo de início de aderência, fixando o rodapé, em seguida, com o auxílio do martelo de borracha.

Nos casos em que forem utilizados rodapés de madeira ou cordões, deve-se realizar a fixação, cuidadosamente, utilizando-se pregos de aço, que devem ser espaçados de 30 a 35 cm no caso dos rodapés de madeira e aproximadamente 15 cm para os cordões.

Os materiais usualmente empregados em conjunto com os revestimentos têxteis, para dar acabamento na interface com outro tipo de revestimento é uma faixa de metal, usualmente de latão. Estas faixas são sobrepostas ao revestimento têxtil, no limite com o outro tipo, permitindo um bom acabamento e encontro entre ambos, evitando-se que o revestimento têxtil se desprenda neste ponto.

6.3 PATOLOGIAS DOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS

Uma das principais causas de problemas patológicos ocorridos nos revestimentos têxteis é a qualidade de execução dos serviços, notadamente pela falta de controle das etapas de produção e treinamento da mão-de-obra empregada, que, de modo geral, acarretam problemas de descolamento do revestimento, abertura das emendas, diferenciação nas tonalidades do revestimento de um mesmo ambiente, manchas devido à má aplicação do adesivo de contato ou mesmo pela queda de produtos diversos.

Além disso, podem ocorrer problemas na fase de uso do ambiente, notadamente as manchas devido à queda de produtos alimentícios, cinzas de cigarros, fósforos acesos, entre outros.

Os principais problemas e suas possíveis causas serão abordados a seguir, buscando-se com estas informações evitar ou pelo menos minimizar a sua ocorrência.

6.3.1 Descolamento

O descolamento, responsável por considerável parcela de problemas no revestimento têxtil, pode ocorrer por três diferentes motivos.

- insuficiência de cola: este problema pode originar-se de um espalhamento irregular pela superfície, por deficiências na formação da mão-de-obra ou mesmo por não se respeitar um consumo mínimo para que se tenha uma adequada aderência, que é de aproximadamente 250 a 300 gramas por m²;
- não respeito ao tempo de início de aderência: muitas vezes, devido à inexperiência do aplicador, deixa-se passar o tempo limite ou aplica-se o revestimento antes que o solvente tenha se evaporado, ocorrendo assim, problemas de aderência.
- utilização de adesivos não recomendados ou de qualidade duvidosa: o emprego de adesivos não apropriados ou mesmo adquiridos de fornecedores não idôneos podem levar a uma deficiência na colagem.

Observe-se que a origem fundamental destes problemas é a ausência de uma metodologia de controle de produção do revestimento como um todo, pois, se os materiais forem adquiridos através de uma compra técnica e se as atividades de execução forem devidamente controladas, pode-se reduzir sensivelmente os problemas de descolamento dos carpetes.

6.3.2 Emendas Abertas

É comum a ocorrência deste tipo de problema, notadamente nos revestimentos agulhados, quando o arremate das juntas é realizado imediatamente após a aplicação das mantas, pois não houve tempo para que todas as reações se processassem, havendo assim, a possibilidade do encolhimento da manta devido à retração do adesivo. O respeito ao tempo recomendado para que se processem os arremates tende a reduzir ou mesmo eliminar este tipo de problema.

Além disso, a abertura das juntas poderá ocorrer, ainda, pela ausência de adesivo em quantidade suficiente para que se processe a emenda ou pela má qualidade da fita termoplástica empregada nos revestimentos tipo "tufts", ou ainda pela inversão do sentido das mantas que fará com que mantas adjacentes trabalhem de maneira diferenciada provocando tensões nas juntas que podem levar à sua abertura. Também neste caso, um adequado programa de controle de qualidade poderá eliminar o problema.

6.3.3 Diferenças de Tonalidade no Revestimento

É um problema típico da ausência de controle de qualidade de execução, pois ocorre apenas quando as mantas são aplicadas com sentido invertido ou quando da utilização indiscriminada de retalhos que sobram dos cortes que, para serem aproveitados não se respeita o sentido de colocação.

Este problema é facilmente evitado a partir do controle da produção.

6.3.4 Imperfeições na Superfície

Os revestimentos têxteis, são revestimentos de pequena espessura, assim, nos casos em que o preparo do substrato tenha sido negligenciado, poderão ocorrer imperfeições na superfície do revestimento. Este fato está intimamente relacionado com o controle de qualidade de execução do substrato e aplicação do revestimento, sendo que ao serem seguidas as reco-

Tabela 6.3.1: Produtos de limpeza para tratamento das manchas mais comuns nos revestimentos têxteis [Fonte: SOMMER].

Sequência das operações = 

Manchas \ Produtos para limpeza	Manchas																
	Açúcar	Café	Cerveja	Chá	Chocolate	Esmalte	Frutas	Gordura e óleo	Leite	Licor	Manteiga	Refrigerante	Urina	Sangue	Whisky, coquetéis	Vinho	Vômito
Água morna	■		■														
Benzina											■						
Alcool								■									
Removedor										■							
Vinagre branco															■		
Gelo		■															
Glicerina					■				■								
Amoníaco diluído				■													■
Acetona (deixar secar)						■											
Solução de 1 colher de sabão em pó e 1 colher de vinagre branco em 1 litro de água morna (agitar até que dê espuma)								■				■	■	■		■	■
Enxugar com tecido absorvente		▲	▲	▲	▲	▲		▲		▲	▲				▲		
Repetir a operação									▲								

mendações de produção, aqui apresentadas, este problema tende a não ocorrer.

6.3.5 Manchas

Os revestimentos têxteis, por se apresentarem com muitas fibras, ficam sujeitos a serem manchados por diversos produtos tais como café, chocolate, manteiga, a própria cola de assentamento, entre outros, uma vez que eles são extremamente absorventes.

O manchamento por cola decorre do seu extravasamento pelas bordas ou juntas do revestimento, principalmente quando tenha sido aplicada em excesso, seja pela não utilização da desempenadeira dentada, seja pela irregularidade acentuada do substrato, que não fora devidamente preparado ou ainda, pela excessiva abertura dos furos na base da lata do adesivo. Além disso, o adesivo pode manchar quando a colagem das superfícies tenha sido realizada antes do tempo mínimo de início de aderência, pois neste caso, sem a evaporação do solvente, o adesivo não seca, vindo a im-

pregnar a camada de revestimento, podendo atingir a sua superfície.

Neste caso, uma vez mais, as características da mão-de-obra e o controle de qualidade de execução são fundamentais para que se obtenha um revestimento livre deste tipo de mancha.

As manchas por queda de líquidos ou outros produtos decorrem, em geral, do período de utilização do revestimento, sendo que diversos tipos de manchas podem ser removidos, desde que sejam tomados alguns cuidados. A tabela 6.3.1 apresenta diversos tipos de manchas, sugerindo alguns produtos de limpeza para a sua remoção. Observe-se, porém, que estes produtos são indicativos, devendo serem testados com cuidado, verificando se não alteram a cor original do revestimento.

Os procedimentos gerais para a remoção das manchas apresentados na tabela 6.3.1 são:

- remoção imediata do excesso, utilizando-se um pano limpo, sem esfregá-lo;

- limpeza do local com um pano absorvente, branco e limpo, iniciando pelas bordas da mancha, indo em direção ao centro, retirando ao máximo o produto derramado e
- empregar com cuidado os produtos anteriormente recomendados.

CONJUNTO DE NORMAS REFERENTES AOS REVESTIMENTOS TÊXTEIS, EDITADAS PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (A.B.N.T.).

NBR-7686/83 - Revestimentos têxteis de piso.

NBR-8720/85 - Preparação de corpos de prova de revestimentos têxteis de piso.

NBR-8810/85 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da resistência à abrasão.

NBR-9399/86 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da espessura.

NBR-9400/86 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da massa total por unidade de área.

NBR-9926/87 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da espessura do veludo útil.

NBR-10313/87 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da alteração dimensional.

NBR-10314/87 - Revestimentos têxteis de piso - determinação da perda de espessura após aplicação de uma carga estática moderada.

7. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PROJETO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE EXECUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO

Neste capítulo, buscar-se-á reunir algumas diretrizes básicas para a elaboração do projeto e do planejamento da produção do piso, bem como serão propostos alguns procedimentos para o controle de qualidade das atividades de execução.

O projeto é o ponto de partida para um correto e bem sucedido processo de produção e, conseqüentemente, para o avanço tecnológico do setor da construção civil de edifícios. Sem ele, torna-se impraticável a realização do planejamento e do controle de qualidade de execução uma vez que, é a partir da sua elaboração que se têm os parâmetros necessários para se exercer o controle da produção, buscando obter um produto com a qualidade especificada, com custos compatíveis com as características do edifício e no prazo programado, empregando-se adequadamente os recursos disponíveis, isto é, os materiais, os equipamentos, a tecnologia construtiva e a mão-de-obra.

7.1 PROJETO DO SUBSISTEMA PISO

A importância da existência de um projeto construtivo, para um determinado subsistema do edifício foi extensivamente colocada no capítulo 5 do documento técnico R6-06/90 "Recomendações para a Produção de Revestimentos Cerâmicos para Paredes de Vedação em Alvenaria" [Sabbatini et al., 1990], que apesar de tratar especificamente do projeto construtivo de revestimentos

cerâmicos para alvenarias de vedação, pode ter o seu conceito extrapolado para todo o edifício, não sendo necessário, aqui, a sua repetição.

Confirmando as afirmações feitas naquele documento, coloca-se a experiência obtida com a implantação da metodologia de produção do contrapiso em diversos canteiros de obras, demonstrando que a elaboração do projeto construtivo foi a mola propulsora para o domínio e o avanço tecnológico da sua produção, pois, é o projeto que permite definir, claramente, as características desejáveis para o componente ou subsistema, determinando-se, a partir daí, as exigências que deve cumprir, como poderá ser concretizado e qual o seu nível de interferência com as demais atividades da obra, podendo-se assim, solucionar racionalmente e controlar cada etapa da produção.

Continuando a buscar o espaço tecnológico dentro do canteiro de obras, sobrepondo o empirismo que hoje o domina, é que se propõe a elaboração do projeto construtivo do subsistema piso como um todo, que deve envolver a definição de cada uma de suas camadas, considerando-se a inter-relação das mesmas e destas com os demais subsistemas do edifício, uma vez que o piso é executado, por etapas, passando por diversas fases da obra.

Os procedimentos relativos à elaboração do projeto do contrapiso foram amplamente abordados por Barros [1991]. Sua implantação, em canteiro, obteve grande sucesso no que se refere à racionalização e otimização das atividades de produção, sendo hoje, de domínio do meio técnico; assim, neste trabalho, não será necessário repetir as proposições ali colocadas. Estas serão tomadas como ponto de partida para a complementação do projeto do subsistema como um todo, abordando-se apenas os procedimentos para a elaboração do projeto da camada de revestimento.

O projeto da camada de revestimento do piso corresponde à definição clara das questões relativas aos materiais, técnicas e detalhes construtivos a serem empregados na sua produção, observando-se que, muitas vezes, a determinação destas variáveis implica, também, na caracterização da mão-de-obra necessária para a realização das atividades produtivas. Estas questões serão abordadas a seguir, iniciando-se pela determinação dos parâmetros que direcionam a elaboração do projeto.

7.1.1 Parâmetros para Projeto da Camada de Revestimento do Piso

São muitos os parâmetros a serem considerados para a elaboração do projeto do revestimento de piso, principalmente em decorrência da variedade de materiais de revestimento disponíveis no mercado e das diferentes condições de solicitação a que estará sujeito. Entretanto, considerando-se somente os materiais, objeto deste trabalho, isto é, os revestimentos cerâmicos, em pedra, vinílicos e têxteis e ainda, que eles serão aplicados em áreas internas aos edifícios, os principais parâmetros envolvidos no processo produtivo são: a natureza e as características do substrato; as solicitações de utilização durante sua vida útil e as dimensões das áreas a serem revestidas.

7.1.1.1 Natureza e características do substrato

O substrato da camada de revestimento de piso, corresponde, na maioria das vezes, ao contrapiso, que

pode apresentar distintas características, determinadas, sobretudo, pelo seu processo de execução, ou seja pelos materiais e técnicas nele empregados.

A implantação da metodologia de produção proposta por Barros [1991] mostrou que, seguidos os procedimentos ali recomendados, é possível obter um contrapiso cujas características de resistência mecânica e capacidade de absorver deformações sejam compatíveis com as necessidades impostas pelos revestimentos em estudo. Além destas características, porém, é importante ressaltar as que se referem ao seu acabamento e regularidade superficial, que envolvem principalmente o nivelamento, a planeza e a textura, cujos requisitos podem diferenciar de um revestimento para outro.

As condições de textura superficial do contrapiso estão tratadas por Barros [1991], em função dos diversos revestimentos e tipos de camada de fixação passíveis de utilização. Assim, uma vez definido o material a ser empregado na camada de revestimento e a sua técnica de aplicação é possível definir o acabamento superficial mais adequado a ser dado na superfície do contrapiso.

A planeza e o nivelamento do substrato, são fatores preponderantes para a obtenção de um revestimento de garantida qualidade, pois, por se tratarem, na sua maioria, de revestimentos aplicados por uma camada de fixação delgada, a planeza e o nivelamento do contrapiso são praticamente os mesmos da camada de acabamento. Neste sentido, as tolerâncias propostas por Barros [1991], deverão ser respeitadas para os revestimentos aplicados sobre o contrapiso.

Além disso, o consumo de material na camada de fixação do revestimento ao substrato também está relacionado com as características superficiais do mesmo, assim, quanto piores as condições de textura e regularidade da superfície, maior o consumo desta camada e conseqüentemente maior é o custo das atividades. Daí, a necessidade de se seguir as proposições anteriormente colocadas que buscam adequar as características do contrapiso, o máximo possível com as características dos revestimentos de piso.

No caso em que a laje constitua o substrato, como por exemplo para a aplicação da ardósia, a camada de fixação ou de aderência é classificada como espessa, podendo absorver pequenas irregularidades superficiais daquele. Porém, no projeto, deve-se especificar as condições do substrato de maneira que a camada de aderência não seja aplicada com espessura excessiva, podendo-se evitar, desta maneira, o aparecimento de problemas patológicos.

7.1.1.2 As solicitações durante a vida útil do revestimento

A camada de revestimento de piso será solicitada somente a partir do momento de sua execução, até o final de sua vida útil, observando-se que este é um dos últimos serviços a serem concluídos na obra.

As solicitações sofridas pelo revestimento de piso durante o período de utilização, condicionam as características que esta camada deverá apresentar, tais como, resistência mecânica, comportamento térmico, estanqueidade, segurança de utilização e durabilidade.

Alguns tipos de revestimentos apresentam melhores características que outros, quando observada uma determinada propriedade, podendo ser, porém, deficiente numa outra. Assim, a escolha do

revestimento mais adequado a um determinado ambiente deverá considerar, antes de tudo, as solicitações a que o mesmo estará sujeito ao longo de sua vida útil, buscando compatibilizá-las com as características de cada tipo de revestimento, abordadas nos capítulos anteriores e a partir daí proceder a escolha.

7.1.1.3 Dimensões das áreas a serem revestidas

As dimensões das áreas a serem revestidas interferem no seu desempenho principalmente, em decorrência do potencial de deformações que pode apresentar. A absorção de tais deformações, por sua vez, é característico do subsistema como um todo, diferenciando-se para cada tipo de revestimento. Assim, ao dar início à elaboração do projeto deve-se considerar o tipo de revestimento a ser empregado e as dimensões do local a ser revestido, a fim de que possam ser propostas juntas construtivas ou de movimentação nos locais mais adequados, evitando-se desta forma, o surgimento de problemas patológicos decorrentes da ausência das mesmas, como por exemplo, o aparecimento de fissuras ou mesmo descolamento do revestimento em função do acúmulo de tensões em determinadas regiões.

Considerando-se os edifícios em estudo, de maneira geral, os ambientes apresentam dimensões tais que dispensam, na maioria dos casos, a preocupação com as juntas construtivas para qualquer tipo de revestimento utilizado. Porém, em se tratando de revestimentos modulares tais como os cerâmicos, de pedras e vinílicos em placas, as suas características intrínsecas devem ser consideradas para que se possa definir adequadamente as juntas entre componentes.

As questões relativas às juntas para cada tipo específico de revestimento, estão abordadas juntamente com as recomendações acerca das técnicas de execução.

7.1.2 Desenvolvimento do Projeto

O projeto de revestimento de piso deverá ser realizado em conjunto com o projeto de contrapisos, na realidade ambos se complementam. Assim, além das recomendações definidas por Barros [1991], pouco se pode acrescentar; no entanto, apenas com o intuito de sistematizar a etapa de elaboração de projeto reafirma-se que a mesma deverá se desenvolver em três fases.

Na primeira, deve-se analisar os demais projetos do edifício, buscando-se identificar e conhecer as especificações produzidas para os outros subsistemas, verificando suas interferências com o piso.

Com os subsídios da primeira etapa, tem início a segunda fase que consiste na elaboração do projeto de revestimentos, propriamente dito, em que devem ser considerados os parâmetros anteriormente abordados e a necessidade de adoção de específicos detalhes construtivos tais como juntas, soleiras, rodapés e faixas.

A terceira fase corresponde à redefinição do projeto, na qual as diretrizes, inicialmente propostas, poderão ser reavaliadas, admitindo-se possíveis correções, principalmente em decorrência das características reais de desenvolvimento da obra, da alteração da programação das atividades e da disponibilidade de materiais e de mão-de-obra.

7.1.2.1 Análise de projetos

Nos empreendimentos em que se estiver elaborando o projeto de alvenaria, este deverá ser tomado como referência para a análise, pois o mesmo reúne, de maneira clara e objetiva, as informações dos diversos projetos usuais, tais como o de arquitetura, estrutura e instalações. Além desse, deve-se buscar informações acerca do projeto de impermeabilização das áreas molháveis.

Do projeto de alvenaria deverão ser identificados:

- . as espessuras das vedações verticais;
- . as dimensões exatas dos ambientes a serem revestidos;
- . as dimensões e disposições dos componentes estruturais;
- . a existência de juntas estruturais;
- . a localização de pontos de esgoto e energia elétrica quando no piso;
- . o tipo e posição de tabulações a serem embutidas no piso;
- . a existência de ressaltos nas lajes e
- . as exigências de desníveis entre ambientes.

Após a identificação de todas estas especificações, faz-se necessário compatibilizá-las entre si, dando início, a partir daí, à elaboração do projeto.

A partir do projeto de impermeabilização deve-se verificar as características do sistema empregado, tais como os materiais utilizados, a espessura da camada, as exigências de proteção e de declividade, etc.).

7.1.2.2 Princípios para elaboração do projeto

A meta do projetista do subsistema piso deve ser proporcionar o seu adequado funcionamento, ou seja, deve-se buscar garantir que o piso desempenhe efetivamente as funções que lhe são atribuídas. Para isto, pode-se lançar mão de uma série de recursos, como por exemplo, o emprego de materiais compatíveis com as exigências de qualidade; a elaboração de detalhes construtivos que contribuam para a proteção do subsistema: a especificação de técnicas de execução compatíveis com cada tipo de revestimento e com o uso do subsistema, entre outros. Enfim, deve-se buscar proporcionar condições de funcionalidade ao conjunto.

No que se refere aos materiais e às técnicas de execução, deve-se atentar para o exposto por Barros [1991], bem como nos capítulos anteriores. Quanto aos detalhes construtivos, estes deverão ser adotados de modo a minorar os possíveis efeitos deletérios decorrentes das condições de solicitação do piso, sobretudo de sua camada de revestimento, proporcionando-lhe uma vida útil mais longa.

Observe-se, porém, que em função dos distintos tipos de revestimentos podem existir diferentes detalhes construtivos a serem adotados em situações diversas. Assim, na seqüência, são elencadas algumas recomendações para a definição do projeto, devendo-se salientar que elas não esgotam o assunto em questão, devendo serem consideradas, apenas, como um ponto de partida, incrementando-as à medida em que novas necessidades aparecerem.

Sempre que possível, deve-se buscar criar detalhes construtivos que auxiliem no adequado desempenho do piso, sobretudo no que se refere à sua durabilidade e segurança de utilização. Apenas como contribuição, apresentam-se, a seguir, alguns possíveis detalhes que, se corretamente aplicados, poderão auxiliar para que se atinja o desempenho esperado para este subsistema:

- criação de desníveis efetivos e visíveis entre áreas molháveis e áreas secas;
- não utilização de frisos salientes para a separação de áreas secas e molháveis, buscando-se empregar, nestes casos, soleiras visíveis que destaquem a existência do degrau;
- especificação de materiais antiderrapantes e antideslizantes nas escadas, áreas de acesso a edifícios e rampas;
- dimensionamento adequado de degraus quando da proposição de desníveis entre ambiente, destacando-os pelo emprego de diferentes materiais de revestimento ou de frisos metálicos;
- definição prévia do aparelho dos componentes quando estes forem do tipo modulares que, de modo geral, pode se dar com juntas a prumo, desencontradas ou em esquadro;
- definição da distribuição das mantas quando estas apresentarem padrão superficial, como é o caso das mantas vinílicas, em que para preservar o aspecto visual do revestimento as junções entre mantas deverão preservar a modulação dos padrões estampados;
- detalhamento da execução de pontos críticos em que podem ser destacados os encontros entre o piso e a vedação vertical, cuidando-se para o perfeito arremate das juntas, podendo-se empregar nestes casos, rodapés constituídos dos mais diferentes materiais, compatíveis com os revestimentos em utilização; e ainda os arremates junto aos ralos e possíveis caixas elétricas presentes no piso. Nestes casos, deve-se buscar empregar nas juntas, materiais que permitam a estanqueidade das mesmas, em função do tipo de revestimento que se estiver empregando.

A fim de reunir as necessidades básicas de um projeto de pisos, elenca-se a seguir os principais quesitos que, necessariamente, deve conter:

- o nível acabado de todos os ambientes;
- os tipos de revestimento de piso a serem utilizados;
- os materiais e as técnicas de fixação empregadas para cada tipo distinto de revestimento;
- a espessura total da camada de revestimento, isto é, a camada de acabamento acrescida da camada de fixação e de regularização (quando necessária);
- a indicação das áreas em que exista impermeabilização e a indicação de sua espessura;
- a indicação de áreas com declividade e os desníveis entre ambientes;
- completa caracterização do tipo de contrapiso a ser utilizado, que corresponde à definição da argamassa e às características de acabamento superficial para cada ambiente;
- especificação e caracterização dos detalhes construtivos tais como os abordados anteriormente.

7.1.3 Redefinições do Projeto

A redefinição do projeto deve, necessariamente, desenvolver-se juntamente com a obra. É uma atividade que tem por objetivo a verificação da concretização do projeto, possibilitando realizar o registro das alterações que venham a ser feitas que, sob a ótica do controle de qualidade de execução, é uma dinâmica importante por possibilitar uma melhor compatibilidade entre o projeto e a obra em empreendimentos futuros.

É evidente que se busca manter todas as especificações iniciais, porém, é sabido que em função das características atuais de construção a necessidade de correções e redefinições durante a obra é uma realidade, até mesmo para as últimas atividades como é o caso da execução do revestimento de piso.

As redefinições passíveis de ocorrerem no projeto de contrapiso foram abordadas por Barros [1991]; assim, aqui serão feitas somente as considerações acerca das possíveis modificações na camada de revestimento, que podem decorrer de duas fontes básicas: alterações nos revestimentos dos ambientes, seja por determinação do usuário, do projetista ou mesmo por questões relativas ao próprio material, ou então, devido às características de produção do contrapiso.

Como salientado diversas vezes, neste e em outros documentos, para os revestimentos em estudo, as condições superficiais do contrapiso são determinantes para a sua qualidade. Assim, qualquer problema nas condições superficiais acabará por interferir diretamente na condição de produção do contrapiso, podendo levar à alteração do planejamento das atividades ou das técnicas de execução.

Uma situação em que as características do contrapiso determinem uma alteração no projeto construtivo só é admissível quando não existe um programa de controle de qualidade de execução, implantado em obra; porém, na medida em que os projetos foram elaborados, a implantação deste programa é factível e necessária, caso contrário, o tempo empreendido na elaboração dos mesmos, acaba não se justificando. E, com os trabalhos de implantação da metodologia de produção que foram realizados até o momento, não se pode permitir que as possíveis alterações decorram da má execução do contrapiso, restando, assim, somente a primeira possibilidade.

Considerando-se que as especificações do projeto construtivo tenham sido devidamente elaboradas antes do início da obra, e que as mesmas tenham sido aprovadas pelo conjunto de projetistas e usuários, é de esperar que poucas redefinições se façam necessárias. Entretanto, sabe-se que podem ocorrer situações em que o usuário tem pleno direito de solicitar o revestimento que deseja, podendo, eventualmente, alterar sua condição inicial. Esta forma de trabalho não é a ideal para o desenvolvimento do projeto, por permitir a existência de uma variável que pode ser mudada no transcorrer da obra, causando sérios transtornos. Nestes casos, é recomendado que se busque definir, com antecedência, todos os tipos de revestimentos a serem empregados, colocando-se, no contrato, dificuldades reais para possíveis alterações. Uma mudança, ao final da obra, pode implicar em elevados custos e atrasos significativos na programação inicial, pois, em função das alterações propostas, é possível que se venha a modificar as próprias condições do substrato, a fim de que sejam mantidos os níveis previamente definidos entre ambientes.

Outra causa de alterações no projeto pode ser a inexistência do componente especificado, no mercado. Este fato pode vir a ocorrer em função do longo período existente entre o projeto e a época de compra dos materiais de revestimento. Entretanto, um adequado planejamento poderá minimizar este problema.

Outras modificações podem decorrer, ainda, da inviabilidade de execução de certos detalhes construtivos propostos para o projeto. Este fato, porém, é função principal da experiência do projetista que pode ou não ter passado por situações semelhantes. Principalmente nestes casos o registro das modificações são de grande importância, pois auxilia no acúmulo de experiência para projetos futuros.

7.2 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO

O planejamento da produção de qualquer subsistema do edifício, é uma atividade primordial para que a produção se dê de maneira organizada e racional, desenvolvendo-se todos os serviços em harmonia. Entretanto, o planejamento só é passível de ocorrer, na medida em que o subsistema esteja perfeitamente definido por um projeto construtivo, pois é a partir deste que se tem as informações necessárias para a programação dos serviços pertinentes a cada atividade de produção.

Assim, o planejamento da produção do subsistema piso deve partir do seu projeto construtivo, sendo essencial que esteja inserido numa programação maior, que envolva toda a obra.

O planejamento das atividades de execução do subsistema piso envolve dois momentos distintos da obra. O primeiro, ainda na sua fase "bruta" em que ocorre a produção do contrapiso, na maioria das vezes, em conjunto com os revestimentos de alvenarias e tetos, execução de instalações, etc.; e uma segunda etapa, que se refere à produção do revestimento de piso, que ocorre na fase de término da obra ou também denominada obra "fina".

As atividades de programação das duas etapas estão fundamentadas no projeto de piso, não podendo se viabilizar adequadamente sem o mesmo. As especificidades da etapa de programação da produção do contrapiso foram definidas por Barros [1991], cabendo aqui uma abordagem da programação da segunda fase que, quanto aos seus aspectos organizacionais, é muito semelhante à programação da primeira.

Em função das características do empreendimento, ou seja, destino do edifício, padrão de qualidade especificado, variedade e tipos de revestimentos a serem empregados, dimensões dos ambientes, interferência com instalações ou outros subsistemas, etc., a programação poderá ser mais ou menos complexa, sendo que o grau de complexidade será identificado, de imediato, ao se analisar o projeto construtivo do piso.

No entanto, independente da complexidade do planejamento, existem aspectos básicos a serem identificados e definidos a fim de que se organize o planejamento. Estes aspectos estão relacionados à quantificação global dos trabalhos; ao cronograma de realização das atividades; à definição dos recursos necessários (mão de obra, materiais e equipamentos) e ao envolvimento das instalações do canteiro de obras.

Assim como foi realizado para as atividades de execução do contrapiso, coloca-se, a seguir, como cada

um dos fatores acima contribuem para o planejamento da execução do revestimento e conseqüentemente para o desenvolvimento da obra.

7.2.1 Quantificação Global dos Trabalhos de Revestimento

A quantificação global dos trabalhos de revestimento, tem por objetivo, conhecer a quantidade e os tipos de materiais necessários ao desenvolvimento da obra e deve ser realizado tomando-se como parâmetro o projeto construtivo, em que estão completamente definidas as características de cada componente de revestimento. Com este levantamento é possível programar a compra e estocagem de todos os materiais, considerando-se o cronograma geral da obra.

O conhecimento das quantidades e tipos de revestimentos é de extrema importância para o dimensionamento do local de estoque, pois trata-se de um material típico de almoxarifado, que deve ficar protegido de intempéries, bem como do manuseio indiscriminado por parte dos operários.

7.2.2 Cronograma da Produção do Revestimento de Piso

Esse cronograma diz respeito ao período disponível para a execução dos revestimentos. A determinação deste prazo é fundamental para que se programe os equipamentos e a mão-de-obra necessários à realização das atividades.

O prazo de execução dos revestimentos de piso deve estar inserido numa programação global da obra, determinando se esta atividade está ou não no caminho crítico do empreendimento, bem como define em que períodos poderá ser executada.

Estas informações, aliadas à quantificação global dos trabalhos, permitirá dimensionar os recursos necessários, ou seja, poder-se-á, definir os equipamentos e a mão-de-obra para cada tipo de revestimento.

7.2.3 Definição de Insumos

Quando da determinação do cronograma, a disponibilidade dos insumos (materiais, mão-de-obra e equipamentos), devem ter sido consideradas de maneira genérica. Neste ponto, em função do cronograma estabelecido e, portanto, de um nível de produção determinado, passa-se a definir precisamente as dimensões do estoque de materiais, as características dos equipamentos e ferramentas necessárias e o dimensionamento das equipes de trabalho.

7.2.3.1 Definição do estoque de materiais

Os materiais de revestimento estão definidos no projeto construtivo. Conhece-se, portanto, o tipo de material a estocar (normalmente de 2 a 4 diferentes tipos de revestimentos).

As características da área de estoque dos materiais de revestimento estão relacionadas aos tipos e quantidades de materiais a serem armazenados.

Para a maioria dos revestimentos de piso, é usual que a compra seja feita por lotes, cujas proporções são cor-

respondentes a todo o material a ser empregado, garantindo-se assim, maior homogeneidade dos componentes. Não é recomendado que a compra de um determinado tipo de revestimento seja feita por etapas, a menos que uma possível alteração na sua tonalidade ou características superficiais não comprometam o desempenho final do revestimento. Considerando-se o exposto anteriormente, é possível que a área de estoque dos revestimentos tenha que comportar a quantidade total do material a ser utilizado na obra.

Entretanto, quando, por alguma razão, os componentes de revestimento não forem comprados de uma só vez, deve-se verificar, na programação, as épocas de entrada dos materiais em estoque, programando-as para que a obra não seja interrompida pela falta dos mesmos.

Observe-se que as características específicas para o armazenamento de cada tipo de revestimento estão abordados no seu respectivo capítulo.

7.2.3.2 Definição dos equipamentos

No que se refere aos equipamentos e ferramentas, devem ser verificadas as necessidades de utilização dos mesmos e a sua disponibilidade na obra. Caso sejam necessários equipamentos e ou ferramentas que não estejam disponíveis, deve-se observar a possibilidade de aquisição ou prever o aluguel dos mesmos, na época cuja utilização esteja prevista. A definição dos equipamentos e ferramentas será função dos tipos de revestimentos a serem executados, da quantidade global de serviços e do período previsto para a sua execução.

Englobam-se neste item os equipamentos para o transporte e execução dos revestimentos de piso e as ferramentas complementares.

O transporte do material de revestimento para os diversos pavimentos ocorre numa época em que existem poucos serviços sendo executados, não havendo, normalmente, conflitos com outras atividades. Em geral, qualquer tipo de revestimento pode ser transportado verticalmente com os usuais elevadores de obra, bastando que haja certos cuidados no manuseio dos revestimentos, de modo que não se verifique perdas por negligência no transporte. Além da necessidade de transporte vertical, há que se prever o transporte horizontal que usualmente, para os revestimentos em estudo, realiza-se pelos próprios operários ou pelo emprego de carrinhos-de-mão, que em sendo cuidadosamente conduzidos não apresentam maiores problemas.

Também as ferramentas de uso corriqueiro na obra são necessárias considerar, tais como as desempenadeiras de madeira e de aço, sendo que esta última varia conforme o tipo de revestimento a ser utilizado, colher de pedreiro, cortadores para componentes cerâmicos, esticadores dos revestimentos têxteis, etc. Estas ferramentas foram elencadas especificamente para cada tipo de revestimento, nos seus capítulos respectivos.

7.2.3.3 Dimensionamento das equipes de trabalho

A mão-de-obra envolvida nas atividades de produção do revestimento, de modo geral, é específica para cada tipo a ser executado. Assim, as equipes devem ser previstas e dimensionadas em função de cada revestimento a ser produzido, considerando-se a sua quantidade e época de execução. O dimensionamento das equipes deverá ser compatibilizado com o prazo total de produção.

Em função dos tipos e quantidades de revestimento a serem produzidos podem existir muitas frentes de trabalho, desde que compatíveis com o cronograma pré-definido. Para todos os revestimentos, é comum a equipe ser constituída por apenas um oficial, auxiliado por um ajudante.

7.2.4 Envolvimento das Instalações do Canteiro

O envolvimento do revestimento de piso com as instalações do canteiro é muito pequena, pois ocorre numa época em que estão sendo realizadas somente etapas de acabamento do edifício, sendo pequenos os estoques de materiais e equipamentos presentes na obra.

A maior interferência se dá no almoxarifado que deverá estar capacitado a armazenar todos os materiais de revestimento bem como os empregados na camada de fixação. Além disso, é necessário uma coordenação com os equipamentos de movimentação dos materiais abordados anteriormente. Observe-se, pois que a atividade de revestimento do piso deverá estar inserida num projeto de canteiro, previamente elaborado.

Em função das características específicas de cada obra, muitos outros fatores podem interferir na elaboração de um planejamento viável e factível, devendo-se, considerar as necessidades e possibilidades de cada uma, a fim de que, ao longo da realização de todas as atividades, não sejam necessárias paralisações por deficiências da programação.

7.3 CONTROLE DA PRODUÇÃO DO SUBSISTEMA PISO

Depois de uma série de trabalhos realizados, no campo das alvenarias e revestimentos do edifício construído pelo processo convencional, ficou claro que a implantação de procedimentos de controle de qualidade de produção, na Indústria da Construção Civil, é uma tarefa difícil de ser cumprida, principalmente em função das relações de trabalho que hoje vigoram nos canteiros de obras. No entanto, ficou evidente também, que a atual situação de produção, em que o empirismo predomina, urge em ser extinguida e isto somente será possível a partir do momento em que forem prescritos procedimentos específicos de produção e estes forem sendo verificados, à medida em que, as atividades se desenvolvem. Os procedimentos relativos ao projeto e execução dos revestimentos foram abordados em tópicos anteriores, cabendo agora, uma abordagem de como podem ser estabelecidos procedimentos para o controle de produção dos revestimentos, tendo em vista que os procedimentos para o controle de produção do contrapiso foram estabelecidos por Barros [1991].

Volta-se a reafirmar que o controle de qualidade, de quaisquer atividades de obra ou do produto final, deverá ser realizado por um corpo técnico especialmente qualificado, devendo os profissionais envolvidos estarem conscientes de suas responsabilidades, uma vez que apenas dados confiáveis poderão efetivamente realimentar o processo de produção e, portanto, permitir que se chegue a um produto de melhor qualidade e menor custo.

A partir disto, serão colocados apenas alguns princípios para o desenvolvimento de uma metodologia de controle de qualidade de execução dos revestimentos, que procurarão seguir o direcionamento da metodologia proposta para o contrapiso, devendo ser adaptado em

função da realidade de cada obra.

De modo geral, o controle deve ocorrer nas seguintes etapas:

- controle de qualidade das condições iniciais de trabalho
- controle de qualidade de execução
- controle de qualidade de aceitação
- apropriação (para realimentação do processo)

Os dados e resultados de cada etapa de controle deverão ter como parâmetro de comparação as especificações contidas no projeto construtivo, sem o qual o controle de qualidade não poderá ser efetivado com sucesso.

7.3.1 Controle das Condições Iniciais de Trabalho

Esta etapa, que antecede a execução do revestimento, faz parte do recebimento do contrapiso executado. Assim, os procedimentos relativos à mesma estão definidos por Barros [1991], não sendo objeto deste trabalho.

7.3.2 Controle da Execução do Revestimento de Piso

Esta etapa do controle tem por objetivo garantir que o padrão de qualidade do revestimento, definido em projeto, seja efetivamente obtido em obra.

Os procedimentos de controle da execução do revestimento consistem de:

- levantamento de informações acerca do processo de produção;
- confronto dos dados obtidos com as especificações de projeto e
- adoção de medidas corretivas, quando necessário.

Essa metodologia permite identificar rapidamente os pontos falhos nas técnicas de execução do revestimento, e conseqüentemente promover sua correção, de modo que, métodos errôneos de execução não sejam levados adiante, minimizando os transtornos de obra.

O acompanhamento da execução do revestimento deve ser realizado constantemente pelo mesmo técnico responsável pela produção do contrapiso, que, por sua vez, deve dominar o projeto construtivo, bem como sua interferência com as demais etapas da obra. Esse técnico deverá ter autoridade e iniciativa suficientes, para que possa efetuar as correções necessárias durante a fase de execução do revestimento.

A frequência e a periodicidade desse acompanhamento, é função do porte da obra, das características do cronograma e da mão-de-obra utilizada. Recomenda-se, entretanto, que, a cada mudança de pavimento ou mesmo de equipe num mesmo pavimento, sejam realizadas as verificações pertinentes, a fim de que se evitem possíveis acúmulos de áreas mal executadas.

A verificação da etapa de execução deve procurar identificar se as especificações do projeto estão sendo seguidas para cada camada a ser produzida, nos diferentes revestimentos. O confronto do que está sendo verificado em obra com as especificações de projeto permite a adoção de dois caminhos distintos:

- os resultados obtidos estão dentro das especificações de projeto, orientando-se, portanto, o prosseguimento das atividades sem alteração alguma, ou
- os resultados obtidos estão fora das especificações devendo-se então corrigi-los, imediatamente, para que não sejam repetidos em trabalhos posteriores.

A inadequação da atividade executada, às especificações de projeto, podem ter sua origem em:

- as técnicas de execução estão fora dos padrões estabelecidos, devendo-se, nestes casos serem adotadas medidas corretivas, a fim de reconduzi-las à prática especificada.
- as técnicas de execução estão dentro das especificações, entretanto os resultados obtidos não são os esperados. Neste caso, o conjunto de informações coletadas será subsídio para que se proceda a revisão do projeto no que diz respeito às especificações de materiais, mão-de-obra e técnicas de execução.

Todos os procedimentos de controle de execução devem constar de planilhas que possibilitem o arquivo dos dados coletados para subsidiar futuros projetos.

7.3.3 Controle de Qualidade de Aceitação

Esse controle tem por objetivo garantir que o produto recebido esteja dentro das especificações de projeto. Observe-se que a etapa de controle do processo de execução não garante que todos os revestimentos estejam em conformidade com o projeto, pois aquela etapa, de modo geral, é feita por amostragem e durante o processo de produção existem diversas variáveis que não são controladas, como por exemplo variação na qualidade das equipes de trabalho, variação das condições climáticas, das características dos materiais, entre outras. Além disso, diversas características do revestimento não conseguem ser avaliadas durante a execução, como por exemplo a declividade das áreas molháveis, a planeza superficial, o completo rejuntamento, no caso de componentes modulares, etc.

O controle de qualidade de aceitação implica, pois, em avaliar todo o serviço de revestimento, servindo de um instrumento eficiente para a avaliação do projeto construtivo, além de permitir, com os seus dados, uma realimentação do processo.

A seguir, colocam-se alguns aspectos que devem ser objeto do controle normal de aceitação dos serviços de revestimento de piso:

- planeza e nivelamento da superfície do revestimento, podendo-se utilizar para isto, os mesmos procedimentos indicados para a verificação do contrapiso;
- declividade das áreas molháveis, empregando-se, também, neste caso, os procedimentos recomendados para a verificação do contrapiso;
- terminalidade dos serviços: limpeza da área; juntas no encontro com as vedações verticais; requadros junto a elementos estruturais, caixas de passagem, ralos, etc;
- aderência dos componentes, quando exigida, podendo ser realizado através de percussão e
- execução dos detalhes construtivos tais como os rodapés, faixas e soleiras.

Comparando-se os serviços executados com as especificações de projeto, é possível obter parâmetros para que o serviço seja aceito ou rejeitado (total ou parcialmente), sendo que no caso de rejeição, deve-se determinar quais os procedimentos a serem adotados para a correta execução do serviço.

Quando a rejeição implicar em refazer parcial ou completamente o serviço, deve-se orientar tal execução de forma que o produto final esteja dentro das especificações.

Recomenda-se que os serviços de revestimento de piso sejam executados sempre por mão-de-obra da própria empresa. Porém, nos casos em que tal procedimento não for possível, e os mesmos forem executados por empreiteiros, recomenda-se que na fase de contrato sejam estabelecidas as obrigações de ambas as partes e, portanto, lhes sejam passadas todas as informações necessárias para a correta execução dos serviços, bem como o padrão de qualidade requerido para o mesmo, sendo que em caso de não se atingir o padrão estabelecido, o serviço não deverá ser aceito.

7.3.4 Apropriação

Esta etapa do controle de qualidade subsidia a realimentação de todo o processo de produção do revestimento, desde a definição do projeto até a produção do revestimento, propriamente dito, passando pelas etapas de planejamento e pelo próprio controle de qualidade.

Para tanto os procedimentos adotados nesta etapa, visam mensurar o consumo de materiais, bem como a produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos utilizados, a fim de realimentar futuros projetos, otimizando-se a programação das atividades.

A determinação da produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos é importante, não apenas para a realimentação do processo, mas também como um grande estímulo à melhoria da qualidade dos serviços executados, na medida em que, permite detectar mais facilmente as possíveis falhas na qualificação da mão-de-obra, permitindo assim a definição de treinamentos específicos que venham auxiliar no seu melhor desempenho, bem como detectar falhas no desempenho dos equipamentos, buscando otimizá-los.

Todos os dados obtidos desse levantamento diário, devem ser lançados em planilhas especialmente elaboradas para cada tarefa, para posterior compilação e utilização na realimentação do processo produtivo, como também para utilização na elaboração de projetos e planejamentos de obras futuras, pois a utilização dos índices de consumo e produtividade mais próximos à realidade da empresa, permite um planejamento mais adequado das suas atividades.

Observa-se portanto, que esta etapa de apropriação de consumos e produtividade é importante para a realização do planejamento e do próprio controle de qualidade que, não podem trazer resultados positivos para a obra, caso não estejam nela fundamentados.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento reflete o atual estágio de desenvolvimento tecnológico dos revestimentos de piso empregando-se componentes cerâmicos, de pedra, vinílicos e têxteis. O seu conteúdo resultou de uma ampla e extensa pesquisa bibliográfica sobre o tema,

bem como de uma série de observações realizadas em canteiros de obras, entrevistas com os operários diretamente envolvidos na produção, visitas às indústrias de componentes e ainda, da experiência dos profissionais participantes neste Projeto de Pesquisa.

As colocações feitas neste trabalho evidenciam que a indústria de componentes para revestimento vem crescendo e se organizando, havendo um certo domínio do processo de fabricação, sendo que diversos componentes para revestimentos produzidos no Brasil, competem no mercado internacional.

Observa-se, pois, a tendência de crescimento do setor de materiais para revestimento e a implementação do processo de fabricação tanto dos componentes, como dos materiais da camada de fixação. Caminha-se, assim, em busca de maior diversidade de produtos que venham a atender às reais necessidades dos usuários, cujas exigências são crescentes.

O avanço observado nos constituintes da camada de revestimento, entretanto, não pôde ser visualizado com a mesma intensidade, no campo da tecnologia construtiva do subsistema como um todo, pois, as técnicas atualmente empregadas para a sua produção, nem sempre são as mais racionais, existindo muitos desperdícios envolvendo todo o processo produtivo.

A adoção de técnicas nem sempre racionais, resultando em desperdícios no processo e em produtos cuja qualidade nem sempre pode ser avaliada, decorre, na maioria das vezes, da inexistência de orientação clara acerca das técnicas mais adequadas a cada tipo de situação, bem como da ausência de especificações sobre o padrão de qualidade desejado.

Além disto, deve-se observar, também, que a produção de um revestimento de piso compatível com as exigências de utilização não depende exclusivamente da definição do seu padrão de qualidade e dos procedimentos para a sua execução, apesar destes fatores exercerem interferência significativa no processo produtivo. Existe, na realidade, um encadeamento de atividades diretamente relacionadas ao desempenho final do produto.

Estas atividades têm início com a produção da estrutura do edifício, notadamente da laje, cuja execução deve partir de um projeto construtivo, em que sejam especificadas as técnicas de execução a serem empregadas e as características desejadas para o seu acabamento superficial, a fim de que possam receber adequadamente o subsistema piso. Além disto, deve existir também, um projeto específico para este subsistema em que sejam consideradas as características de cada camada, bem como a sua interferência com as demais partes do edifício.

O desenvolvimento do projeto construtivo da estrutura, foge ao escopo desta pesquisa; entretanto, deve-se salientar que a sua elaboração, bem como o controle de qualidade de execução da estrutura, são fatores fundamentais para que se possa obter um piso com a qualidade desejada.

No que se refere às camadas constituintes do piso, no decorrer desta pesquisa foi possível abordar, ainda que de maneira não exaustiva, as características de projeto, produção e controle do contrapiso e de alguns revestimentos, sendo que em relação ao primeiro os procedimentos de produção propostos puderam ser efetivamente implantados e observados nos canteiros de obras.

O trabalho realizado com a camada de contrapiso mostrou claramente que a sistematização da tecnologia

de produção é o caminho mais adequado para que se possa avançar no setor da Construção Civil de edifícios, pois é a partir dela que se pode obter produtos cuja qualidade possa ser previamente definida e a produção devidamente programada e controlada.

Em função disto, coloca-se a necessidade de continuidade dos estudos, até aqui realizados, uma vez que estes são muito importantes para ampliar o domínio tecnológico sobre o subsistema piso e a sua inter-relação com os demais.

Assim, no sentido de avançar as pesquisas até aqui realizadas, durante a elaboração deste trabalho, buscou-se identificar os assuntos que ainda devem ser estudados e avaliados a fim de que a solução mais adequada seja adotada, em função das características específicas de cada empreendimento, sendo que dentre eles vale destacar:

- o desenvolvimento de uma metodologia para avaliação dos materiais usualmente empregados no rejuntamento entre componentes cerâmicos e de pedra e do comportamento das juntas de movimentação nos revestimentos, definindo o seu espaçamento e os materiais mais indicados para a sua execução;
- a determinação de parâmetros para a avaliação da resistência de aderência dos componentes cerâmicos e de pedra, ao substrato;
- a determinação de parâmetros para a avaliação da resistência à abrasão dos componentes de revestimento;
- desenvolvimento de uma metodologia para o controle de qualidade de compra e aceitação dos materiais para a camada de fixação e de acabamento;
- desenvolvimento de uma metodologia de projeto, específica para cada tipo de revestimento, envolvendo todo o subsistema piso;
- desenvolvimento de uma metodologia para o controle de qualidade de execução do subsistema piso, com procedimentos específicos para cada revestimento e
- avaliação da possibilidade de eliminação da camada de regularização nos revestimentos vinílicos, pela execução do contrapiso com adequadas características superficiais.

Fica evidente, pelos assuntos a serem ainda tratados, que as proposições aqui colocadas estão muito distantes de fecharem o assunto acerca dos revestimentos de piso. Na realidade, este documento constitui o ponto de partida para que, juntamente com uma implantação em obra, possa-se dar continuidade e aprofundar os temas anteriormente propostos, uma vez que os mesmos, por dependerem de trabalho em campo, não foram completamente solucionados.

Propõe-se então, iniciar o processo de implantação a partir da elaboração do projeto, adotando-se, em campo, os procedimentos de execução aqui propostos, fazendo-se uma avaliação dos mesmos, e verificando a sua adequabilidade à realidade das obras, revendo os pontos que se fizerem necessários, bem como procurando avançar quanto à tecnologia proposta.

Observe-se que o caminho a ser percorrido na busca do completo conhecimento acerca do subsistema piso é ainda longo. Até o momento, os revestimentos em estudo foram parcialmente abordados, pois as demais camadas que eventualmente possam estar presente no conjunto do piso tais como a de impermeabilização e

isolamento térmico, por exemplo, não foram abordadas, pouco se conhecendo sobre o seu comportamento, uma vez que as suas características não estão sistematizadas. Neste sentido, muitos outros temas necessitam ainda serem investigados, tais como os que se propõe, a seguir, a fim de que possam fazer parte de futuros projetos de pesquisa:

- o estudo dos sistemas de impermeabilização mais adequados a cada específico revestimento de piso empregado;

- o desenvolvimento de específica tecnologia de produção para lajes de cobertura, considerando-se a necessidade tanto da camada de impermeabilização como de isolamento térmico;

- o desenvolvimento de procedimentos de execução de revestimentos de piso destinados às áreas externas do edifício, tais como pátios, áreas comuns e garagens;

- o desenvolvimento de revestimentos de argamassa para emprego nos "halls" de elevadores e escadas; entre outros.

ANEXO A

TABELA COMPARATIVA ENTRE AS PRINCIPAIS PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS REVESTIMENTOS DE PISO USUALMENTE EMPREGADOS

("A" - melhor desempenho; "D" - pior desempenho)

TIPOS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES	CERÂMICA VERMELHA	GRÊS E CERÂMICO	MÁRMORE	GRANITO	ARDÓSIA	VINÍLICO	TÊXTIL
1. RESISTÊNCIA AO DESGASTE	B	A	B	A	B	B	C
2. CONFORTO TERMO-TÁTIL	D	D	D	D	D	B	A
3. TRANSMISSÃO DE RUÍDO POR SOM DE IMPACTO.	D	D	D	D	D	B/C	A
4. ABSORÇÃO ACÚSTICA	D	D	D	D	D	B/C	A
5. RESISTÊNCIA A AÇÃO DA ÁGUA	B	A	B/C	A	A	B	D
6. RESISTÊNCIA QUÍMICA	B	A	C	B	B	A	D
7. DURABILIDADE (VIDA ÚTIL)	B	A	B	A	B	B	C
8. SEGURANÇA (ANTIDESLIZANTE)	B	A/C	C	B	C	A	A

9. BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

- ALBUQUERQUE, A. **Construções civis**. São Paulo, Revista dos Tribunais, 1942.
- ANUÁRIO PRODUTOS & TÉCNICAS. **Treinamento completo do oficial pastilheiro**. São Paulo, Pini, 1982, 15 p. Suplemento.
- ARGAMASSA de alta aderência para múltiplas aplicações. **Construção**, n. 1480, p. 27, jun. 1976.
- AS BOAS razões para o emprego da "lambriform". **Anuário Produtos & Técnicas**, p. 114, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Assentamento de azulejos - NBR 8214**. Rio de Janeiro, 1983.
- . **Assentamento de ladrilho hidráulico - NBR 9458**. Rio de Janeiro, 1986.
- . **Ensaio de resistência à abrasão - NBR 6481**. Rio de Janeiro, 1980.
- . **Execução de piso - com revestimento cerâmico - NBR 9817**. Rio de Janeiro, 1987.
- . **Piso cerâmico: classificação - NBR 9445**. Rio de Janeiro, 1986.
- . **Piso cerâmico: terminologia - NBR 6504**. Rio de Janeiro, 1986.
- . **Revestimentos têxteis de piso - NBR 7686**. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **Carreaux et dalles ceramiques de sols et murs: definitions, classification, caracteristiques et marquage - NF P 61-101**. Paris, 1982.
- . **Carreaux de mosaique de marbre - NF P 61-302**. Paris, 1970.
- . **Parquets colles - DTU P 63-202**. Paris, 1983.
- . **Parquets massifs et contrecolles - DTU P 63-201**. Paris, 1983.
- . **Revetements muraux attaches en pierre mince - DTU P 65-202**. Paris, 1979.
- . **Revetements de sol scelles - DTU P 61-202: DTU 52.1**. Paris, 1985.
- . **Revetements de sol textiles - DTU P 62-202**. Paris, 1986.
- AZULEJOS. **Anuário Brasileiro de Cerâmica**, p. 65-67, 1981.
- BANCO DO BRASIL. **Caderno geral de encargos**. s.l., 1959.
- BARROS, M. M. S. B. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais**. São Paulo, 1991. 265 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BARRY, R. **The construction of building**. 4 ed. London, Granada, 1980. p. 61-76.
- BAUD, G. **Manual de construção**. Trad. de Torrieri Guimarães. s.l., Hemus. v 2.
- BAUER, R. J. F.; ALVES, R. R. A epidemia de contrapisos com baixa relação água/cimento. **Construção**, n. 2183, p. 23-4, dez. 1989.
- . **Recomendações quanto ao assentamento de azulejos**. **Construção**, n. 2179, p. 23, nov. 1989.
- BERG, E. A. T. et al. Considerações sobre a utilização do azulejo no Brasil. Primeira parte. **Construção**, n. 1296, p.

37-8, dez. 1972.

----. Considerações sobre a utilização do azulejo no Brasil. Segunda parte. **Construção**, n. 1297, p. 39-40, dez. 1972.

BRING, C. Performance requirements for floors. In: RILEM/ASTM/CIB SYMPOSIUM, Philadelphia, 1972. **Proceedings**. Philadelphia, 1972. v.1, p. (NBS SP 361)

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Building and civil engineering terms** - BS 6100 . London, 1987, 12 p.

----. **Ceramic floor and wall tiles: specification for classification and marking, including definitions and characteristics** - BS 6431. Part 1. London, 1983.

----. **Code of practice for cleaning and surface repair of buildings: natural stone, cast stone and clay and calcium silicate brick masonry** - BS 6270. London, 1982.

----. **Code of practice for design of joints and jointing in building construction** - BS 6093. London, 1981.

----. **Code of practice for installation of sheet and tile flooring** - BS 8203. London, 1987.

----. **Code of practice for tile flooring and slab flooring** - CP 202 . London, 1972.

----. **Glossary of building and civil engineering terms: floors and ceilings** - BS 6100. Subsection 1.3.3. . London, 1987.

----. **In situ floorings. Code of practice for concrete bases and screeds to receive in situ floorings** - BS 8204. Part 1. London, 1987, 18 p.

----. **Specification for semi-flexible PVC floor tiles** - BS 3260. London, 1969.

----. **Tile flooring and slab flooring. Code of Practice 202**. London, 1972.

----. **Wall and floor tiling: code of practice for internal ceramic wall tiling and mosaics in normal conditions** - BS 5385. Part 1. London, 1976.

----. **Wall and floor tiling: code of practice for ceramic tiling and mosaics in specific conditions** - BS 5385. Part 4. London, 1986.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Effect of cleaning materials on PVC flooring. **BRE News**, n. 49, p. 6-7, Aug. 1979.

----. Floor screeds. **BRE Digest**, n. 104, 1973.

----. Floors: cement-based screeds: mixing and laying (site). **Defect Action Sheet**, n. 52, May 1984.

----. Floors: cement-based screeds: specifications (design). **Defect Action Sheet**, n. 51, May 1984.

----. Sheet and tile flooring made from thermoplastic binders. **BRE Digest**, n. 33, 1971.

----. The selection of natural building stone. **BRE Digest**, n. 269.

CARDÃO, C. **Técnica da construção**. 2. ed. Belo Horizonte, Arquitetura e Engenharia, 1969. v. 2.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT. Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - DTU. 26.2. **Cahiers du CSTB**, n. 1794, p. 1-15, Sep. 1982.

----. Classement UPEC des carreaux céramiques. **Cahier du CSTB**, v. 236, n. 1822, p. 1-13, 1983.

----. Directives communes pour l'agrément des revêtements de sol minces UEAtc. **Cahiers du CSTB**, v. 115, n. 1005, p. 1-15, 1970.

- Directives communes pour l'agrément des revêtements de sol plastiques UEAtc. **Cahiers du CSTB**, v. 115, n. 1006, p. 1-16, 1970.
 - Directives communes pour l'agrément des revêtements de sol textiles UEAtc. **Cahiers du CSTB**, v. 142, n. 1200, p. 1-40, 1973.
 - Directives UEAtc pour l'agrément des colles pour revêtements céramiques. **Cahiers du CSTB**, v. 201, n. 1586, p. 1-33, 1979.
 - Revêtements de sol en carreaux à liant ciment: notice sur le classement UPEC: classement UPEC des locaux et méthodes de classement des carreaux. **Cahiers du CSTB**, v. 249, n. 1928, p. 1-23, mai 1984.
 - Revêtements de sol céramiques: notice sur le classement UPEC: classement des carreaux. **Cahiers du CSTB**, v. 245, n. 1905, p. 1-26, dec. 1983.
 - Revêtements de sol minces. **Cahiers du CSTB**, n. 286, p. 1-10, déc. 1958.
 - Revêtements de sol minces, notice sur le classement UPEC et classement UPEC des locaux. **Cahiers du CSTB**, v. 189, n. 1504, mai. 1978.
 - Prescriptions techniques d'exécution des revêtements muraux intérieurs collés au moyen d'adhésifs sans ciment. **Cahier du CSTB**, v. 167, n. 1368, p. 1-5, 1976.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION. Carrelages et revêtements de sols et murs. **CSTC Revue**, n. 2, p. 25-8, 1970.
- Les chapes pour parquets en bois et couvre-sols minces. **Note d'Information Technique**, n. 62, sept. 1966. 16p.
 - Classification des revêtements de sol minces (INBT-UPEC). **CSTC Revue**, n. 2, p. 30-34, juin 1972.
 - Collages des pierres et des marbres. **Note d'Information Technique**, n. 148, p. 1-40, 1983.
 - Joints d'étanchéité en mastic entre éléments de façade; conception et exécution. **Note d'Information Technique**, n. 124, p. 1-24, 1979.
 - Travaux de carrelage pour revêtements de sols: code de bonne pratique. **Note d'Information Technique**, n. 137, p. 1-88, sept. 1981.
- DA CONVENCIONAL às mais modernas, aqui as três técnicas de fixação de material cerâmico. **Anuário Produtos & Técnicas**, p. 14-5, 18, 20, 23-4, 1980.
- CUSA, J. de. **Pavimentos en la construcción**. 13. ed. Barcelona, Ediciones CEAC, 1972, 368 p. (Monografías CEAC sobre construcción y arquitectura).
- **Revestimientos**. 12. ed., Barcelona, Ediciones CEAC, 1978, 453 p. (Monografías CEAC sobre construcción y arquitectura).
- CERÂMICA SÃO CAETANO. Recomendações para o assentamento de ladrilhos cerâmicos. In: **TABELA de composição de preços e orçamentos**. 4.ed. São Paulo, Pini, 1971.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **Flooring materials, semi flexible tiles, requirements: text methods - E DIN 16950**. Berlin, 1986.
- **Tolerances in Building - DIN 18202**. Berlin, 1986.
 - **Screeds in building: concepts, general requirements, testing - DIN 18560**. Part 1. Berlin, 1981.
- ELDER, A. J.; VANDENBERG, M. **Construcción: manuales AJ**. Madrid, H. Blume, 1977. p. 280-341.

- ESPAÑA. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. **Revestimientos**. 3.ed. Madrid, Centro de Publicaciones, 1989. p. 157-285. (Coletânea das Normas Tecnológicas de La Edificación).
- FADEMAC. **Manual de colocação: piso decorflex**. São Paulo.
- FIGUEIREDO, E. J. P. et al. **Adesivos**. São Paulo, 1989. 57 p. /Seminário apresentado no Curso de Pós-Graduação da EPUSP. Datilografado/
- FIORITO, A. J. S. I. Cimento colante: normalização. Primeira parte. **Construção**, n. 1908, p. 23-4, set. 1984.
- . Cimento colante: normalização. Segunda parte. **Construção**, n. 1912, p. 21-2, out. 1984.
- . Cimento colante: normalização. Terceira parte. **Construção**, n. 1918, p. 29-30, nov. 1984.
- FRAZÃO, E. B. et al. **Pedras para revestimentos**. São Paulo, 1989. / Seminário apresentado na disciplina Princípios de Ciências dos Materiais Aplicados aos Materiais de Construção do Curso de Pós-Graduação da EPUSP. Datilografado/
- GRÊS. ladrilhos para áreas de grande circulação. **Construção**, n. 1457, p. 31-2, jan. 1976.
- HEHL, W. C. Revestimento de piso em argamassa de cimento. **Construção**, n. 1987, p. 17-20, mar. 1986.
- INCEPA. **Manual de aplicação**. Campo Largo. 32p.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE. **Assentamento de azulejos e ladrilhos - NP 56**. Lisboa, 1963.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in building: principles for their preparation and factors to be considered - ISO 6241**. London, 1984.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. **Classificação e terminologia dos revestimentos têxteis de piso - Proc. 83/14/3415**. Lisboa, 1979.
- MAIS ECONOMIA em novo sistema de colocação de mosaico. **Anuário Produtos & Técnicas**, p. 36,38, 1980.
- McCURRICH, L. H. Development trends and standards for industrial floors. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 7., São Paulo, 1988. **Pisos Industriais: anais.** São Paulo, EPUSP, 1988. p. 151-88.
- MORAL, F. Les colles pour parquets mosaïques. **Cahiers du CSTB**, v. 90, n. 782, p. 1-8, 1968.
- MORTIER, J. Les revêtements de sol plastiques. **CSTB Magazine**, n. 2, p. 2-8, 1981.
- MULTIPISO: facilidade e rapidez no acabamento. **Anuário Produtos & Técnicas**, p. 38, 1973.
- NATIONAL BUILDING RESEARCH INSTITUTE. Floors material for warmth in winter. **Information Sheet**, 1973.
- NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN. **Revestimientos de suelos: baldosas - NTE:RSB**. Madrid, 1975.
- . **Revestimientos de paramentos: chapados - NTE:RPC**. Madrid, 1973.
- . **Revestimientos de suelos: laminados - NTE:RSL**. Madrid, 1973.
- . **Revestimientos de suelos: moquetas - NTE:RSM**. Madrid, 1973.
- . **Revestimientos de suelos: soleras - NTE:RSS**. Madrid, 1973.
- . **Revestimientos de suelos: terrazos - NTE:RST**. Madrid, 1973.

- OS ESTUDOS feitos pelo IPT para especificação de pisos. *Construção*, n. 1482, p. 43-5, jul. 1976.
- PAVIFLEX: nova solução de piso para a arquitetura moderna. *Anuário Produtos & Técnicas*, p. 32-3, 1973.
- PISO vinil-amianto entrou no mercado para baratear os custos. *Anuário Produtos & Técnicas*, p. 96, 1980.
- REVESTIMENTO CERÂMICO PORTOBELLO. *Guia do assentador de revestimento cerâmico*. Tijuca, s.d.
- REVESTIMENTOS cerâmicos. *Anuário Brasileiro de Cerâmica*, p. 69-70, 1986.
- SAARIMAA, J.; SNECK, T.; WAANANEM, M. Performance analysis of floors. In: RILEM/ASTM/CIB SYMPOSIUM, Philadelphia, 1972. *Proceedings*, Philadelphia, 1972. v.1, p. 613 -23. (NBS SP 361)
- SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária**. São Paulo, 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- . **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. São Paulo, 1989. 336p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SABBATINI, F. H. et al. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo, EPUSP/CPqDCC, 1990. 116 p. (Relatório Técnico R6-06/90). Xerocopiado.
- . **Metodologia para controle de qualidade e procedimentos para caracterização dos materiais constituintes das argamassas**. São Paulo, EPUSP/CPq DCC, 1989. (Relatório Técnico Doc. 1.A). Xerocopiado.
- . **Diretrizes para a produção e controle de dosagem das argamassas de assentamento e revestimento**. São Paulo, EPUSP/CPqDCC, 1989. (Relatório Técnico Doc. 1.C/E). Xerocopiado.
- SALTER, W. L. **Floors and floor maintenance**. London, Applied Science., 1974.
- SCHRÖEDER, R. A pedra nobre. *Construção*, n. 2168, p. 7-9, ago. 1989.
- SOUZA, R. de. **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional**. São Paulo, 1983. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- TECMASSA. **Argamassas industrializadas**, São José dos Campos, s. d.
- THORBURN, H. J. Flooring damage by Heels. *Materials Research & Standards*, p. 734-7, Sept. 1962.
- TURAUD, J. **Construction du bâtiment**. 3. ed. Paris, Le Moniteur, 1984.
- UEMOTO, K. L. Falhas observadas em piso cerâmico vidrado. *Construção*, n. 2077, p. 29-32, nov. 1987.
- UNION EUROPEA PARA LA IDONEIDAD TECNICA EN LA CONSTRUCCION. Diretrizes UEAtc para evaluación técnica de colas para revestimentos cerâmicos. Segunda parte. *Informes de la Construcción*, n. 350, p.81-100, jul. 1979.
- VIDOR, E. **Especifique 80: materiais de construção**. São Paulo, Bauercentro, 1980.

TEXTOS TÉCNICOS PUBLICADOS

TT/PCC/01 - Subsídios para a Avaliação do Custo de Mão-de-Obra na Construção Civil - UBIRACI ESPINELLI LEMES DE SOUZA, SILVIO BURRATINO MELHADO

TT/PCC/02 - A Qualidade na Construção Civil e o Projeto de Edifícios - SILVIO BURRATINO MELHADO, MARCO ANTONIO F. VIOLANTI

TT/PCC/03 - Parâmetros Utilizados nos Projetos de Alvenaria Estrutural - LUIZ SÉRGIO FRANCO

TT/PCC/04 - Produção de Estruturas de Concreto Armado de Edifícios - MERCIA M. S. BOTTURA DE BARROS, SILVIO BURRATINO MELHADO

Escola Politécnica da USP - Deptº de Engenharia de Construção Civil
Edifício de Engenharia Civil - Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2
Cidade Universitária - CEP 05508-900 - Caixa Postal 61548 - São Paulo - SP
Telex: (011) 81266 - Fone: (011) 815-9322 ramal 5234 - Fax: (011) 211-4308