

**Texto Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

ISSN 1413-0386

**TT/PCC/27**

---

**Revestimentos horizontais: notas de  
aula**

---

**Mercia Maria Bottura de Barros**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Construção Civil

Texto Técnico – Série TT/PCC

Diretor: Prof. Dr. José Roberto Cardoso

Vice-Diretor: Prof. Dr. José Roberto Piqueira

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Alex Kenya Abiko

Suplente do Chefe do Departamento: Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alex Kenya Abiko

Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

Prof. Dr. João da Rocha Lima Jr.

Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves

Prof. Dr. Vanderley Moacyr John

Prof. Dr. Cheng Liang Yee

Coordenadora Técnica

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Maria de Souza Selmo

O Texto Técnico é uma publicação da Escola Politécnica da USP/ Departamento de Engenharia de Construção Civil, fruto de pesquisas realizadas por docentes e pós-graduados desta Universidade.

**Texto Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

ISSN 1413-0386

**TT/PCC/27**

---

**Revestimentos horizontais: notas  
de aula**

---

**Mercia Maria Bottura de Barros**

**São Paulo – 2011**

Este trabalho também está disponível em meio digital: <http://publicacoes.pcc.usp.br>

*A referência bibliográfica deste Texto deve ser feita conforme o seguinte modelo:*

Barros, M. M. B. **Revestimentos Horizontais: Notas de Aula**. São Paulo: EPUSP, 2011. 37 p. (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/27)

## FICHA CATALOGRÁFICA

Texto Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. – n.1 (1991) - 37 p . -- São Paulo, 1991-

Irregular.

Conteúdo deste número: Revestimentos Horizontais: Notas de Aula / M.M. B. de Barros (TT/PCC/27)  
ISSN 1413-0386

1.Construção civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Departamento de Engenharia de Construção Civil

## O PISO COMO PARTE INTEGRANTE DO EDIFÍCIO

O objetivo deste texto é caracterizar completamente o subsistema piso como constituinte do edifício e, de modo particular, o contrapiso. Para isto, inicialmente, apresenta-se a evolução do piso no Brasil. Na seqüência, identifica-se como o piso insere-se no contexto do edifício atual, abordando-se suas funções e propriedades, as camadas que o constituem e as principais características destas.

### A EVOLUÇÃO DO PISO NO BRASIL

A construção de edifícios no Brasil sofreu grande influência das técnicas praticadas nos países mais adiantados. Segundo REIS FILHO [1978], "... a arquitetura de fins do século XIX, já alcançava um nível elevado de realizações técnicas (...). Mesmo dependendo largamente de materiais importados, dominavam (os arquitetos e engenheiros da época) com eficiência as técnicas de construção e eram capazes de atender às exigências mais complexas de estruturas e acabamentos, que lhes eram impostas por uma arquitetura então em rápida evolução."

No que se refere especificamente à execução do piso, em fins do século XIX, começam a ser introduzidas as primeiras modificações, afirmando REIS FILHO [1978]: "(...) Com o aparecimento das serrarias os pisos passaram a ser construídos com tábuas, com junções 'macho e fêmea', mais perfeitas que os velhos tabuados, que vinham substituir, produtos de serra manual e sem junção (...). Um tipo de piso mais fino era o parquê, com desenhos de madeira em várias cores. Nas cozinhas e banheiros eram empregados ladrilhos hidráulicos, apoiados sobre abobadilhas (abóbadas de tijolos) (...) nos saguões e nos jardins de inverno (...) utilizavam-se também mosaicos coloridos."

Acredita-se que estes revestimentos, considerados nobres devido às dificuldades de importação ou produção, eram utilizados apenas nas edificações de luxo, pois no interior das casas mais modestas, segundo RAINVILLE [1880], era comum o emprego de barro batido; de argamassa de gesso, para locais sem a presença de umidade; de argamassa de cal; de formigões<sup>1</sup>; de argamassa de cimento e areia e de camadas de asfalto lançadas sobre calçamento de tijolos.

---

<sup>1</sup> - Os formigões consistiam de uma camada executada com cacos de pedras socados, sobre os quais lançava-se uma camada de argamassa produzida pela mistura de cal, saibro e sangue de boi, devidamente nivelada e alisada.

Esses revestimentos e suas respectivas técnicas de execução, encontraram espaço no século XX, evoluindo ao longo do mesmo.

Neste século, além dos materiais anteriormente citados, a pedra utilizada tanto na forma bruta como aparelhada (serrada) teve grande destaque, sendo o granito, o gabro, o diorito<sup>2</sup> e os calcários duros, as pedras mais usuais [SEGURADO, 1914].

Segundo COSTA [1939], as pedras eram assentes sobre leito de areia compactada e estabilizada com betume ou asfalto ou então sobre argamassa plástica constituída de cimento, cal, areia e ou saibro, sendo as juntas entre elas tomadas com o mesmo material de assentamento. As proporções das argamassas utilizadas, entretanto, não são abordadas em seu trabalho.

No início do século, uma alternativa mais econômica para os revestimentos de pedra eram os pisos executados com tijolos que, no entanto, apresentavam menor durabilidade que o primeiro, em função do desgaste provocado pelo trânsito de pessoas. Outro problema deste revestimento, segundo SEGURADO [1914], era o aparecimento de depressões e saliências devido a um desgaste desigual ocorrido entre o tijolo e a argamassa com o passar do tempo, em decorrência da própria técnica de execução, que utilizava, para o rejuntamento dos tijolos, uma argamassa fluida de resistência muito superior aos mesmos.

Estes dois revestimentos caracterizam bem a ausência de tecnologia no processo de produção do piso. No caso dos revestimentos em pedra observa-se que a técnica de execução empregada atualmente continua adotando procedimentos idênticos aos do início do século, isto é, sobre uma base, o assentamento da pedra é feito empregando-se, geralmente, argamassa plástica, sendo que a sua definição, na maioria das vezes, fica a cargo do mestre de obras ou do encarregado pelo assentamento, não havendo nenhuma metodologia para a sua execução. Quanto à produção dos revestimentos utilizando-se tijolos rejuntados com argamassa, de nada adiantava empregar uma argamassa extremamente resistente na junta, se o tijolo não tinha característica compatível quando submetido às solicitações de abrasão. Provavelmente este fato nunca fora considerado e durante anos esse revestimento foi assim executado, até que cedeu lugar a outro de melhor desempenho.

---

<sup>2</sup> - Tanto o gabro como o diorito são rochas de origem magmática, contendo elevados teores de minerais da família dos feldspatos [Ferreira, 1986].

Além destes revestimentos, o ladrilho mosaico, também conhecido como ladrilho de cimento ou ladrilho hidráulico, foi muito utilizado nessa época, sendo considerado um revestimento nobre. Era assente sobre argamassa de cal, de cimento ou bastarda (argamassa que utiliza como aglomerantes o cimento e a cal), sobre a qual, enquanto ainda fresca, lançava-se imediatamente antes do assentamento do ladrilho, uma fina camada de cimento proporcionando uma película superficial de maior resistência e com maior poder de aderência. Este revestimento era utilizado tanto em pisos exteriores como nos internos às edificações térreas e mesmo nos sobrados<sup>3</sup> dos edifícios de diversos pavimentos, empregando-se também, nestes casos, a madeira na forma de soalhos de tábuas [SEGURADO, 1914].

No decorrer da década de 30 a construção dos edifícios ganha um novo e forte aliado: o concreto armado.

Segundo VASCONCELOS [1985], a produção de edifícios empregando-se este material, no Brasil, teve início nos primeiros anos deste século, afirmando que: "A mais antiga notícia que foi possível encontrar de alguma aplicação do concreto armado no Brasil, data de 1904, documentada no curso do Prof. Antonio de Paula Freitas na 'Escola Polytechnica do Rio de Janeiro'.". E, segundo SANTOS [1985], "o domínio da tecnologia do concreto armado culmina com a verticalização dos grandes centros, notadamente a cidade de São Paulo, no início da década de 40."

Segundo ALBUQUERQUE [1942], "Nos centros comerciais o valor do terreno aconselha edifícios de grande altura com estrutura monolítica; neste caso os sobrados são constituídos de laje de concreto. Os sobrados de abóbadas ou de abobadilhas, na técnica atual de construção, estão completamente abandonados.". Esta afirmação é feita também por BAUD [s.d.] que, em função do desenvolvimento dos edifícios de múltiplos pavimentos, na Europa, afirma "Atualmente os pisos de madeira portantes (...) usam-se raramente na construção de edifícios de múltiplos andares. Preferem-se as lajes que, feitas com concreto armado ou elementos metálicos prestam-se melhor às exigências estáticas desejadas. A madeira continua a ser utilizada nas casas de campo, pavilhões, residências particulares, etc."

A evolução ocorrida com a base suporte do piso, implicou num sensível avanço dos revestimentos empregados, e em consequência, alterou as técnicas de execução dos mesmos. Por essa época (início da década de 30), acredita-se que os pisos executados

---

<sup>3</sup> - Segundo ALBUQUERQUE [1942], sobrado era a denominação que se dava, à época, à armação que de um lado recebia o revestimento de piso e de outro lado o teto do pavimento inferior.

em barro batido, argamassas de cal, gesso e formigões, deviam ter a sua utilização restrita às edificações térreas de padrão mais modesto, pois não mais se encontram referências sobre estes materiais na bibliografia referente a esse período.

Segundo ALBUQUERQUE [1942], até mesmo o revestimento em argamassa de cimento e areia alisado a colher, destinado aos pisos internos, estava sendo abandonado devido à dificuldade de limpeza, ficando o seu uso restrito às áreas externas, sendo aí empregado com superfície áspera.

Para as áreas internas, segundo o mesmo autor, este material foi substituído pelo ladrilho de cimento, disponível em diversos formatos, padrões e cores. E, ainda, a terracota ou ladrilho cerâmico juntamente com o grés cerâmico<sup>4</sup> e a pastilha cerâmica (produzida a partir dos mesmos materiais do grés, mas com dimensões reduzidas), ganharam espaço no mercado, principalmente nos casos de edifícios de múltiplos pavimentos.

O assentamento destes revestimentos geralmente se fazia pelo emprego de argamassas plásticas, compostas por cimento, cal ou saibro e areia, em cuja superfície era polvilhado pá de cimento. As dosagens utilizadas não são mencionadas nos manuais de construção da época, sendo abordadas apenas nos cadernos de encargos, cujo principal objetivo era a composição de custos, não havendo, portanto, nenhuma referência técnica que justifique as dosagens indicadas.

Apenas como exemplo cita-se COSTA [1951] que indica, para o assentamento de ladrilhos cerâmicos a utilização de um saco (42,5 Kg) de cimento, 60 litros de saibro<sup>5</sup> e 90 litros de areia; enquanto LIMA [1958] define, para os mesmos componentes, as proporções de 1:5 de cimento e areia; 1:2:3 de cimento, saibro e areia ou 1:4 de cimento e saibro, não sendo especificado, neste caso, se a proporção está em peso ou volume e nem mesmo a causa das variações de dosagem em função dos diferentes materiais. O Caderno Geral de Encargos do BANCO DO BRASIL [1959], por sua vez, indica para este revestimento a dosagem em volume de 1:3:2 de cimento, saibro e areia ou 1:2:5 de cimento, cal em pasta e areia fina; enquanto para os ladrilhos hidráulicos apresenta as dosagens de 1:3:3 de cimento, saibro e areia ou 1:2:7 de cimento, cal em pasta e areia fina.

---

<sup>4</sup> - O grés cerâmico consiste de um material de qualidade superior ao ladrilho no que se refere à homogeneidade, impermeabilidade, compacidade e resistência à abrasão, sendo na época menos empregado em função do seu elevado custo.

<sup>5</sup> - O saibro é definido por Costa [1951] como a "mescla resultante da decomposição e desagregação dos granitos e gnaisses, devendo ter, no máximo uma percentagem de argila de 20%, sendo o seu emprego permitido em certas argamassas, para amaciá-las".



Outro revestimento utilizado em larga escala e que atravessou o século foi a madeira, empregada sob as forma de tábuas corridas, tacos e parquês.

O soalho de tábuas empregado desde fins do século XIX, continuou a ser utilizado tanto nos sobrados que eram constituídos por vigamento em madeira, como nos edifícios de múltiplos pavimentos, sendo que, neste caso, sobre a laje em concreto (ou mesmo abobadilhas em tijolos) fixavam-se os ganzepes (peças de madeira com a forma trapezoidal), que recebem as tábuas do soalho. Segundo CARDÃO [1969], os ganzepes, também conhecidos por barrotes, são fixados à laje utilizando-se argamassas fortes nas suas laterais, podendo os vãos entre eles serem ou não preenchidos. Quando preenchidos, ALBUQUERQUE [1942] recomenda utilizar argamassas fracas ou materiais leves.

O soalho de tacos, abordado por todos os autores anteriormente citados, parece ter ganhado espaço a partir do final da década de 40, firmando-se nas duas décadas seguintes. Este é o único revestimento de madeira especificado pelo Caderno Geral de Encargos do BANCO DO BRASIL [1959], indicando sua presença principalmente nos edifícios públicos. Esta publicação recomenda o assentamento dos tacos utilizando-se uma argamassa plástica produzida com cimento, areia e saibro na proporção de 1:2:3; também indicada por LIMA [1958], sendo que este dá a possibilidade de execução com argamassa de cimento e areia na proporção de 1:5 ou cimento e saibro na proporção de 1:4.

Além disto o revestimento de tacos é citado por diversas publicações do final da década de 60 e início da de 70, destacando-se CARDÃO [1969], que indica o assentamento empregando-se uma argamassas de cimento e areia na proporção de 1:3; a SECRETARIA DE OBRAS DO RIO DE JANEIRO [1971], que recomenda argamassa idêntica à do BANCO DO BRASIL [1959] e PINI [1971], que introduz para os tacos uma técnica de execução análoga à usualmente empregada no caso dos parquês. Esta técnica implica na prévia execução de um lastro de argamassa de cimento e areia, recomendando-se a proporção de 1:4, para o recebimento de tacos que serão colados.

Os parquês, que segundo REIS FILHO [1978] são empregados desde fins do século passado e citados desde ALBUQUERQUE [1942] até as publicações mais recentes, são revestimentos fixados com adesivos, fugindo, portanto, da técnica de assentamento convencional indicada para os revestimentos anteriormente abordados. É um revestimento cuja camada de fixação apresenta reduzida espessura, (usualmente é

denominada camada de fixação delgada), requerendo, assim, um substrato<sup>6</sup> com características superficiais adequadas a fim de que não haja um consumo excessivo do adesivo e nem imperfeições na superfície do revestimento.

Além do parquê, a partir do desenvolvimento dos edifícios de múltiplos pavimentos, começaram a ser introduzidos uma série de outros revestimentos, dentre os quais se destacaram: o linóleo<sup>7</sup> com excelentes características de conforto termo-tátil e acústico, de fácil limpeza e manutenção e resistente ao desgaste provocado pelo trânsito; os componentes à base de borracha utilizados nos locais que exigiam um material de elevada absorção acústica e que fosse confortável ao pisar; a cortiça com tratamento impermeável, que por ser considerado um material "quente" era utilizada para melhorar o conforto térmico dos ambientes; os materiais plásticos, sendo os de maior emprego aqueles à base de resinas vinílicas e, já no início dos anos 70, os revestimentos têxteis à base de resinas.

Estes revestimentos, assim como o parquê e determinados tipos de tacos, na sua maioria eram colados ou então apenas estendidos, sendo fixados nas suas extremidades, como é o caso da borracha e de alguns têxteis. Devido às características de fixação, necessitavam de um substrato com adequada regularidade superficial e planeza, que poderiam ser obtidas durante a execução da laje estrutural ou lastro ou, posteriormente, lançando-se uma camada de argamassa de regularização da superfície que, segundo CARDÃO [1969], deveria ter espessura variando de 10 a 20 mm e ser executada com o emprego de argamassas mais fortes. Também os cadernos de encargos nacionais e a bibliografia estrangeira indicam o uso de argamassas ricas em aglomerantes, como por exemplo, o emprego de 500 Kg de cimento por metro cúbico de inerte segundo o INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE (IPQ) [1963] ou ainda, a dosagem 1:3 recomendado por PINI [1971] e por GUEDES [1982], entre outros.

Chegando neste estágio de desenvolvimento, ao final da década de 60, parece que a evolução dos materiais não foi muito expressiva no que se refere à introdução de novos produtos no mercado nacional. As referências bibliográficas que retratam este período, no

---

<sup>6</sup> - Entende-se por substrato 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.

<sup>7</sup> - O linóleo é constituído por uma pasta resinosa em cuja fabricação são utilizadas matérias primas vegetais, notadamente o óleo de linhaça, a cortiça moída e fibras de madeira. Utiliza ainda, como suporte, o tecido de juta que recebe a pasta e a resina de endurecimento após o processo de prensagem do conjunto [CUSA, 1972]. Esse material quando oxidado em contato com o ar, torna-se semelhante à borracha apresentando excelentes características de deformabilidade [ALBUQUERQUE, 1942].

Brasil, destacando-se entre elas: PINI [1971], SECRETARIA DE OBRAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO [1971], VIDOR [1980], GUEDES [1982] e PINI [1986], trazem os mesmos revestimentos descritos por ALBUQUERQUE [1942], exceção feita ao revestimento têxtil, que aparece somente no início dos anos 70 e ao linóleo que deixa de ser produzido no Brasil.

Apesar da bibliografia disponível não fazer referência à introdução de novos componentes a partir da década de 70, acredita-se que a evolução tecnológica neste setor continuou ocorrendo, pois a alteração nas características dos componentes existentes foi significativa, podendo-se evidenciar este fato comparando-se os catálogos de produtos atuais com alguns mais antigos como a coletânea apresentada por VIDOR [1980]. Verifica-se, a partir desta comparação que, num período de aproximadamente dez anos, os componentes foram aperfeiçoados, as opções aumentaram, produtos de melhor qualidade foram introduzidos no mercado, e ainda novos materiais para a camada de acabamento foram desenvolvidos. Enfim, a indústria de materiais e componentes de revestimento modernizou-se.

Por outro lado, avaliando-se as técnicas construtivas aplicadas ao elemento piso, identifica-se que o fator gerador de sua evolução é a introdução de novos componentes de revestimento e materiais de assentamento, não implicando, porém, num avanço da tecnologia construtiva, que vem ocorrendo de forma lenta e localizada.

Nas duas últimas décadas, no campo das técnicas de execução dos revestimentos, o maior avanço ocorreu a partir da introdução da argamassa colante para assentamento de ladrilhos; sobre o seu uso, afirmou a CERÂMICA SÃO CAETANO [1971]: "A aplicação de ladrilhos com adesivos, em franco uso no Exterior, vem ganhando terreno entre nós. Elimina o problema de destaque de pisos, pois inexistente a influência da retração da argamassa de assentamento, que é executada com antecedência e leva o nome de camada niveladora. Por outro lado subdivide as fases do assentamento convencional, proporcionando elevado rendimento dos serviços."

A partir da introdução da argamassa colante para o assentamento de ladrilhos cerâmicos e também para o de determinados tipos de pedras, a maioria dos revestimentos pode ser fixada com o emprego de uma fina camada de aderência ou serem simplesmente estendidos necessitando-se, porém, de uma superfície nivelada e regularizada, que em função dos atuais procedimentos de execução da laje, implica na existência de uma camada bem definida no conjunto do piso, executada previamente ao revestimento.

Esta camada, inicialmente chamada niveladora, hoje é conhecida como contrapiso e, além de proporcionar à laje o adequado acabamento superficial para o recebimento dos revestimentos aplicados com finas camadas de aderência, atende também a outras exigências do conjunto, sendo as principais: as necessidades de declividade e delimitação das áreas molháveis e o estabelecimento dos diferentes níveis entre ambientes contíguos, em função de distintas espessuras da camada de revestimento.

Apesar da inexistência de estudos sistematizados acerca das argamassas a serem empregadas na execução do contrapiso, os manuais de técnicas de execução e os cadernos de encargos pesquisados parecem diferenciar a execução dos revestimentos considerados espessos ou finos. Para os espessos, como por exemplo, os ladrilhos e as pedras, segundo aquela bibliografia, parece ser possível o emprego de um contrapiso executado com uma argamassa cuja proporção entre aglomerante e agregado seja da ordem de 1:6, em volume de materiais úmidos, pois tal dosagem era empregada para o assentamento destes revestimentos com argamassas plásticas. Quando se trata de revestimentos finos as recomendações encontradas estabelecem uma proporção por volta de 1:3, também em volume de materiais úmidos, independente do uso do edifício.

Considerando-se estes valores, observa-se uma significativa diferença no consumo de aglomerante, acreditando-se que a mesma decorre do entendimento que se tinha acerca das características específicas dos materiais de revestimento e do seu comportamento no conjunto. Provavelmente, entendia-se que os mais espessos fossem capazes de absorver determinados esforços que os finos não conseguiriam. Em função disto, foi transferido ao contrapiso a função de absorvê-los nos casos de revestimentos finos, recomendando-se a sua execução com uma argamassa mais forte. No entanto, não foi encontrada nenhuma referência a respeito de possíveis ensaios que tivessem sido realizados com o objetivo de se avaliar o comportamento dos revestimentos de piso considerados finos executados com argamassas mais fracas ou mais fortes.

As dosagens então praticadas, devem ter sido reproduzidas empiricamente com o passar do tempo, sem nenhum estudo mais profundo acerca do seu desempenho. Em função disto, hoje observa-se que, independente do tipo de revestimento a ser aplicado, a recomendação prática é o emprego de uma argamassa de cimento e areia com dosagem em volume de materiais úmidos de 1:3. Esta dosagem acrescida do desconhecimento das características dos materiais utilizados têm gerado argamassas com elevado teores de aglomerante, como mostra o trabalho de SABBATINI et al. [1989], ultrapassando na maioria dos casos a dosagem utilizada na laje estrutural.

Verifica-se, pois, que as técnicas de execução, de domínio dos engenheiros e arquitetos de fins do século XIX, foram passadas empiricamente de geração em geração, possivelmente sem que se realizasse uma análise mais profunda e mais crítica dos motivos pelos quais uma atividade era executada de uma determinada maneira. Isto, provavelmente, contribuiu para a falta de domínio tecnológico por parte das novas gerações, introduzindo o receio de possíveis falhas, o que vem resultando na adoção de coeficientes de "segurança" ou de "desconhecimento técnico e profissional", cada vez maiores.

Deste modo, as técnicas continuam exclusivamente nas mãos do operário, que a cada dia se distancia dos artesãos precursores que imigraram para o Brasil no início do século e que efetivamente dominavam o "saber fazer". A rapidez com que os operários de hoje passam por diversos patamares da hierarquia da obra não permite que a técnica de bem executar seja sedimentada. Em muitos casos, reproduzem experiências que pouco contribuem para a melhoria do produto final. Por outro lado, as deficiências na formação dos técnicos de maior responsabilidade no campo da construção civil - os engenheiros e arquitetos - têm deixado lacunas preciosas no processo de obtenção de produtos mais racionais e de melhor qualidade, uma vez que não conseguem conhecer em profundidade o processo produtivo do canteiro de obras. Em função disto, acredita-se, que as antigas e mal reproduzidas técnicas de execução do piso continuam a ser praticadas, sem que se conheçam os seus fundamentos.

Alterar esta prática, ou seja, não deixar apenas nas mãos do operário o controle do processo de produção e evitar a reprodução de técnicas sem que se conheçam os seus fundamentos, significa sistematizar a tecnologia de execução do piso, permitindo que o engenheiro e o arquiteto possam efetivamente participar do processo produtivo, sendo assim, valorizados profissionalmente.

Acredita-se que essa sistematização deva ter início pela definição clara das funções e características do piso e das suas camadas individualmente, podendo-se propor então, uma metodologia de produção compatível com as condições de solicitação.

## **2 O PISO COMO UM ELEMENTO DA VEDAÇÃO HORIZONTAL**

Segundo GRAEF [1978], a necessidade de sobreviver e de se relacionar com outras pessoas, desde o início da civilização, vem motivando o homem a construir edifícios. E tendo em vista a dinâmica natureza do ser humano, o edifício, acompanhando a sua

evolução, vem passando ao longo do tempo por diversas e profundas modificações, como própria decorrência das atividades que abriga que, a cada dia, exigem o atendimento de necessidades crescentes dos usuários, tanto em quantidade como em qualidade, principalmente no que se refere às questões de conforto e segurança. Em decorrência disto, o edifício vem se tornando um produto mais complexo, exigindo novas soluções, tanto para o projeto como para o processo de produção.

Diante de tal complexidade, a maneira mais racional de abordar o edifício na sua totalidade, seja objetivando a elaboração do projeto, a sua execução ou a avaliação de seu desempenho, é dividindo-o em partes, solucionando-as uma a uma. Para que isso ocorra, é necessário que cada parte, enfocada sob um determinado ponto de vista, tenha a sua funcionalidade própria, não perdendo, porém, a relação com as demais e com o próprio edifício.

Esta maneira de solucionar problemas complexos, ou seja, a resolução por partes funcionais com a visão do conjunto, é denominada abordagem sistêmica [SABBATINI, 1989] que, quando aplicada ao edifício, deve apresentar uma terminologia própria. Assim, a título de unificar o vocabulário utilizado neste trabalho, o edifício será considerado um sistema empregando-se então, a terminologia proposta pela INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO 6241 [ISO, 1984], que define:

- subsistema: uma parte do edifício que desempenha uma ou várias funções, necessárias ao atendimento das exigências dos usuários;
- componente: caracterizado por produtos manufaturados destinados a cumprir, individualmente, função (ões) específica (s);
- "montagem" ("assembly"): um agregado de componentes usados em conjunto. Por exemplo, uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos é uma montagem constituída de diversos componentes que são os blocos. A ISO 6241 considera também como uma montagem os pilares e vigas construídos no local, observando-se que a "montagem" diferencia-se do componente por caracterizar um produto construído no local.

Por não existir uma palavra que expresse adequadamente o sentido de "assembly", propõe-se, neste trabalho, que seja adotado o termo elemento, em analogia à nomenclatura proposta por Souza [1983].

Na realidade, considera-se que tanto o componente como o elemento são partes dos subsistemas do edifício, sendo umas manufaturadas e outras produzidas no local.

Segundo a ISO 6241 [ISO, 1984] a divisão do edifício não é única, podendo se dar em função dos objetivos a serem alcançados e pode ocorrer ainda, que um componente ou elemento faça parte ao mesmo tempo de dois subsistemas distintos ou que estes tenham componentes espalhados por todo o edifício. Aqui, o edifício será enfocado considerando-se as características de produção pelo processo convencional, propondo-se, então, uma divisão adaptada de Souza [1983] e da ISO 6241 [ISO, 1984]<sup>8</sup>, apresentada na tabela 2.1.

**TABELA 2.1:** Os subsistemas do edifício, seus componentes e elementos.

<b>SUBSISTEMAS</b>	<b>COMPONENTES E ELEMENTOS</b>
<b>1. ESTRUTURA</b>	
1.1 Fundações	sapatas, estacas, vigas baldrames, tubulões, etc
1.2 Super estrutura	pilares, vigas, painéis, lajes, escadas, etc.
<b>2. VEDAÇÕES EXTERIORES</b>	
2.1 Vedações verticais	divisórias (paredes, parapeito); aberturas porta/janela
2.2 Vedações horizontais	piso (terraços, sacadas); aberturas; coberturas
<b>3. VEDAÇÕES INTERIORES</b>	
3.1 Vedações verticais	divisórias (paredes, armários e); aberturas-porta/janela
3.2 Vedações horizontais	piso; aberturas (alçapões)
<b>4. SISTEMAS PREDIAIS</b>	
4.1 Distribuição e disposição de águas	água fria, esgoto, água pluvial
4.2 Aquecimento e ventilação	distribuição de gás combustível, circuito de ar condicionado
4.3 Distribuição de gás	ar comprimido, distribuição de gás, etc.
4.4 Elétrica	alta e baixa voltagem, equipamento elétrico emergência
4.5 Telecomunicações	telefone, distribuição de circuito de rádio e televisão
4.6 Transporte mecânico e eletromecânico	elevadores, escadas rolantes, etc.
4.7 Transporte pneumático e gravitacional	disposição de resíduos sólidos, limpeza a vácuo, etc.
4.8 Segurança	proteção contra intrusos, incêndio, queda de energia.

<sup>8</sup> - Apesar de serem consideradas referências básicas, não foram adotadas na íntegra, as proposições feitas por Souza [1983] e pela ISO [1984], por se tratarem de divisões voltadas à avaliação de desempenho do subsistema como um todo, não sendo considerado as suas características de produção, objetivo da divisão proposta.

A divisão da vedação horizontal, objeto deste trabalho, em dois outros subsistemas distintos - exterior e interior - é necessária em função das suas distintas condições de solicitação, e conseqüentemente, de produção.

De modo geral, a vedação horizontal exterior está em contato direto com o meio ambiente, seja através de sua base ou pela sua superfície ou ainda, por ambas. Além disto, nos edifícios habitacionais e comerciais, é comum que esta vedação sofra ações intensas, tais como, o trânsito de veículos e equipamentos.

A vedação interna, por sua vez, encontra-se protegida do meio ambiente por estar suspensa do solo, ou porque está sob uma cobertura. Além disso, no caso dos edifícios em estudo, fica, de modo geral, sujeita somente ao tráfego de pedestres e a cargas devido ao mobiliário.

As diferentes ações a que estão submetidas as vedações horizontais exigem-lhes específicas propriedades, implicando em distintas camadas e portanto em sistemas de piso diferenciados. Porém, independente das características que o piso deva apresentar para atender às condições de solicitação impostas, suas funções no conjunto das vedações são as mesmas.

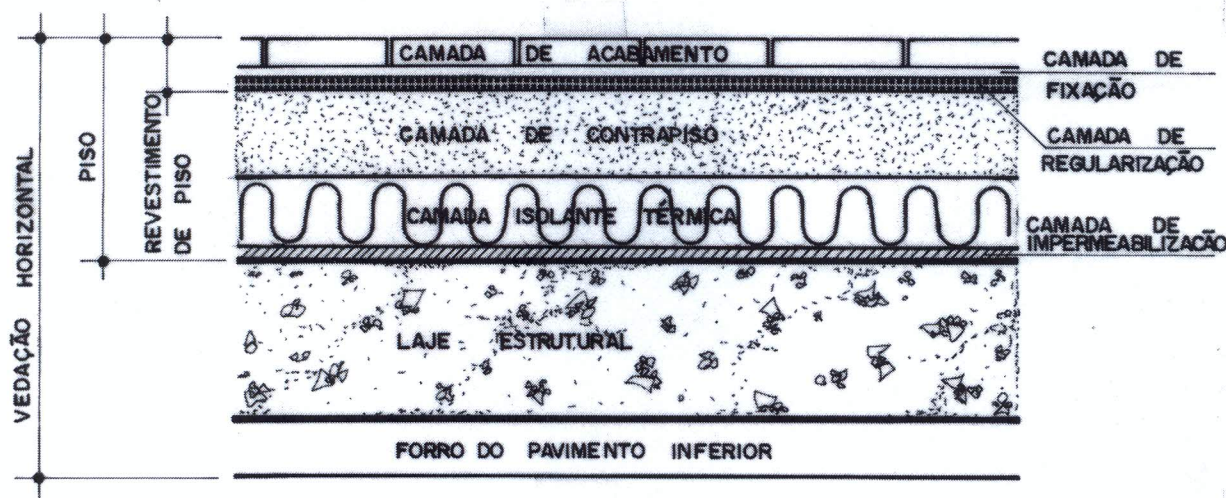
Segundo BARRY [1980], o piso, como parte constituinte da vedação horizontal dos edifícios, tem como função principal ser suporte dos usuários; de sua mobília; de veículos, equipamentos e máquinas, devendo permitir que o trânsito sobre a sua superfície ocorra de maneira segura e confortável. Além disto, ainda que de modo secundário, outras funções podem ser atribuídas ao piso, como as abordadas por ELDER & VANDENBERG [1977] e destacadas a seguir:

- 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;
  - proporcionar os desníveis necessários entre ambientes contíguos, principalmente quando se trata de áreas secas e molháveis;
  - permitir o embutimento de componentes de instalações tais como tubulações e pontos de utilização;
  - auxiliar no comportamento global da vedação horizontal, contribuindo para: o isolamento termo-acústico; a absorção dos sons de impacto; a estanqueidade aos gases e à água tanto na sua forma líquida como de vapor e a segurança contra o fogo;
- e



- valorizar esteticamente o edifício, pois o piso, em especial sua camada superficial, exerce influência significativa na determinação das características estéticas e de qualidade daquele, proporcionando o padrão de acabamento desejado.

O piso, produzido a partir de diversas camadas, para cumprir adequadamente suas funções, o faz como um todo. Assim, o conjunto deve apresentar propriedades compatíveis com os requisitos de desempenho que lhe são exigidos, bem como com a natureza e características da base sobre a qual será executado. Portanto, antes de se abordar as principais propriedades a serem desempenhadas pelo elemento piso, serão caracterizadas as suas camadas constituintes, observando-se que, em vista dos objetivos da presente dissertação, será considerado somente o piso interno ao edifício, propondo-se na figura 2.1 uma configuração básica para a vedação horizontal em que ele está inserido. A tecnologia de produção dos pisos para áreas externas e ou destinados ao tráfego de veículos e equipamentos, deverá ser objeto de pesquisas futuras.



**FIGURA 2.1:** Ilustração das camadas de um sistema de vedação horizontal interno ao edifício [SAARIMAA; SNECK & WAANANEM, 1972].

O sistema de vedação horizontal interno 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. Estas camadas, para responder às específicas condições de exposição a que estarão submetidas ao longo da produção e da vida útil do edifício, poderão se diferenciar tanto em relação ao material como à técnica construtiva nelas empregados. Deste modo, os materiais devem ser cuidadosamente conhecidos e as técnicas de execução, adequadamente definidas, a fim de que a sua combinação possa resultar num produto final compatível com as

especificações de projeto. As suas características serão abordadas a seguir, destacando-se, inicialmente, as camadas constituintes do piso, objeto deste trabalho.

### **2.1 Camada Impermeável**

A camada impermeável pode ou não fazer parte do piso nas áreas internas. A bibliografia estrangeira, como BARRY [1980] e a BS 8204 [BSI, 1987], indicam o seu emprego apenas nos casos de vedação exterior lançada diretamente sobre o solo. Entretanto, no Brasil, a partir de observações realizadas em canteiros de obras identificou-se que esta camada vem sendo utilizada, ainda que não intensamente, nas áreas internas denominadas inundáveis, tais como boxes de banheiros e também nas áreas de sacadas, em que a presença da água é mais intensa e constante. Nestes casos busca-se evitar que a água penetre pela vedação vertical, atingindo o forro do pavimento inferior, deteriorando-o. Nos locais onde a água aparece em menor intensidade, não é usual o seu emprego. Neste caso, os projetistas limitam-se a especificar revestimentos razoavelmente estanques tais como os cerâmicos, as pedras e os vinílicos, prescindindo do uso da impermeabilização.

Esta camada pode ser constituída pelos mais diversos sistemas de impermeabilização, sendo que as características intrínsecas do edifício vão exigir um tipo específico, havendo a necessidade de que se estude e avalie cada caso.

### **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. Segundo BARRY [1980], nestes casos, torna-se essencial para auxiliar na conservação do calor interno, que comumente é gerado por sistemas de calefação. No Brasil, acredita-se que devido principalmente às suas características de clima tropical, a camada isolante térmica praticamente inexistente nas vedações internas. Neste caso, a contribuição do elemento piso no desempenho térmico da vedação horizontal acaba se dando em função das características próprias do contrapiso e do revestimento, abordados a seguir e não pela incorporação de uma camada isolante térmica específica.

Porém, apesar de quase sempre esquecida, a presença desta camada é fundamental nos casos de coberturas impermeabilizadas, que mesmo sendo consideradas vedações exteriores, merecem ser destacadas, em função dos constantes problemas que originam nos edifícios.

O clima tropical do Brasil impõe, às coberturas de um modo geral, elevadas temperaturas, principalmente em decorrência da incidência dos raios solares, gerando sensíveis variações dimensionais (dilatação) no sistema de vedação horizontal, que podem lhe provocar um elevado grau de fissuração. As fissuras formadas 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 das condições de conforto e salubridade. Nestes casos, a camada isolante pode ser constituída por materiais leves que apresentem baixo coeficiente de transmissão térmica, tais como, o poliestireno expandido, a vermiculita, a argila expandida e o concreto celular.

### **2.3 Camada de Contrapiso**

O contrapiso, para áreas interiores ao edifício, pode ser constituído de uma ou mais camadas de material lançado sobre a laje estrutural ou sobre uma camada intermediária (de impermeabilização ou de isolamento térmico e acústico), devendo apresentar características tais como espessura, regularidade superficial, resistência mecânica, compactidade e durabilidade adequadas ao atendimento de suas funções, cujas principais são:

- possibilitar a colocação do revestimento de piso;
- transmitir as cargas de utilização à laje suporte;
- proporcionar os desníveis necessários entre ambientes contíguos e a declividade nas áreas molháveis e
- permitir o eventual embutimento de instalações.

Esse tema será objeto específico de uma das próximas aulas.

### **2.4 Camada de Revestimento**

Segundo a BS 6100 [BSI, 1987] "o revestimento constitui a camada superior do piso, proporcionando o seu acabamento final."

Pode ser composta por uma, duas ou três camadas. A primeira trata-se da camada de regularização do substrato, que pode ou não ser necessária, em decorrência das características superficiais do mesmo e da camada de acabamento. A segunda consiste da camada de ligação entre o substrato e a camada de acabamento, sendo usualmente constituída por argamassas ou adesivos. A última e mais externa, consiste na camada de acabamento, podendo ser constituída por argamassas frescas ou emulsões poliméricas

aplicadas sobre o substrato, dispensando a camada de ligação; ou ainda, por componentes de madeira, cerâmicos, de pedra, vinílicos, têxteis<sup>9</sup>, entre outros.

Esta camada tem grande importância no desempenho do conjunto, uma vez que está exposta durante todo o período de utilização do piso; é, portanto, a única parte do elemento em contato direto com o usuário, sofrendo solicitações das mais diversas naturezas. Daí, suas funções estarem relacionadas principalmente à segurança do usuário e à proteção e valorização estética do piso.

Para desempenhar adequadamente estas funções, segundo ELDER & VANDENBERG [1977], o revestimento deve apresentar, de modo geral, as seguintes propriedades ou requisitos de desempenho: resistência ao desgaste pelo uso, notadamente às solicitações por choque, abrasão e puncionamento; resistência às deformações do conjunto, não apresentando fissuras que comprometam o seu desempenho, nem tão pouco se destacando do substrato; ser estanque, quando aplicado em áreas molháveis desprovidas da camada de impermeabilização; resistir ao ataque de agentes químicos (detergentes, águas sanitárias, etc.); aspecto agradável; capacidade de amortecimento do som produzido pelo tráfego em sua superfície; segurança à utilização (comodidade ao andar, antiderrapante ou antideslizante, incombustibilidade, etc.) e durabilidade compatível com as condições de uso.

Estes requisitos de desempenho são garantidos na medida em que sejam conhecidas as características próprias de cada revestimento e as solicitações a que o piso estará sujeito, compatibilizando-as.

### **2.5 Camada de Base ou Laje Estrutural**

Segundo a DIN 18560 [DIN, 1981-parte 1], a camada de base ou laje estrutural "constitui o elemento resistente do subsistema vedação horizontal e se destina a receber todas as cargas aplicadas ao piso". ELDER & VANDENBERG [1977] acrescentam que "tem por função transmitir ao restante da estrutura portante as sobrecargas a que o piso está sujeito distribuindo-as adequadamente. Deve, portanto, apresentar resistência mecânica adequada às cargas previstas e, além disto, deve apresentar, ainda, condições superficiais compatíveis com o piso que irá receber."

A produção da estrutura do edifício, da qual a laje é um dos elementos, extrapola os objetivos deste trabalho. Entretanto, vale salientar que muitos problemas ocorridos

---

<sup>9</sup> - As características e condições de produção dos revestimentos cerâmicos, de pedra, vinílicos e têxteis estão amplamente abordadas no trabalho de SABBATINI, BARROS & FLAIN [1990].

durante a execução do piso e de outras partes do edifício têm origem nesta etapa de produção, sendo imprescindível a sistematização da tecnologia da produção deste subsistema.

## **2.6 Camada de Forro**

Segundo a BS 6100 [BSI, 1987] o forro pode ser entendido como "um componente de cobertura da face inferior da laje ou telhados de modo a constituir a superfície superior de um ambiente fechado."

Quando se trata do recobrimento de lajes, este componente, muitas vezes, pode ser constituído apenas por um revestimento de argamassa ou pasta, ou nem mesmo existir, em função das características de execução do componente estrutural e do padrão de acabamento desejado. Para alguns ambientes, porém, pode ser necessário colocar o denominado forro falso, permitindo a passagem de instalações abaixo da laje, sem que estas sejam visíveis para os usuários. Neste caso é comum o emprego de placas de gesso, de fibrocimento e metálicas.

## **3 PROPRIEDADES DO ELEMENTO PISO**

As principais propriedades ou requisitos de desempenho que o piso de áreas internas de edifícios habitacionais e comerciais deverá apresentar para cumprir suas funções são:

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

Tais requisitos são exigidos do piso como um todo, entretanto, o grau de exigência para cada um pode variar, segundo CUSA [1972] e BRING [1972], em decorrência das específicas condições de exposição a que o conjunto e cada uma de suas camadas estarão submetidos.

Neste sentido, para cada requisito, uma determinada camada do piso poderá ser mais ou menos solicitada, devendo apresentar propriedades específicas. Assim, os requisitos

abordados nem sempre estarão diretamente relacionados com o contrapiso, objeto deste trabalho. Porém, julgou-se ser importante que o trabalho contivesse tais informações, uma vez que podem auxiliar na determinação das funções específicas do contrapiso, bem como poderão fundamentar trabalhos futuros no campo do elemento piso.

BRING [1972] afirma que a avaliação quantitativa dos requisitos de desempenho é de difícil equacionamento e muitas vezes sem sentido, pois depende de fatores futuros, nem sempre passíveis de serem avaliados precisamente. Assim, defende que os requisitos de desempenho sejam expressos qualitativamente em classes de qualidade, propondo uma metodologia para alguns dos requisitos, abordados a seguir.

### **3.1 Resistência Mecânica**

Alguns autores como BARRY [1980] e a BS 8204 [BSI, 1987], definem vedação horizontal do edifício, denominando-a piso ("floor"), atribuindo a uma de suas partes, a laje estrutural, a resistência do conjunto.

Neste trabalho define-se o elemento piso como uma parte constituinte da vedação horizontal, sendo que a resistência estrutural desta cabe a uma outra sua parte - a laje. Entretanto, independentemente da resistência da vedação, entende-se que o piso como um todo deva apresentar um certo nível de resistência que lhe proporcione um estado de consolidação interna capaz de suportar ações mecânicas de diversas naturezas, que em geral são originadas pelos esforços de utilização do piso, traduzidos por abrasão superficial, cargas de impacto e estáticas que tendem a esmagá-lo ou a cisalhá-lo [CSTB, 1983].

Assim, a resistência mecânica do piso pode ser 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, que dependem, principalmente, das características das camadas constituintes do piso, que por sua vez são função dos materiais e das técnicas de execução empregados.

A resistência ao desgaste superficial é dada, exclusivamente, pelas características da camada de acabamento e, de modo geral, somente esta é avaliada segundo esse requisito [CSTB, 1970; MCCURRICH, 1988].

Cada tipo de revestimento apresenta uma específica resistência ao desgaste pelo uso, determinada pelas suas características de produção. Assim, pode-se dizer que um revestimento de piso é adequado a um determinado ambiente, desde que sua resistência

à abrasão seja compatível com as solicitações previstas para o local em questão, sendo que tal compatibilidade determina a vida útil do revestimento [CSTB, 1978].

Portanto, para que seja possível definir o revestimento mais adequado a cada ambiente, deve-se conhecer as suas características e as solicitações previstas para o local em que será aplicado. Para isto, são propostos níveis de resistência ao desgaste dos materiais e de solicitação a que estão sujeitos os diferentes ambientes, classificando-os, portanto, segundo critérios de desgaste e de utilização, respectivamente.

Classificação semelhante é proposta com relação à resistência aos choques e carregamentos estáticos pontuais, genericamente denominados de resistência ao puncionamento [CSTB, 1978].

A resistência ao puncionamento resulta, em geral, da interação das camadas de contrapiso e de revestimento. Quando se trata de revestimentos de reduzida espessura, como é o caso dos têxteis, vinílicos e laminados melamínicos, por exemplo, 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, em geral o contrapiso, que por sua vez deve apresentar propriedades compatíveis com o nível das solicitações, de modo a não ser danificado.

A deformação sofrida pela camada de revestimento não poderá provocar danos em sua superfície, pois isto comprometeria o seu aspecto, bem como as próprias condições de utilização. Assim, também neste caso, são propostas classificações para os materiais de revestimento, segundo o seu comportamento frente aos esforços de puncionamento e para os ambientes, segundo a intensidade de solicitação.

Diversas classificações difundidas no meio técnico relacionam as características dos revestimentos de piso com sua possibilidade de uso. Uma delas é dada pelo "Institut National Belga du Tapis - INBT" [CSTC, 1972]; outra é proposta por BRING [1972] e outra, de maior difusão, é proposta pela "Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction U.E.A.tc.", apresentada pelo CSTB [1978] para revestimentos delgados, pelo CSTB [1983] para cerâmicos e pelo CSTB [1984], para componentes à base de cimento.

Na maioria dos países europeus, pelo menos uma das classificações anteriores é correntemente empregada pelos projetistas para a definição dos materiais de revestimento de piso, como pode ser observado, por exemplo, pelas prescrições das

normas propostas pelo Ministério de Obras Públicas y Urbanismo da Espanha [MOPU, 1989].

Naqueles países, as próprias indústrias submetem os seus materiais e componentes de revestimento a ensaios específicos de desgaste por abrasão e puncionamento, classificando-os por categorias de resistência, correspondendo aos níveis de solicitação suportáveis pelos mesmos. Aliando-se as características dos revestimentos à classificação proposta para os ambientes segundo as possíveis solicitações a que estão sujeitos ao longo de sua vida útil, é possível proceder a escolha do revestimento de piso mais adequado a cada situação.

No Brasil, porém, não está sistematizada uma classificação que envolva conjuntamente as condições ambientes e as características dos materiais, pois são poucas as indústrias de revestimentos que definem as "classes de qualidade" de seus componentes, dificultando a proposição de uma classificação.

Inseridos no reduzido universo de materiais classificados, encontram-se os componentes cerâmicos, o que têm contribuído para o avanço na qualidade de produção destes revestimentos. Principalmente em decorrência das exportações, a indústria cerâmica adaptou-se às condições impostas pelo mercado internacional. Assim, tem sido adotada, para estes componentes, uma classificação segundo suas características de resistência à abrasão, fundamentada nas propostas da Porcelain Enamel Institute (PEI), dos Estados Unidos, que classifica os componentes cerâmicos em quatro classes, fazendo-se referência aos ambientes em que se recomenda o emprego de cada uma das classes. Esta classificação é apresentada pela NBR 9817 [INMETRO, 1987], sendo o ensaio de abrasão descrito pela NBR 6481 [INMETRO, 1980].

No Brasil, a avaliação quantitativa da resistência mecânica do elemento piso não está sistematizada. De modo geral, apenas a resistência à abrasão dos componentes de revestimento tem sido verificada por poucas indústrias, ao procederem o controle de qualidade do seu material. 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.

### **3.2 Resistência de Aderência**

Esta característica está associada também à resistência mecânica do piso; porém, considerando-se a sua complexidade será abordada separadamente.



A resistência de aderência, segundo SABBATINI [1984], pode ser definida como "a capacidade que a ligação, na interface de duas superfícies, tem em absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais a ela (tração), sem se romper."

No caso específico deste trabalho, esta propriedade refere-se tanto à ligação do contrapiso com a base, como à ligação do contrapiso com o revestimento de piso, sendo que o grau de aderência nestas interfaces pode interferir na integridade do conjunto frente às diversas solicitações a que está sujeito, principalmente aquelas decorrentes das deformações diferenciais entre a base e o revestimento.

A resistência de aderência entre as diversas camadas depende das características da superfície de contato entre as mesmas, bem como das características do material de ligação aplicado entre elas. Assim, quando for necessário garantir um elevado grau de aderência entre as diversas camadas, torna-se imprescindível o preparo superficial da camada anterior, bem como o emprego de materiais compatíveis e de qualidade garantida [BSI, 1989].

Segundo McCURRICH [1988], existem vários ensaios para verificar a resistência de aderência entre as diversas camadas do piso. Para a verificação em obra, afirma que "o mais prático é realizar um corte circular ou quadrado, atravessando a interface na qual se deseja verificar a aderência.". Uma vez preparado o corpo de prova, recomenda que se cole uma pastilha sobre a sua superfície, tracionando-a por meio de equipamento adequado. Determina, assim, a tensão de ruptura à tração do conjunto.

Este ensaio é comum para o caso dos pisos de alta resistência ou industriais, sendo pouco utilizado para pisos de edifícios habitacionais e comerciais. Nestes casos, segundo a BS 8204 [BSI, 1987] muitos dos revestimentos não necessariamente precisam estar aderidos ao substrato e, além disto, afirma que o próprio substrato, eventualmente, pode não estar aderido à base. A BS 8204 [BSI, 1987] salienta, porém, que "quando se faz necessário um nível mínimo de aderência, esta pode ser verificada por percussão, sendo que um som cavo pode indicar má aderência do revestimento ou do substrato, devendo-se, então, verificar as possíveis causas e conseqüências para que se tome as providências necessárias."

### **3.3 Capacidade de Absorver Deformações**

Como um elemento do edifício, o piso está sujeito a ações de diversas naturezas que, de modo geral, traduzem-se por tensões de tração, compressão e cisalhamento agindo em suas camadas. Tais tensões deverão ser absorvidas ou dissipadas pela deformação do

conjunto. O piso deverá ser capaz de absorver tanto as suas deformações intrínsecas (retrações e expansões térmicas e higroscópicas), como as deformações de pequena amplitude que podem ocorrer na laje, sem apresentar um estado de fissuração que comprometa o seu desempenho, sem se desagregar, sem perder a sua aderência e sem se descolar do substrato [SCHILD et al., 1981].

SABBATINI [1984], estudando paredes de alvenaria, afirma que a capacidade de absorver deformações de uma alvenaria (resiliência) é uma propriedade equacionada pela resistência à tração e ao cisalhamento e pelo módulo de elasticidade do conjunto em estudo.

Fazendo-se uma analogia com o elemento piso tem-se que em função de sua capacidade de absorver deformações o conjunto poderá apresentar melhor ou pior desempenho. Quanto maior a sua resistência à tração e ao cisalhamento e menor o seu módulo de elasticidade, melhor o comportamento do conjunto frente às solicitações de uso, pois estas propriedades permitirão que o mesmo se deforme sem que haja a ruptura das camadas, podendo ocorrer, eventualmente, a formação de microfissuras que não chegam a comprometer o desempenho do conjunto.

Sendo esta propriedade dependente do módulo de elasticidade de cada camada, conclui-se que a mesma 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. E quanto maior a dosagem de cimento na composição da argamassa de contrapiso, menor a sua capacidade de absorver deformações, pois eleva-se o módulo de elasticidade.

No caso dos revestimentos cerâmicos e de pedra, acredita-se que a capacidade de deformação do conjunto dependerá tanto da camada de contrapiso como da rigidez apresentada pela camada de revestimento, pois estes componentes apresentam alto módulo de elasticidade, e assim, o comportamento da camada dependerá principalmente das suas características de execução, ou seja, da rigidez das juntas entre componentes, 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.

### **3.4 Estanqueidade**

No caso de pisos internos ao edifício, este requisito de desempenho fica restrito às áreas molháveis, uma vez que não está sujeito à ação da água presente no solo [ELDER & VANDENBERG, 1977].

A estanqueidade do conjunto de modo geral, é de responsabilidade da camada de impermeabilização, anteriormente abordada. Atualmente, porém, nas áreas internas dos edifícios o uso desta camada vem se limitando aos boxes de banheiro. Nas demais áreas molháveis, como cozinhas e áreas de serviço, por exemplo, atribui-se à camada de revestimento, a responsabilidade de evitar a infiltração de água através do conjunto.

Existem alguns revestimentos que podem ser considerados razoavelmente estanques, bem como resistentes à ação da água, podendo ser aplicados nestas regiões onde a presença de água é comum. Entretanto, acredita-se que 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, 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 e resistência à ação da água. Em função disto, acredita-se que a classificação proposta pelo CSTB [1978, 1983 e 1984] em relação ao comportamento dos componentes frente à ação da água pode ser utilizada como indicativa, porém, o fato de um componente ter, isoladamente, adequado desempenho frente a este requisito, não implica que o conjunto o terá.

Não é função do contrapiso atender à estanqueidade do elemento, pois trata-se de uma camada, em geral, constituída por uma argamassa de elevado índice de porosidade, não sendo possível impedir a percolação da água pelo sistema.

### **3.5 Resistência ao Ataque por Agentes Químicos**

Resistir ao ataque de agentes químicos comuns tais como sabões, detergentes, ácidos fracos, entre outros é uma característica intrínseca da camada de acabamento do piso, pois ela estará em contato direto com os mesmos, tanto pela queda acidental nos locais em que o manuseio de tais produtos seja freqüente, como pelo emprego destes produtos na limpeza e higienização do piso. Segundo ELDER & VANDENBERG [1977] a camada de contrapiso pode ser uma segunda barreira contra os agentes químicos, de modo que os mesmos não atinjam a laje, pois podem reagir com a armadura presente nesta, provocando um processo de deterioração de toda a vedação horizontal.

Também com relação ao comportamento frente a agentes químicos o CSTB [1978, 1983 e 1984] propõe uma classificação tanto para os ambientes como para os revestimentos, em analogia ao comportamento frente a ação da água. Entretanto, aqui também cabe ressaltar que o importante é o desempenho da camada de revestimento como um todo, principalmente nos casos daqueles produzidos com juntas.

### **3.6 Facilidade de Limpeza e Higienização**

Não foi possível encontrar referências específicas acerca deste requisito de desempenho, entretanto a facilidade de limpeza e salubridade está diretamente relacionada à exigência de higiene do ambiente destacada por Souza [1983] e depende, particularmente, das propriedades da camada de acabamento do piso.

Alguns revestimentos permitem uma limpeza mais fácil que outros, como os vinílicos, quando comparados aos têxteis, por exemplo. Os primeiros, por terem a superfície extremamente lisa, não retêm detritos, poeira, etc., apresentando extrema facilidade de conservação. Os têxteis, porém, 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. Para estes revestimentos as condições de salubridade local podem ser mais críticas, caso não sejam tomados cuidados constantes com a higienização do mesmo.

Acredita-se que a escolha do revestimento para um determinado ambiente deva considerar a facilidade de limpeza, 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.

### **3.7 Segurança de Utilização**

ELDER & VANDENBERG [1977] relacionam este requisito de desempenho às características de escorregamento do piso. Entretanto, acredita-se que além desta, que está diretamente relacionada com o coeficiente de atrito superficial do revestimento, devem ser consideradas ainda, a planeza, o nivelamento e a regularidade da superfície, pois também estas interferem nas condições de segurança de utilização do pavimento.

### **3.7.1 Nivelamento, planeza e regularidade da superfície**

A BS 8204 [BSI, 1987] considera planeza e regularidade superficial como sinônimos definindo-as como a medida do desvio de um plano paralelo que passa sobre uma grande ou pequena extensão do piso em estudo; BRING [1972], por sua vez, considera-as isoladamente. Conceitualmente, porém, ambos enfocam estas propriedades de maneira análoga, avaliando as irregularidades presentes na superfície do piso. Assim, para se definir com clareza o significado de cada uma, neste trabalho, estas duas propriedades serão consideradas, distintamente, bem como o nivelamento, sendo abordadas a seguir.

#### **a) Nivelamento**

Esta propriedade do elemento piso não é claramente abordada pelos autores consultados. O BRE [1977] e o CSTB [1982] fazem referência à mesma, considerando-se a camada de contrapiso. Assim, a partir dos conceitos apresentados por estes autores, pode-se dizer que o nivelamento é a propriedade que indica o grau de declividade da superfície em relação ao plano horizontal. Portanto, as exigências de nivelamento de uma área seca devem ser distintas das de uma área molhável.

No primeiro caso, deve ser exigida uma superfície com um nível de horizontalidade suficiente para que o posicionamento dos móveis se dê sem que estes fiquem visivelmente inclinados. No caso de uma área molhável, em que há a presença de ralos, é necessário que a superfície apresente um determinado grau de declividade em direção aos mesmos, permitindo o escoamento da água e evitando o seu empoçamento. Também nesta situação, não se deve aceitar que o mobiliário fique visivelmente inclinado.

O nivelamento do piso pode ser dado antes ou durante a execução da camada de revestimento. No caso de revestimentos aplicados com camada de fixação de pequena espessura, como as colas e as argamassas colantes, esta propriedade é garantida pelo contrapiso, pois a espessura da camada de fixação não permite a correção do nível proporcionado pelo mesmo. Nos casos dos revestimentos aplicados com argamassas convencionais, como alguns tipos de pedras, por exemplo, o nivelamento superficial poderá, eventualmente, ser obtido no momento da sua aplicação.

#### **b) Planeza**

Segundo BRING [1972], um piso deve ser plano o suficiente para permitir o posicionamento de móveis, sendo um suporte adequado à todas as atividades que poderão se desenvolver no ambiente.

Assim, pode ser entendida como a propriedade apresentada por um piso que não apresente depressões ou saliências que venham a interromper o plano destinado ao posicionamento de móveis ou ao tráfego. Segundo McCURRICH [1988], "o grau de planeza de um piso influenciará fortemente sua adequabilidade às condições de uso". Situações mais críticas de utilização do piso podem exigir limites mais rígidos do que as situações comuns que podem permitir pequenos desvios. Segundo a BS 8203 [BSI, 1987], "insistir em tolerâncias reduzidas pode resultar em elevados custos de produção, devendo-se ter em mente, ao especificá-las, o padrão exigido para o piso."

A planeza pode ser função do revestimento ou do substrato, sendo influenciada pelas características deste último, notadamente quando se trata de revestimentos de pequena espessura [TURAUD, 1984], tais como os vinílicos e os têxteis que podem ter sua superfície marcada pelas irregularidades do substrato que, por sua vez, tem a planeza influenciada pelo tipo de agregado presente na sua composição (forma e diâmetro dos grãos), pelo acabamento superficial recebido quando da sua execução, pelo cuidado durante a execução e pelas condições de exposição a que ficou submetido desde o seu término. No caso de revestimentos mais espessos tais como as pedras ou dos aplicados com camada de fixação espessa, a planeza é definida pelas características da superfície do revestimento, sendo de menor importância as condições do contrapiso.

A verificação desta propriedade pode se dar com o auxílio de uma régua metálica colocada em repouso sobre a superfície do piso.

Observa-se, porém, que a bibliografia consultada apresenta diferentes maneiras para a avaliação da planeza superficial, indicando diferentes dimensões de réguas e limites de tolerâncias, sendo os principais colocados na tabela 2.2, a seguir.

**TABELA 2.2:** Extensões de avaliação e limites de tolerância para a planeza superficial.

	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA						
	BS 8203 [BSI, 1987, BS 8203]	BRING [1972]	DIN 18202 [DIN, 1986]				
Extensão de avaliação (m)	3,00	2,00	0,1	1,0	4,0	10,0	15,0
Tolerâncias (mm)	3,0; 5,0 ou 10,0 (1)	1,0 a 5,0 (2)	2,0	4,0	10,0	12,0	15,0

(1) A BS 8203 define três categorias em função do padrão requerido para o piso;

(2) BRING define cinco classes de qualidade.

Ainda com relação à planeza, BRING [1972] afirma que em função da época em que seja executado o contrapiso e o revestimento de piso, a planeza final poderá ser alterada,

principalmente em função da acomodação da estrutura. Daí, recomenda que, no planejamento da execução do piso, seja dada preferência à execução do revestimento o mais tarde possível, para que pequenas alterações no substrato possam ser corrigidas. Além disso, salienta que é possível haver a modificação da planeza de um determinado revestimento de piso em função da compatibilidade entre as condições de solicitação e da sua resistência mecânica superficial, devendo estes aspectos serem considerados ao se elaborar o projeto.

### **c) Regularidade superficial**

Segundo TURAUD [1984], esta propriedade está relacionada, principalmente, com os desníveis, saliências e irregularidades discretas que possam ocorrer de um ambiente a outro ou em um mesmo ambiente.

Os desníveis 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 transtorno ao usuário.

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 aspecto que pode e tem causado sérios problemas. Diversas visitas realizadas em obras permitiu identificar que tem sido comum a execução de ambas as áreas em um mesmo plano, eliminando-se o desnível entre as mesmas e portanto a tradicional soleira. A separação destas áreas vem sendo feita, então, por meio de um filete de pedra (mármore ou granito) saliente em relação à superfície do revestimento, para que a área seca não seja invadida pelas eventuais águas acidentais ou de lavagem das áreas molháveis.

Acredita-se que este detalhe construtivo, além de dificultar o tráfego, pode causar sérios acidentes, devido a possíveis tropeços, devendo-se evitá-lo, elaborando-se 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 por uma soleira, para que também este não venha a causar acidentes.

### **3.7.2 Comportamento quanto ao escorregamento**

O comportamento do piso quanto ao escorregamento está relacionado ao coeficiente de atrito do revestimento, que por sua vez, é determinado pelas suas características superficiais [TURAUD, 1984]. Segundo McCURRICH [1988], a maioria dos testes realizados para verificar o comportamento do revestimento frente ao escorregamento, utiliza-se de medições do coeficiente de atrito do material quando seco e quando molhado.

ELDER & VANDENBERG [1977] afirmam que alguns revestimentos podem tornar-se deslizantes quando molhados, colocando em risco a segurança dos usuários, sendo este 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. Salientam, porém, que as características de segurança destes revestimentos podem ser melhoradas aplicando-se um tratamento superficial que lhes proporcionem maior aspereza.

Segundo a BSI [1972], revestimentos escorregadios 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 estes locais, deve-se procurar empregar revestimentos que mesmo estando com sua superfície molhada não tenham seu coeficiente de atrito superficial reduzido, que, de modo geral, é uma propriedade obtida através de uma superfície de rugosidade áspera.

### **3.8 Conforto de Utilização**

Entende-se o conforto de utilização como um requisito composto por vários outros dentre os quais pode-se destacar o conforto tátil, visual, acústico, higrotérmico e antropodinâmico, que estão relacionados diretamente aos sentidos humanos e, portanto, no caso do piso, o principal responsável pelo atendimento deste requisito é a camada de revestimento uma vez que se encontra em contato direto com o usuário.

O conforto tátil refere-se à sensação que se tem ao tocar um determinado 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 rugosidade superficial, separando-os visualmente; entretanto a quantificação de "frio" ou "quente" é complexa de se realizar, pois a sensação da temperatura do piso depende das condições



de troca térmica entre o usuário e o revestimento as quais, segundo BRING [1972], 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; a capacidade de isolamento dos calçados; a temperatura do ar e do piso; as características higroscópicas do revestimento e ainda a difusividade térmica<sup>10</sup> da camada de revestimento.

Buscando conhecer as características dos diversos tipos de revestimento no que se refere à sensação de calor transmitida ao usuário, o Deutsches Institut Für Normung - DIN, citado por BRING [1972], desenvolveu um ensaio que simula o pé de uma pessoa descalça, 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 primeiro para o segundo, em um minuto (pessoa caminhando) e em dez minutos (pessoa sentada).

Baseado neste ensaio e considerando-se o tipo de calçado utilizado pelas pessoas e o tempo que permanece em contato com o piso, BRING [1972], propõe cinco classes de qualidade para os revestimentos, compreendendo desde um revestimento muito frio até um muito quente.

O NBRI [1973], avalia a sensação de calor transmitida pelos pisos através do coeficiente de inércia térmica "a", salientando que este valor pode variar em função das camadas constituintes do elemento piso e do tempo de contato com o mesmo.

Em função dos coeficientes de inércia térmica, apresentado pelo NBRI [1973], para diversos revestimentos e dos trabalhos de ELDER & VANDENBERG, [1977], pode-se propor uma classificação dos revestimentos usuais, segundo a sensação de calor que transmitem, comparativamente um ao outro, quando submetidos às mesmas condições ambientais. Esta classificação é apresentada na tabela 2.3, a seguir.

**TABELA 2.3:** Classificação comparativa entre os revestimentos usuais de piso, segundo a sensação de calor que transmitem.

<b>REVESTIMENTOS</b>		
<b>"FRIOS"</b>	<b>LEVEMENTE OU MODERADAMENTE "FRIOS"</b>	<b>"QUENTES"</b>

<sup>10</sup> - O coeficiente de difusividade térmica ou coeficiente de inércia térmica é dado pela expressão  $a = \frac{k}{pc}$ , onde "k" é a condutividade térmica, "p" é a densidade e "c" o calor específico do material de revestimento [NBRI, 1973].

cerâmico de pedra natural à base de cimento metálico vinílico em placas	de madeira vinílicos em mantas	têxteis
---	-----------------------------------	---------

Segundo TURAUD [1984], o conforto acústico do piso está relacionado tanto com o seu comportamento frente aos ruídos de impacto como aos ruídos ambientais.

O ruído provocado pelo impacto diz respeito ao piso como um todo, pois depende de todas as suas camadas. O impacto gera uma energia pontual, causando a vibração das camadas. A energia não dissipada neste processo pode retornar ou ser transmitida na forma de ondas sonoras. Assim, a capacidade de cada camada em absorver ou dissipar parte da energia provocada pelo impacto, vai determinar a intensidade do som que volta ao ambiente e a que é passada para os pavimentos inferiores. Quanto mais espessa a camada, quanto menor o seu módulo de elasticidade e menor a sua densidade, maior será a sua capacidade de dissipar a energia gerada e portanto, menor é o ruído que retorna ou transmite. Daí, que um sistema de piso que contenha uma camada constituída por materiais leves tais como a argila expandida e concreto celular, apresenta melhores características de isolamento acústico do que quando tal camada inexistente.

O ruído ambiental, isto é, os sons que se transmitem pelo ar, está intimamente relacionado com a camada de revestimento, notadamente com as suas características superficiais, que podem ser traduzidas pela sua textura, porosidade, densidade do material e arranjo das moléculas na superfície. Quando uma superfície é rugosa, ou seja, quando as moléculas estão desorganizadas superficialmente, as ondas de som se perdem, havendo maior absorção. Neste caso, pode-se considerar um material de baixa refletividade superficial. Assim, comparando-se um revestimento de pedra polida com um de pedra bruta pode-se dizer que o primeiro reflete mais o som aéreo para o ambiente que o segundo. Ao se comparar, porém, a pedra bruta com um revestimento de manta vinílica, por exemplo, tem-se que a refletividade deste é sensivelmente inferior, em função de sua baixa densidade superficial quando comparado com a pedra.

TURAUD [1984] afirma, porém, que a contribuição do elemento piso, seja qual for a camada de revestimento, não é significativa para o isolamento dos ruídos aéreos ou ambientais.

O conforto visual do piso está ligado à satisfação do usuário com aquilo que vê, portanto está intimamente relacionado ao seu revestimento e à relação deste com os demais elementos do ambiente tais como paredes, forro, esquadrias e móveis. Segundo

TURAUD [1984] o conforto está ligado à qualidade da superfície no que se refere à harmonia das cores e das dimensões dos componentes e à rugosidade e regularidade superficiais; 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. Acredita-se que ao se elaborar o projeto, deve-se buscar harmonizar o conjunto de revestimentos, empregando-se padrões atuais e, no decorrer do processo produtivo, deve-se buscar garantir a uniformidade das características do revestimento, tais como tonalidade da cor, rugosidade, brilho, entre outras, de modo que o mesmo seja visualmente agradável.

Por último, entende-se o conforto antropodinâmico como sendo relacionado às características que o piso deve apresentar para atender aos requisitos dos usuários no que se refere ao conforto físico ao se deslocarem sobre o mesmo, assumindo maior importância quando se trata de locais como 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.

### **3.9 Segurança Contra o Fogo**

Pode-se dizer que ao se considerar a segurança contra fogo de elementos de vedação devam ser observados dois aspectos básicos: o isolamento do fogo, que depende da vedação como um todo e o risco de propagação, que depende essencialmente do revestimento.

O isolamento do fogo somente é possível enquanto a vedação mantiver a sua integridade física. No caso das vedações horizontais de edifícios de múltiplos pavimentos executado pelo processo convencional, esta característica depende em grande parte do comportamento estrutural da laje, uma vez que ela dá a sustentação ao conjunto. Em particular, a armadura da laje exerce grande influência, pois devido às elevadas temperaturas atingidas durante um incêndio, existe a tendência de inversão dos esforços atuantes na laje. Com isto, a armadura será solicitada de maneira distinta daquela prevista em projeto. Portanto, dependendo de uma série de variáveis tais como: as considerações para elaboração do projeto, sua distribuição pela laje, as características do aço empregado, entre outras, a laje poderá atingir o colapso, não proporcionando o isolamento necessário.

A propagação do fogo por uma vedação está relacionada aos materiais presentes na sua superfície, portanto ao seu revestimento e ao potencial que este apresenta em dar início a um incêndio ou mesmo de propagá-lo ou ainda, de gerar gases tóxicos, caso o incêndio tenha se iniciado em outra parte do edifício.

Para alguns revestimentos esta propriedade é relevante, como é o caso dos de madeira ou daqueles à base de polímeros, como por exemplo, os vinílicos e os têxteis. A madeira apresenta um elevado risco tanto de dar início quanto de propagar o fogo em um edifício. Os revestimentos à base de polímeros, apesar de apresentarem baixa velocidade de propagação devido às suas características de auto-extinção, alimentam o fogo, pois as elevadas temperaturas do incêndio fazem com que entrem em combustão gerando mais calor e fumaça, liberando gases tóxicos, sendo que a toxicidade afeta a segurança contra o fogo essencialmente por provocar tonturas, desmaios e dificuldades de fuga. 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, possibilidades de abandono do edifício, entre outras.

Os revestimentos, tais como cerâmicos e pedras, apresentam um adequado comportamento frente à propagação do incêndio, pois além de não o iniciarem, não o alimentam. E, acrescentando massa ao conjunto da vedação, auxiliam também no isolamento do conjunto.

### **3.10 Durabilidade**

A durabilidade, segundo a ISO 6241 [ISO, 1984], pode ser entendida como "a capacidade que uma parte ou um componente do edifício apresenta em manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo". Este conceito pode ser aplicado ao elemento piso, observando-se porém, que 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 e com as especificações de projeto [TURAUD, 1984].

Assim, entende-se que na fase de projeto devem ser adequadamente definidos os materiais a serem empregados em cada camada, de modo que sejam compatíveis entre si e de maneira a compatibilizar o piso resultante com as condições de exposição a que estará sujeito ao longo de sua vida útil. Devem estar definidos ainda, os procedimentos de execução a serem adotados para que seja obtido o produto desejado.

Na fase de execução, tais procedimentos deverão ser devidamente observados, devendo-se verificar cada etapa através de uma metodologia de controle de produção; enquanto 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 disto, 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 são:**

- movimentações de origem higroscópica, térmica ou impostas por outros agentes externos que possam causar fissuração e destacamento do revestimento ou desagregação das demais camadas;
- 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 possam provocar manchas ou mesmo destruir progressivamente os revestimentos;
- alteração na cor devido a incidência de radiação ultravioleta;
- queda de objetos pontiagudos que possam marcar ou mesmo desagregar determinados tipos de revestimentos;
- utilização inadequada com relação ao uso previamente definido, como por exemplo, movimentação de cargas pesadas em locais projetados para circulação de pedestres;
- limpeza com produtos inadequados e
- manchas devido à ação do fogo (pontas de cigarro, por exemplo), que podem ocorrer, principalmente, no caso dos revestimentos têxteis e vinílicos.

O desempenho da vedação horizontal, incluindo aqui a sua estética, depende da durabilidade do piso, notadamente da sua camada de revestimento. Assim, coloca-se como imprescindível a necessidade de elaboração de um projeto para produção 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Alexandre. Construções Civis. 1. ed. São Paulo : Revista dos Tribunais Ltda, 1942.
- BANCO DO BRASIL. Caderno Geral de Encargos. [S.l.] : Departamento do Patrimônio Imobiliário, 1959.
- BAUD, G. Manual de Construção. Tradução de Torrieri Guimarães. [S.l.] : Hemus, [s.d.]. v 2.
- CARDÃO, Celso. Técnica da Construção. 2. ed. Belo Horizonte : Arquitetura e Engenharia, 1969. v. 2.
- CERÂMICA SÃO CAETANO. Recomendações para o assentamento de ladrilhos cerâmicos. Tabela de Composição de Preços e Orçamentos, São Paulo : Pini, v. 4, 1971.
- COSTA, Paulo. Caderno de Encargos. 1. ed. Rio de Janeiro : [s.n.], 1939.
- COSTA, Paulo. Caderno de Encargos. 4. ed. Rio de Janeiro : [s.n.], 1951.
- GUEDES, Milber Fernandes. Caderno de Encargos. 1. ed. São Paulo : Pini, 1982.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - IPQ. NP 56 Assentamento de azulejos e ladrilhos. Lisboa, Portugal, Repartição de normalização, 1963.
- LIMA, Marcus Antônio Motta. Coletânea de Normas para Edificações. Rio de Janeiro : Santa Maria, 1958.
- McCURRICH, L. H. Development Trends and Standards for Industrial Floors. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 7., 1988, São Paulo. Anais... São Paulo : EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1988. p. 151-188.
- PINI. Tabela de Composição de Preços. 4. ed. São Paulo, 1971. (TCPO - 04).
- PINI. Tabela de Composição de Preços. 8. ed. São Paulo, 1986. (TCPO - 08).
- RAINVILLE, Cesar de. O vinhola brasileiro. Rio de Janeiro : Eduardo & Henrique Laermmert, 1880. p. 218-227.
- REIS FILHO, Nestor Goulart. Quadro da arquitetura no Brasil. 4. ed. São Paulo : Perspectiva, 1978. Série Debates.
- SANTOS, M. C. Loschiavo dos. Escola Politécnica (1894-1984). São Paulo: Imprensa Oficial do Estado. 1985. p. 139.
- SECRETARIA DE OBRAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Caderno de Encargos. 1. ed. Niterói : Diálogo. 1971.
- SEGURADO, J. E. S. Acabamento das construções. 6. ed. Rio de Janeiro : Paulo de Azevedo, [1914?].
- TURAUD, Jean. Construction du Bâtiment. 3. ed. Paris : Editions du Moniteur, 1984.
- VASCONCELOS, Carlos Augusto de. O concreto armado no Brasil. 1. ed. São Paulo : Copiare, v.1. 1985. p. 13-55.
- VIDOR, Elisabeth. Especifique 80 - Materiais de Construção. São Paulo : Bauercentro-Centro Tecnológico de Construção, 1980.

**Escola Politécnica da USP -Biblioteca "Prof.Dr. Telêmaco Van Langendorck"**  
**de Engenharia Civil**

Ed. Paula Souza- Av. Prof. Almeida Prado, Trav.2 n.83 - térreo  
Tel: (0XX11) 3091-5204, 3091-9023 **e-mail:** biblioteca.civil@poli.usp.br