



Monografia

"PISOS À BASE DE CIMENTO: CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E PATOLOGIAS"

Autor: Maria de Fátima Santos Camargo

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Jr.

Janeiro/2010

MARIA DE FÁTIMA SANTOS CAMARGO

**"PISOS À BASE DE CIMENTO: CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E
PATOLOGIAS"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Avaliações nas construções

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Jr.

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2010

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Definição de pisos	11
2.2 O piso como parte integrante do edifício – o subsistema vedações horizontais	11
2.3. Pisos à base de cimento: caracterização, processo executivo e patologias	16
2.3.1 Piso cimentado comum.....	17
2.3.2. Marmorites e Granilites.....	28
2.3.3. Pisos industriais de concreto	44
3. ESTUDO DE CASO	91
4. CONCLUSÃO	117
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Camadas de um sistema de vedação horizontal interno ao edifício	13
FIGURA 2: Sistema de piso industrial	13
FIGURA 3: Esquema das camadas de um piso industrial em frigorífico	14
FIGURA 4: Sistema de piso industrial com RAD–revestimento de alto desempenho...14	
FIGURA 5: Sistema de piso cimentado	19
FIGURA 6: Trincas em piso cimentado.....	24
FIGURA 7: Patologia em piso cimentado: porosidade.	25
FIGURA 8: Mancha em piso cimentado.	26
FIGURA 9: Manchas e fissuras em piso cimentado.....	27
FIGURA 10: Granitinas Pó 0,8mm	29
FIGURA 11: Granitinas 00 - 1,5mm	29
FIGURA 12: Granitina N°0–Fino 2,8mm	29
FIGURA 13: Granitinas N°0–Grosso 3,8mm	29
FIGURA 14: Granitinas N° 1 – 6,3mm	29
FIGURA 15: Granitinas N° 2 – 9,0mm	29
FIGURA 16: Granitinas N°3 – 12,0mm	30
FIGURA 17: Granitinas N° 4 – 15,0mm	30
FIGURA 18: Granitina Amarelo Dourado	30
FIGURA 19: Granitinas Basalto	30
FIGURA 20: Granitinas Branco Nacional	30
FIGURA 21 : Granitinas Branco Paraná	30
FIGURA 22: Granitinas Cinza	31
FIGURA 23: Granitinas Misto	31
FIGURA 24: Granitinas Pérola	31
FIGURA 25: Granitinas Preto	31

FIGURA 26: Granitinas Quartzo	31
FIGURA 27: Granitinas Rosa 3.5	31
FIGURA 28: Granitinas Vermelho	32
FIGURA 29: Granitinas Vidro misto	32
FIGURA 30: Granilite Vermelho 1	33
FIGURA 31: Granilite Vermelho 2	33
FIGURA 32: Granilite Verde	33
FIGURA 33: Granilite Bege	33
FIGURA 34: Granilite Branco	33
FIGURA 35: Granilite Caco de Mármore	33
FIGURA 36: Sistema de piso – granilite.....	35
FIGURA 37: Piso granilite.....	37
FIGURA 38: Piso granilite.....	37
FIGURA 39: Piso granilite - juntas plásticas	38
FIGURA 40: Piso granilite.....	38
FIGURA 41: Detalhe piso tipo fulgê (fulget)	40
FIGURA 42: Detalhe piso tipo fulgê	41
FIGURA 43: Detalhe piso tipo fulgê.....	41
FIGURA 44: Detalhe piso tipo fulgê.....	41
FIGURA 45: Recuperação de piso granilite	43
FIGURA 46: Recuperação piso granilite.....	43
FIGURA 47: Recuperação de piso granilite.....	43
FIGURA 48: Recuperação piso granilite.....	43
FIGURA 49: Representação gráfica do processo executivo do piso de concreto.....	45
FIGURA 50: Pisos de concreto: detalhe da forma.	47
FIGURA 51: Representação gráfica do processo executivo do piso de concreto	47

FIGURA 52: Piso de concreto – corte esquemático da estrutura.....	48
FIGURA 53: Piso de concreto: corte esquemático	49
FIGURA 54: Piso de concreto: corte esquemático	49
FIGURA 55: Fibras metálicas adicionadas ao concreto em piso	51
FIGURA 56: Fibras metálicas adicionadas ao concreto em piso.....	51
FIGURA 57: Fibras de polipropileno.....	52
FIGURA 58: Mecanismo de ação das fibras de polipropileno.....	52
FIGURA 59: Lançamento do concreto.	57
FIGURA 60: Lançamento do concreto.	58
FIGURA 61: Lançamento do concreto.	58
FIGURA 62: Piso de concreto – execução.	59
FIGURA 63: Rodo de corte.	59
FIGURA 64: Piso de concreto – execução.	60
FIGURA 65: Piso de concreto: processo executivo.	60
FIGURA 66: Acabadora mecânica.	63
FIGURA 67: Alisadora dupla de alta.....	63
FIGURA 68: Alisadora dupla de alta rotação rotação com disco de flotação.....	63
FIGURA 69: Corte das juntas em piso de concreto.	65
FIGURA 70: Esquema de locação das juntas de expansão – bordas e paredes.....	66
FIGURA 71: Piso de concreto polido.	67
FIGURA 72: Processo de perda de material por abrasão	71
FIGURA 73: Superfícies tratadas com endurecedores de superfície	71
FIGURA 74: Desgaste por abrasão.....	73
FIGURA 75: Desgaste acentuado.....	73
FIGURA 76: <i>Overlay</i> cimentício.....	74
FIGURA 77: Delaminação.....	77

FIGURA 78: Delaminação.....	77
FIGURA 79: Delaminação em piso de concreto.	78
FIGURA 80: Esborcinamento.....	80
FIGURA 81: Tratamento de juntas – poliuretano, epóxi semi-rígido e lábios poliméricos.....	80
FIGURA 82: Formato inadequado de junta.....	81
FIGURA 83: Empenamento por retração hidráulica diferencial	82
FIGURA 84: Fissuras de retração plástica do concreto.	85
FIGURA 85: Fissuras de assentamento em piso de concreto.	87
FIGURA 86: Trinca em piso de concreto	90
FIGURA 87: Fissura em piso com destacamento do concreto.	90
FIGURA 88: Fissura por atraso no corte.	91
FIGURA 89: Movimentação de piso	91
FIGURA 90: Trinca no entorno do pilar	92
FIGURA 91: CEM Campos Sales - piso interno original - trinca transversal.....	94
FIGURA 92: CEM Campos Sales - piso interno original - fissuras de retração.....	95
FIGURA 93: CEM Campos Sales - piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.	96
FIGURA 94: CEM Campos Sales piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.	96
FIGURA 95: CEM Campos Sales - piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.	97
FIGURA 96: CEM Campos Sales - piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas e desgaste superficial.....	97
FIGURA 97: CEM Campos Sales - piso marmorite original, após recuperação - detalhe da superfície.	98

FIGURA 98: CEM Campos Sales - piso marmorite original, após recuperação.....	98
FIGURA 99: CEM Campos Sales - piso marmorite	99
FIGURA 100: CEM Campos Sales - piso marmorite executado em 2008 – fissuras...	100
FIGURA 101: CEM Campos Sales - piso marmorite - fissuras.....	100
FIGURA 102: CEM Campos Sales - piso marmorite – fissuras.....	101
FIGURA 103: CEM Campos Sales - piso marmorite - fissuras.....	101
FIGURA 104: CEM Campos Sales - piso externo original	102
FIGURA 105: CEM Campos Sales - piso externo original –trinca.....	102
FIGURA 106: CEM Campos Sales - piso externo original.....	103
FIGURA 107: CEM Campos Sales - piso	104
FIGURA 108: CEM Campos Sales – piso	105
FIGURA 109: CEM Campos Sales - piso	105
FIGURA 110: CEM Campos Sales - piso	106
FIGURA 111: CEM Campos Sales - piso	107
FIGURA 112: CEM Campos Sales - piso	108
FIGURA 113: CEM Campos Sales - piso	108
FIGURA 114: CEM Campos Sales - piso	109
FIGURA 115: CEM Campos Sales - piso	109
FIGURA 116: CEM Campos Sales - piso	110
FIGURA 117: CEM Campos Sales - piso	110
FIGURA 118: C.S. Mangueiras - piso marmorite	114
FIGURA 119: C.S. Mangueiras - piso marmorite	115
FIGURA 120: C.S. Mangueiras - piso marmorite	116
FIGURA 121: C.S. Mangueiras - piso marmorite	117
FIGURA 122: C.S. Mangueiras - piso marmorite	117
FIGURA 123: C.S. Mangueiras - piso marmorite	118

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

A/C – relação água/cimento

CEM – Centro de Especialidades Médicas

EPS – poliestireno expansível

GPa - gigapascal

MPa - megapascal

PAM – Posto de Atendimento Médico

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte

PVA – acetato de polivinila

PU - poliuretano

SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital

AGRADECIMENTOS

Engenheira Civil e Sanitarista Maria da Bethânia Apgaua Penido Vale, pela colaboração e disponibilidade.

Engenheira Civil Fabíola Maria Lima França, pelas informações e orientações.

RESUMO

Este trabalho busca identificar e caracterizar tipos de piso à base de cimento, seus diversos materiais componentes e processos executivos mais usuais, e relacionar as patologias sistêmicas comumente constatadas nestes revestimentos horizontais, tais como: fissuras, trincas, delaminações, esborcinamentos, empenamentos, desgaste superficial, deteriorações e condições adversas intrínsecas aos pisos cimentícios. Abordando o sistema de pisos cimentícios como um conjunto de componentes permanentemente interativos, a descrição dos processos executivos de cada tipo de piso foi elaborada com ênfase na prevenção das patologias, a partir do postulado de que a visão sistêmica deve anteceder a especificação/adoção das boas práticas de execução.

1. INTRODUÇÃO

Parte integrante da edificação, o piso deve apresentar uma série de propriedades e requisitos de desempenho, como resistência mecânica, capacidade de absorver deformações, estanqueidade, resistência a agentes químicos, facilidade de limpeza, segurança de utilização e durabilidade.

A busca pela redução dos custos da construção frequentemente compromete a qualidade e durabilidade de seus elementos constituintes. A substituição de materiais e processos executivos por opções menos adequadas ou sem padronização pode refletir na durabilidade dos pisos, causando trincas, fissuras e outras patologias.

O desempenho da vedação horizontal, inclusive sob aspecto estético como revestimento, depende de variáveis diversas, tornando fundamental a adoção de procedimentos padronizados e a realização de efetivo controle de qualidade de todo o processo produtivo do piso, de maneira a garantir tanto o desempenho quanto a vida útil pretendida.

Este trabalho será composto a partir de pesquisa e revisão bibliográfica acerca dos tipos de pisos à base de cimento, processos executivos e patologias recorrentes, com a identificação de suas causas mais relacionadas. Finalizando, apresentação de estudo de caso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definição de Pisos

Definem-se pisos como quaisquer superfícies, contínuas ou descontínuas, construídas com a finalidade de permitir o trânsito pesado ou leve, sendo compatíveis com os outros acabamentos e com sua utilização. Devem apresentar resistência ao desgaste causado pelo atrito, facilidade de conservação e higiene, inalterabilidade de cores e dimensões, além de aspectos decorativos. Seu dimensionamento e especificação acompanharão a necessária adequação ao uso de cada setor de uma edificação ou área da construção.

2.2. O Piso como parte integrante do edifício: o subsistema vedações horizontais

A implementação de novas tecnologias construtivas, em resposta às crescentes e cada vez mais urgentes questões relacionadas ao desempenho e conforto nas construções são fatores determinantes para a transformação dos edifícios em produtos cada vez mais complexos.

A necessidade de entender o edifício de maneira total, sistêmica, como meio de interpretação da sua complexidade, torna importante que cada parte do edifício seja observada sob um determinado ponto de vista, tenha a sua funcionalidade própria, não perdendo, porém, a relação com as demais e com o próprio edifício.

Trata-se de uma abordagem para a solução de problemas complexos, atacados por suas etapas e partes funcionais, mas sem perder a visão do conjunto: a abordagem sistêmica (SABBATINI, 1989) que, quando aplicada ao edifício, deve apresentar uma terminologia própria.

O edifício então pode ser considerado um sistema (BARROS, 2001) empregando-se 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. Elemento (BARROS, 2001).

Considera-se que tanto o componente como o elemento são partes dos subsistemas do edifício, sendo umas manufaturadas e outras produzidas no local (BARROS, 2001).

Independente do acabamento que será dado, o piso é um sistema formado por uma base e sua camada de revestimento. Para a construção de um bom piso é essencial ter-se uma boa base, que pode ser a camada de contrapiso, um outro piso previamente executado, ou, nos pisos apoiados diretamente no solo, as camadas de subleito e sub-base.

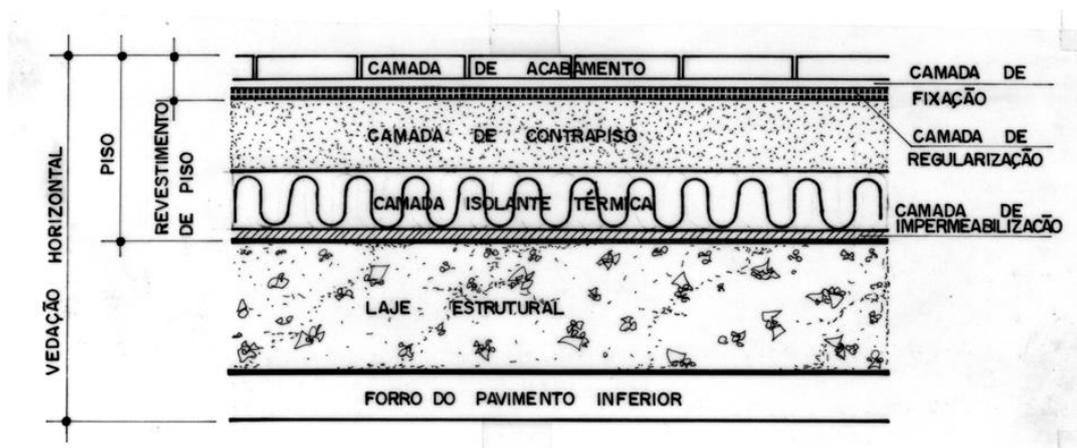


FIGURA 1: Ilustração das camadas de um sistema de vedação horizontal interno ao edifício. SAARIMAA; SNECK & WAANANEM, 1972. Fonte: BARROS, 2001.

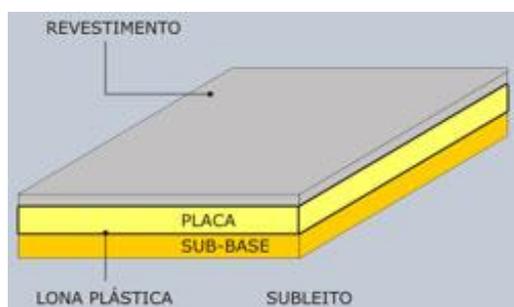


FIGURA 2: Sistema de piso industrial. Fonte: Eng. Públio Penna Firme/LPE Engenharia

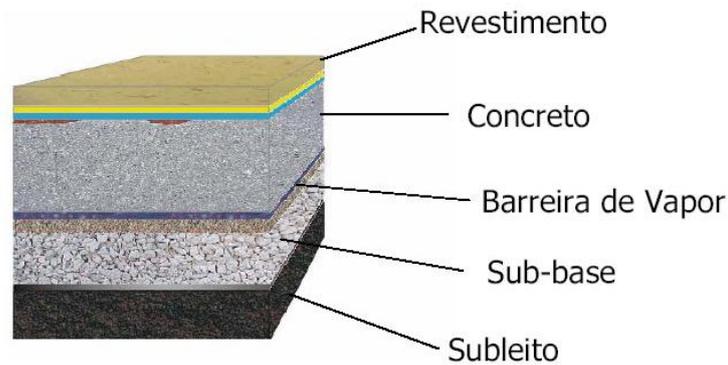


FIGURA 3: Esquema das camadas de um piso industrial em frigorífico

Fonte: LPE Engenharia

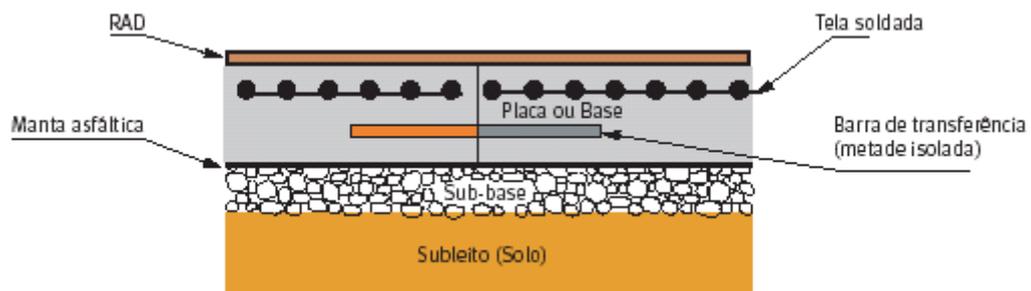


FIGURA 4: Sistema de piso industrial com RAD – revestimento de alto desempenho

Fonte: AugePisos

O desempenho da vedação horizontal depende da durabilidade do piso, da camada de revestimento, inclusive sob os aspectos estéticos, tornando imprescindível a elaboração de um projeto para sua produção e de controle de qualidade de todo o processo produtivo do piso, a fim de garantir a utilização prevista e durabilidade compatíveis com a vida útil esperada.

Os principais fatores que podem comprometer a durabilidade e o desempenho do piso são (BARROS, 2001, adaptado):

- movimentações de origem higroscópica, térmica, causadas ou impostas por outros agentes externos que possam gerar 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 da camada superficial;
- cultura e proliferação de microorganismos que possam provocar manchas ou destruição progressiva dos revestimentos;
- queda de objetos pontiagudos ou incandescentes, capazes de danificar a superfície dos revestimentos;
- utilização inadequada com relação ao uso previamente definido;
- manutenção inadequada;

2.3. Pisos à base de cimento: caracterização, processo executivo e patologias

Os pisos à base de cimento têm em seu baixo custo, grande aplicabilidade e variedade estética algumas de suas características mais lembradas. Executados em áreas internas ou externas, com acabamento liso ou rugoso, pigmentados ou não, tais pisos são prioritariamente artesanais em seu processo, dependendo de mão de obra especializada.

Na execução de pavimentos com acabamento cimentado, é necessário observar prescrições quanto ao nivelamento da base ou contrapiso, o apiloamento e umedecimento da superfície, o correto dimensionamento dos quadros/painéis e a inserção de guias (removíveis ou não) para demarcação das juntas de dilatação.

De espessura variável, recomenda-se que os pisos à base de cimento não tenham dimensão vertical inferior a 1cm. Pisos de menor espessura, como o de cimento queimado, granilites e marmorites exigem um mínimo de três a quatro etapas em sua execução, tornando o controle executivo primordial para a obtenção de um revestimento horizontal capaz de atender aos requisitos de projeto.

2.3.1. Piso cimentado comum

Trata-se de piso executado com argamassa de cimento e areia, podendo apresentar acabamento rústico ou desempenado, natado, pigmentado ou não. A aplicação ideal deve acontecer sobre contrapiso em concreto armado ou, no mínimo, em argamassa armada com tela. Contrapisos em brita, saibro, argila ou areia compactados não são indicados, devido à grande possibilidade de fissurações.

Os pisos de argamassa podem ser aplicados tanto sobre bases de concreto recém executadas e ainda em estado úmido (argamassa lançada diretamente sobre a base, concreto ou contrapiso, antes do início de pega da base - aplicação "sobre úmido"), quanto sobre bases de concreto curadas ou em estágio adiantado do processo de cura (argamassa sobre base já curada e endurecida - aplicação "sobre seco").

As aplicações "sobre úmido" devem ser adotadas sempre que as condições técnico-executivas da obra permitirem, pois além de garantirem melhores condições de aderência, transformando piso e base num conjunto absolutamente solidário, dispensam todo e qualquer tratamento prévio da base, além de seu desempenamento normal.

As aplicações "sobre seco" só devem ser feitas sobre bases de concreto com idade mínima de 10 dias e com acabamento superficial bastante áspero, obtido

por simples varredura do concreto não endurecido, quando de sua execução, ou pelo picotamento integral da área a ser pavimentada.

As argamassas de piso, bem como o concreto da base nas aplicações "sobre úmido", devem ser preparadas com um único tipo de cimento, evitando-se o uso de cimentos com tempos de pega diferentes entre si, para que não ocorram tensões internas durante a cura.

Antes da aplicação, verificar se o substrato (contrapiso) está perfeitamente sadio, sem afundamentos, fissuras significativas, esfarelamentos ou contaminações de óleo ou graxa. O contrapiso deve estar o mais nivelado possível, e com a superfície áspera, de modo a proporcionar boa aderência do revestimento.

Caso a superfície não tenha a necessária aspereza, aplicar uma camada de chapisco de aderência, em argamassa de cimento e areia grossa lavada, traço 1:3 em volume, aditivada de resina adesiva vinílica na proporção indicada pelo fabricante. A espessura média deste chapisco é de 5mm.

Os pisos cimentados devem ser executados em argamassa no traço 1:3, em volume, (cimento e areia lavada fina ou média), com cimentos que atendam às especificações técnicas das normas aplicáveis e areia compatível com os requisitos da NBR 7211 – “Agregado para concreto”.

Na execução de cimentados comuns devem ser utilizados cimento e areia de uma única marca e procedência, de modo a evitar variações de coloração e textura que possam comprometer seu aspecto final.

A espessura da argamassa do piso cimentado varia entre 10 mm e 20 mm para o sistema “sobre úmido”, e entre 20 mm a 30 mm para o “sobre seco”.

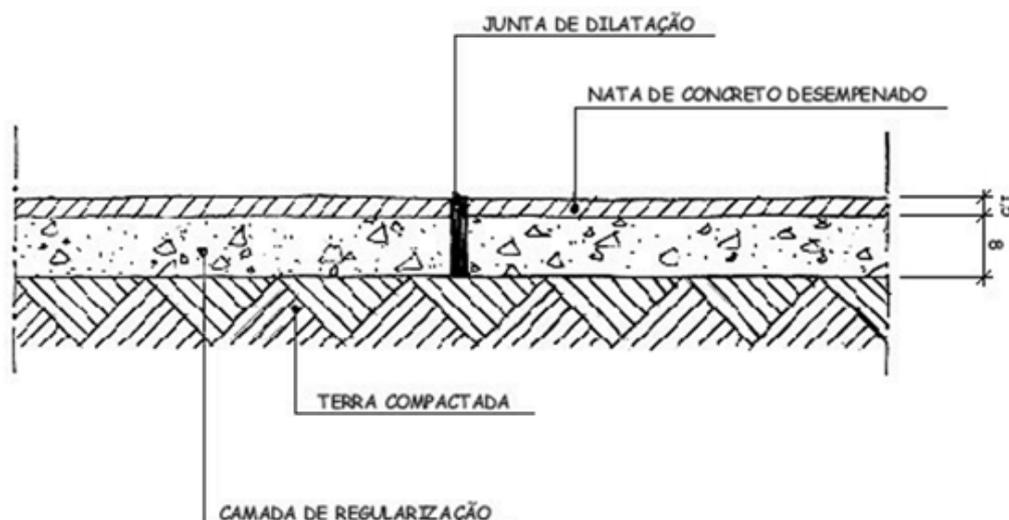


FIGURA 5: Sistema de piso cimentado. Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória

O sistema “sobre seco” é o mais utilizado, podendo-se aumentar a aderência do piso cimentado à base através da prévia aplicação, instantes antes do lançamento da argamassa, de ponte de aderência constituída por pasta de cimento e areia lavada fina (1:2), em volume, sendo facultado o uso de adesivos.

O preparo da argamassa pode ser manual, para pequenos volumes, efetuado sobre superfície plana e limpa, misturando-se, inicialmente, o cimento à água. Para volumes de argamassa superiores a 100kg de cimento, o amassamento deve ser mecânico em betoneira, lançando-se parte da água e o volume de

areia na betoneira em funcionamento, completando com todo o volume de cimento e o restante da água, sendo o tempo de mistura nunca inferior a 3 minutos.

A argamassa produzida não deve ser utilizada em prazo superior ao de início de pega do cimento, devendo ser descartada após este intervalo.

O uso de aditivo plastificante, na proporção indicada pelo fabricante, contribui para minimizar as ocorrências de fissuras por retração, além de melhorar a trabalhabilidade da argamassa. Aditivos impermeabilizantes podem ser adicionados, também na proporção indicada pelo fabricante, em ambientes úmidos.

Antes do lançamento da argamassa sobre a base, serão definidos os pontos de nível; em pisos com juntas, o nível pode ser estabelecido pelos próprios perfis previamente assentados (24 horas antes com a mesma argamassa do piso).

O lançamento da argamassa deve ser efetuado de modo alternado nos quadros delimitados. Deve-se buscar, no lançamento, a obtenção do máximo adensamento contra a base, para então executar o sarrafeamento, procedendo-se o acabamento especificado:

- Rústico ou desempenado: desempenado com desempenadeira de madeira;
- Natado: após desempenar a argamassa com desempenadeira de madeira, efetuar o polvilhamento de cimento, na proporção de 1,5 kg/m², alisando com

desempenadeira de aço, de modo a obter uma camada superficial de pasta de cimento de 1 mm.

A coloração do piso, atendendo às especificações de projeto, poderá ser obtida através da adição de pigmento à massa ou acabamento superficial:

- Adição de pigmento em toda a massa: após a mistura do cimento com a areia, na proporção de 10% em relação ao peso do cimento; em seguida, adiciona-se água;
- Acabamento superficial com coloração: sobre o piso com acabamento rústico, em 12 a 24 horas após a sua execução, aplica-se (com desempenadeira de aço) uma nata de cimento em espessura não inferior a 2 mm, com pigmento na proporção de 10% em relação ao peso de cimento.

Os pigmentos utilizados não devem afetar significativamente o tempo de início de pega do cimento e a resistência final da argamassa. Podem ser utilizados pigmentos de diferentes naturezas como óxidos de ferro (vermelho, preto, marrom e amarelo), negro de fumo (preto), óxido de cromo (verde), dióxido de titânio (branco) ou ftalocianina (verde ou azul). Para obter uma coloração clara para o piso, ou próxima ao branco, é comum a utilização de cimento branco na argamassa base.

- Acabamento liso “queimado”: na execução de cimentados comuns previstos como revestimento final, com acabamento liso queimado, imediatamente após os serviços de desempenamento, toda a superfície deverá ser polvilhada com pó de cimento seco, na razão de 0,5 kg/m², e água quando necessário, e

alisada com desempenadeira de aço, de modo a eliminar todas as irregularidades. O pó usado para queimar o cimentado deve estar seco e ser bem misturado. Nas misturas não homogêneas é comum o surgimento de manchas no cimentado. Durante a execução, caso apareçam bolhas, elas devem ser estouradas e retocadas com a própria desempenadeira de aço. Para áreas externas a superfície deve ser apenas desempenada, sem polvilhamento, tornando-a menos escorregadia.

Pisos recém executados devem ser submetidos a processo de cura úmida por 7 dias, protegidos de contaminações e tráfego.

Os perfis para as juntas podem ser de latão, alumínio, ebonite, PVC ou outro material de acordo com especificação do projeto executivo. As juntas devem apresentar formato regular, sem defeitos aparentes.

Em todas as soleiras de portas e divisões de ambientes, devem ser colocadas juntas de dilatação de plástico ou outras de igual ou melhor desempenho.

As juntas no piso cimentado (juntas de construção) devem definir painéis de dimensões especificadas em projeto. Caso existam juntas de dilatação no contrapiso existente, elas devem ser respeitadas e reproduzidas no novo revestimento. As juntas podem ser definidas antes do lançamento da argamassa, pela fixação prévia dos perfis, ou posicionadas sob pressão, após o lançamento da argamassa. A profundidade desta junta não deve ser inferior a 70% da espessura da camada do piso.

Com perfis previamente fixados deve-se executar frisamento da argamassa de fixação e ponte de aderência antes do lançamento do piso cimentado.

Juntas de movimentação do piso devem estar previstas em projetos específicos sempre que houver juntas na base, área de piso cimentado superior a 60 m² ou maior dimensão superior a 10m. Estas juntas promovem a liberdade do sistema de piso até a camada de base, devendo ser preenchidas com material de enchimento e selante.

Antes das lavagens a que deverão ser submetidos os pisos de argamassa, para remoção de partículas desagregadas, os eventuais ralos existentes nas proximidades da área de trabalho devem ser convenientemente tapados, ficando proibido o escoamento da água de lavagem pela rede local de águas servidas. A limpeza final do piso deve ser feita pelo menos 14 dias após a sua execução (escova de piaçava, água, sabão neutro e em seguida, água em abundância).

Patologias mais comuns nos pisos cimentados:

Trincas e Fissuras: Causadas por retração (plástica, química ou hidráulica), pouca água na preparação, evaporação excessiva na cura ou por movimentações estruturais e trepidações.



FIGURA 6: Trincas em piso cimentado

Fonte: Revista Arquitetura e Construção, Editora Abril.

Porosidade:



FIGURA 7: Patologia em piso cimentado: porosidade.

Fonte: Revista Arquitetura e Construção, Editora Abril.

Manchas: Causadas pela concentração de cimento ou de pigmentos coloridos.



FIGURA 8: Mancha em piso cimentado.

Fonte: Revista Arquitetura e Construção, Editora Abril



FIGURA 9: Manchas e fissuras em piso cimentado.

Fonte: Revista Arquitetura e Construção, Editora Abril

2.3.2. Marmorites e Granilites

São pisos rígidos, geralmente polidos, moldados in loco. Sua composição leva grânulos de minerais (mármore, granito, quartzo e calcário, misturados ou não), cimento (comum ou branco), e areia. Utilizados em larga escala, são aplicados após a delimitação das juntas de dilatação (em madeira, metal, plástico ou outro material). De baixo custo, seu uso inicial no Brasil foi alternativo ao mármore, ladrilhos e azulejos importados. Apresenta elevada resistência à abrasão, é impermeável, não absorvente e imune à ação de óleos e à maioria dos compostos orgânicos. Sua manutenção é relativamente simples, sendo passível de recuperação, através de limpeza superficial, preenchimento de trincas e fissuras e polimento.

Podem ser do tipo polido e fulgê (ou fulget), com diferenças na textura da superfície. Enquanto o primeiro recebe acabamento liso e camada de resina (poliuretânica no piso ou acrílica para paredes e bancadas), o segundo mantém o relevo das granitinas (pedriscos). A etapa final do fulgê (fulget) é uma lavagem com água para retirar o excesso da argamassa que envolve as pedras, sendo então também denominado granilite lavado.

As granitinas, granilites ou granilhas são grãos de rochas moídas, derivados de um processo de moagem seletiva por cores e granulometria. Disponíveis em tons naturais e pigmentados, são disponibilizados em tamanhos variados selecionados na moagem. Os grãos maiores conferem maior resistência à abrasão; sua resistência mecânica não depende do tamanho dos grânulos, mas sim do tipo do mineral empregado, sendo maior no quartzo e menor no

mármore, tendo o granito como intermediário. A abrasão constante pode desgastar a superfície, devendo-se incluir agregados metálicos nos pisos de alto tráfego.



FIGURA 10: Granitinas Pó 0,8mm
Fonte: Minasit



FIGURA 11: Granitinas 00 - 1,5mm
Fonte: Minasit



FIGURA 12: Granitina N°0-Fino 2,8mm
Fonte: Minasit



FIGURA 13: Granitinas N°0-Grosso 3,8mm
Fonte: Minasit

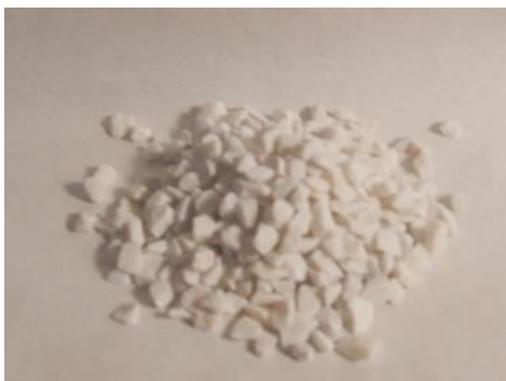


FIGURA 14: Granitinas N° 1 - 6,3mm
Fonte: Minasit



FIGURA 15: Granitinas N° 2 - 9,0mm
Fonte: Minasit



FIGURA 16: Granitinas Nº3 – 12,0mm
Fonte: Minasit



FIGURA 17: Granitinas Nº 4 – 15,0mm
Fonte: Minasit

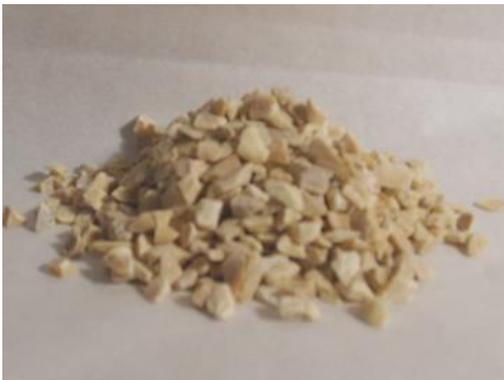


FIGURA 18: Granitina Amarelo Dourado
Fonte: Minasit



FIGURA 19: Granitinas Basalto
Fonte: Minasit



FIGURA 20: Granitinas Branco Nacional
Fonte: Minasit



FIGURA 21 : Granitinas Branco Paraná
Fonte: Minasit



FIGURA 22: Granitinas Cinza
Fonte: Minasit



FIGURA 23: Granitinas Misto
Fonte: Minasit



FIGURA 24: Granitinas Pérola
Fonte: Minasit



FIGURA 25: Granitinas Preto
Fonte: Minasit

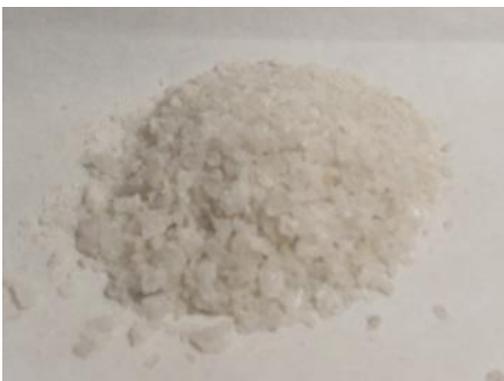


FIGURA 26: Granitinas Quartzo
Fonte: Minasit



FIGURA 27: Granitinas Rosa 3.5
Fonte: Minasit



FIGURA 28: Granitinas Vermelho
Fonte: Minasit



FIGURA 29: Granitinas Vidro misto
Fonte: Minasit

Os pigmentos aplicados não devem afetar significativamente o tempo de início de pega do cimento e a resistência final da argamassa. Os pigmentos orgânicos apresentam capacidade maior de tingimento (cadeia orgânica), embora apresentem problemas de descoloração, alteração de cor, manchamento e alteração no prazo de cura. Os pigmentos inorgânicos possuem maior durabilidade.

Diversidade de cores: vermelho (óxido de ferro Fe_2O_3), amarelo (óxido de ferro $FeOOH$), preto (óxido de ferro Fe_3O_4), marrom (combinação de vários óxidos), verde (óxido de cromo Cr_2O_3), azul (óxido de cobalto $Co(Al,Cr)_2O_4$). São produzidas também variações intermediárias de cores. Os pigmentos podem tingir tanto a argamassa preparada com cimento branco quanto com o cimento comum, e a dosagem inadequada pode causar perda de resistência à abrasão por excesso de pó na argamassa. As cores verde escuro e azul escuro não são indicadas, causando desagregação da argamassa e alteração de cor.

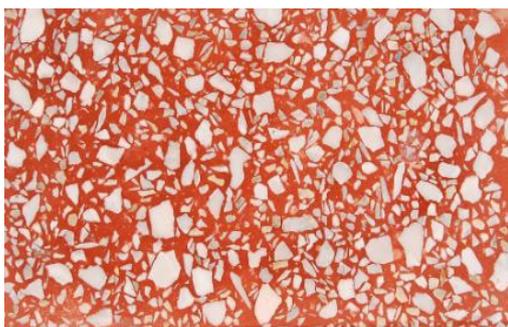


FIGURA 30: Granilite Vermelho 1
Fonte: S.A. Revestimentos

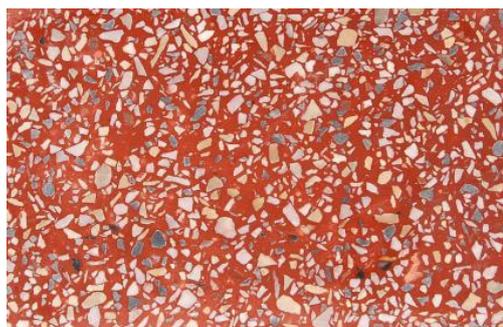


FIGURA 31: Granilite Vermelho 2
Fonte: S.A. Revestimentos

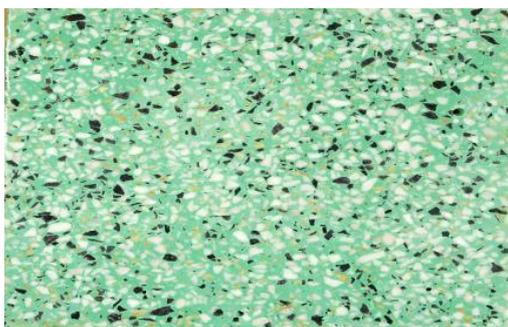


FIGURA 32: Granilite Verde
Fonte: S.A. Revestimentos



FIGURA 33: Granilite Bege
Fonte: S.A. Revestimentos



FIGURA 34: Granilite Branco
Fonte: S.A. Revestimentos



FIGURA 35: Granilite Caco de Mármore
Fonte: S.A. Revestimentos

A base sem ondulações, limpa e firme é determinante da qualidade e durabilidade do piso. Também é necessário o acabamento áspero (sarrafeado) para a aderência da massa. O marmorite não deve ser aplicado sobre gesso, cal ou fibrocimento. O contrapiso deve estar totalmente regularizado e com lastro de concreto adequado e os caimentos necessários. As juntas lineares devem estar completamente retilíneas e totalmente unidas, criando espaçamento contínuo. Os perfis para as juntas podem ser de latão, alumínio, ebonite, PVC ou outro plástico equivalente de acordo com especificação do projeto executivo. A argamassa que sustenta as juntas reduz a camada de granilite nesses pontos, mais sujeitos a fissuras.

É necessária cura úmida por um período mínimo de sete dias; no caso do fulgê, são necessários mais dias de cura. Após a limpeza das pedras em relevo, finaliza-se o revestimento. No piso polido, após a primeira cura, vem o polimento grosso e a estucagem, para preencher os poros abertos. Aguarda-se nova cura por no mínimo dois dias, quando é feito o polimento fino (com máquina manual em cantos e áreas acima de 1,60 m de altura) e, finalmente, a aplicação de resina.

A pavimentação em marmorite deve ser executada por empresa especializada, que forneça a mão de obra, máquinas e ferramentas, bem como as granitinas e juntas.

A base para aplicação do marmorite deve ser um contrapiso adequadamente limpo e nivelado, com idade superior a 14 dias e acabamento áspero.

Durante a execução do contrapiso de base, devem ser chumbados, na argamassa ainda plástica, os perfis escolhidos para constituir as juntas de construção, formando painéis quadrados com área média de 1,0 m², cuidadosamente nivelados e aprumados, garantindo-se uma saliência, acima da camada de base, da ordem de 10 mm a 15 mm - a espessura da camada de marmorite. A fixação dos perfis também pode ser efetuada em sulcos abertos no contrapiso com a utilização de argamassa para chumbamento.

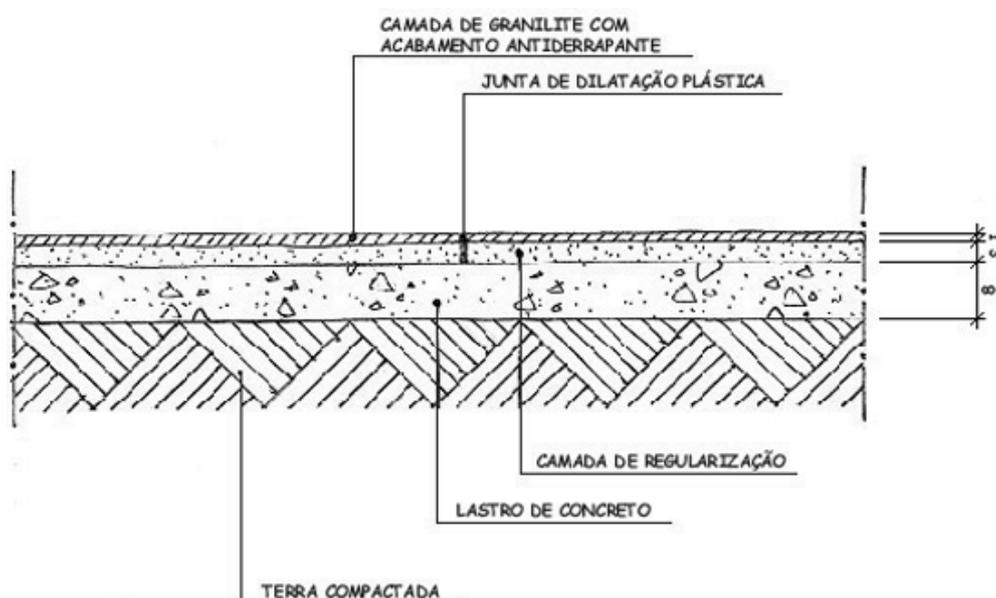


FIGURA 36: Sistema de piso – granilite. Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória

A dosagem recomendada do marmorite é função da granulometria do agregado:

- Agregado muito fino – nº 0 e 1, traço 1:1 (cimento e granitina);
- Agregado fino – nº 1 e 2 ou nº 0, 1 e 2, traço 1:1,5 (cimento e granitina);
- Agregado grosso – nº 2, 3 e 4, traço até 1:3 (cimento e granitina).

No preparo da argamassa, o cimento (branco ou cinza) deve ser misturado a seco com a granitina e com o corante. A esta mistura deve ser adicionada a água de amassamento, em quantidade suficiente para tornar a massa plástica, sem segregação de material. Esta argamassa deve ser espalhada sobre a camada de base através de réguas apoiadas sobre os perfis das juntas, e pode-se salgar a superfície com alguma quantidade de granitina para diminuir o espaçamento entre os grãos, conferindo maior homogeneidade. Em seguida, a superfície do marmorite deve ser comprimida com um pequeno rolo compressor de 50 kg (máximo), e alisada com colher, retirando todo o excesso de água e cimento que aflorar à superfície.

O marmorite/granilite deve ser submetido à cura úmida por, no mínimo, 7 dias.



FIGURA 37: Piso granilite. Fonte: Álvaro Martins Construtora Ltda.



FIGURA 38: Piso granilite. Fonte: Álvaro Martins Construtora Ltda.



FIGURA 39: Piso granilite. Detalhe de coloração das juntas plásticas
Fonte: Álvaro Martins Construtora Ltda.



FIGURA 40: Piso granilite.
Fonte: Piso Mix Ltda.

O marmorite com a idade de 8 dias já pode ser polido, mecanicamente, conforme seqüência a seguir:

- 1º polimento: com esmeris de carborundum de nº 30 até o de nº 80 ou 120;
- Lavagem da superfície de modo a tornar visíveis as falhas, vazios e depressões, que são estucadas com mistura de cimento e corante (o mesmo usado no piso) aplicada com rodo;
- Polimento final: 3 dias após o estucamento, com esmeris de carborundum cada vez mais finos (até nº 220);
- Aplicação de cera virgem ou de carnaúba branca.

O piso deve ser protegido até a entrega da obra por sacos de aniagem ou filmes de polietileno, devendo-se evitar o contato com quaisquer elementos que promovam manchas no piso, tais como pontas de cigarro, massa de vidraceiro, folhas de jornal, pedaços de madeira e outros.

Em função das dimensões da área a ser pavimentada, devem ser previstas juntas de movimentação, preenchidas com material de enchimento flexível e vedada com selantes.

Juntas de dessolidarização devem ser previstas no perímetro da área revestida e em torno de barreiras, podendo ser definida por placa de isopor posicionada nestes pontos, com espessura nunca inferior a 5 mm. Estas juntas devem ser preenchidas com material de enchimento flexível e vedadas com selante.

O piso deve apresentar-se íntegro, sem som cavo e fissuras, ao longo de toda a superfície, e a superfície acabada deve apresentar máxima compactação de grânulos possível e numa proporção nunca inferior a 70% de granitina.



FIGURA 41: Detalhe piso tipo fulgê (fulget)
Fonte: Piso Mix Ltda.



FIGURA 42: Detalhe piso tipo fulgê (fulget)
Fonte: S.A. Revestimentos Ltda.



FIGURA 43: Detalhe piso tipo fulgê
Fonte: Piso Mix Ltda.



FIGURA 44: Detalhe piso tipo fulgê
Fonte: Piso Mix Ltda.

a) Patologias

Nos pisos do tipo marmorite e granilite, as trincas e fissuras são comuns, devido à aderência da massa à base, formando um corpo único, monolítico, suscetível a movimentações da estrutura. O tempo de cura inadequado e erro na proporção dos componentes, ou ainda uma mistura não uniforme também podem alterar o produto final.

Fissuras causadas por retração durante a cura são muito comuns, e a utilização de diferentes materiais (cimentos, areia e granitinas) explicam boa parte das patologias.

No granilite tipo fulgê (fulget), as fissuras também podem surgir na massa de cimento, ficando ocultas sob as pedras da superfície. A coloração disforme costuma provir da variação do lote do cimento ou dos pedriscos no meio da execução.

Dentre as principais causas: deficiências executivas no contrapiso, cura inadequada, ausência de juntas de dilatação, retração química, retração de secagem, movimentação estrutural, movimentações térmicas, movimentações higroscópicas.



FIGURA 45: Recuperação de piso granilite
Abertura e aspiração das trincas.
Fonte: Basf Chemical Company



FIGURA 46: Recuperação piso granilite
Aplicação de metacrilato nas trincas.
Fonte: Basf Chemical Company



FIGURA 47: Recuperação de piso granilite
Aplicação de metacrilato nas trincas.
Fonte: Basf Chemical Company



FIGURA 48: Recuperação piso granilite
Vista geral das trincas preenchidas.
Fonte: Basf Chemical Company

2.3.3. Pisos de concreto / Pisos industriais de Concreto / Pisos de Alta Performance

Durabilidade, dureza e resistência devem ser as principais características dos pisos de concreto, especialmente naquelas superfícies sujeitas ao tráfego intenso de pessoas, veículos e à ação de substâncias químicas. O piso de concreto é definido a partir da sua utilização final nos seguintes itens: acabamento, resistências, espessura, tipo do concreto, tipo de estrutura, processo de concretagem e acabamento. A diversidade de solicitações a que estes revestimentos podem ser expostos faz necessário delimitar os valores mínimos de resistência exigidos em função do tipo de utilização, a determinação das condições do substrato (concreto novo ou piso já utilizado), a definição de metodologias e procedimentos adequados de preparo e tratamento do substrato e a especificação de detalhes de projeto a serem obedecidos.

O uso de materiais de qualidade contribui fortemente no sentido de minimizar as ocorrências de patologias, porém sem eliminar por completo tais eventos. Necessário também analisar o solo para o correto dimensionamento das fundações, que deverão ser adequadas às solicitações propostas para o sistema de piso.

a) **Processo Executivo**

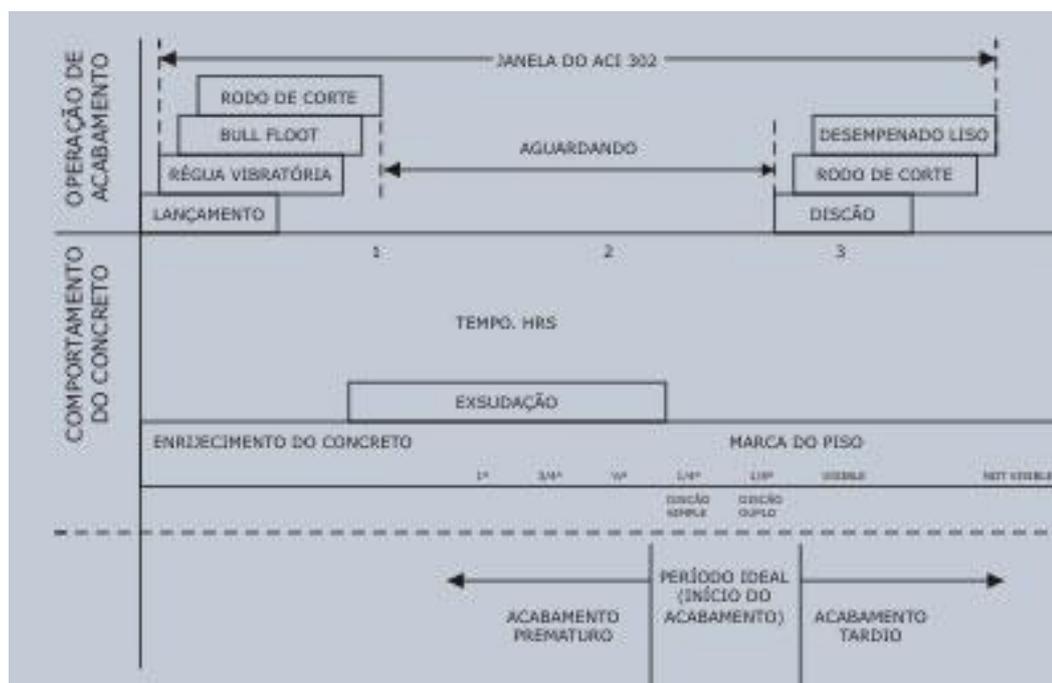


FIGURA 49: Representação gráfica do processo executivo do piso de concreto

Fonte: Eng. Públio Penna Forte / LPE Engenharia

A sub-base do piso deve ter planicidade, nivelamento, espessura e compactação suficientes à carga prevista em projeto. As instalações de água, energia elétrica e esgoto, devem ser instaladas antes da sub-base.

Nas áreas sujeitas a inundações ou afundamentos, após a compactação da base e antes do encerramento do aplainamento, deve ser executado sistema de drenagem do solo e do piso em canais e capa preenchida com brita encapsulada com bidim. Nos solos resistentes que não necessitam de drenagem, executar agulhamento de brita e aplainamento com placa vibratória.

Deve ser colocada uma camada de deslizamento, constituída de filme de polietileno (lona plástica), garantindo a movimentação da placa em decorrência das variações de comprimento por retração e dilatação térmica do piso de concreto.

Nos pisos aderidos sobre o piso existente deve ser executada ponte de aderência com fresamento mecânico do piso, aplicando adesivo acrílico com nata de cimento em processo vassourado, momentos antes da concretagem.

Para manter o alinhamento das placas, armar, sobre espaçadores treliçados, barras de transferências transversais às futuras juntas de dilatação, no espaçamento adequado à carga do piso.

Para realizar a distribuição de carga, armar, em camadas sobre espaçadores treliçados, telas eletrossoldadas com especificação adequada à carga solicitada do piso.



FIGURA 50: Pisos de concreto: detalhe da forma. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais



FIGURA 51: Representação gráfica do processo executivo do piso de concreto
Fonte: Portal PI – Pisos Industriais

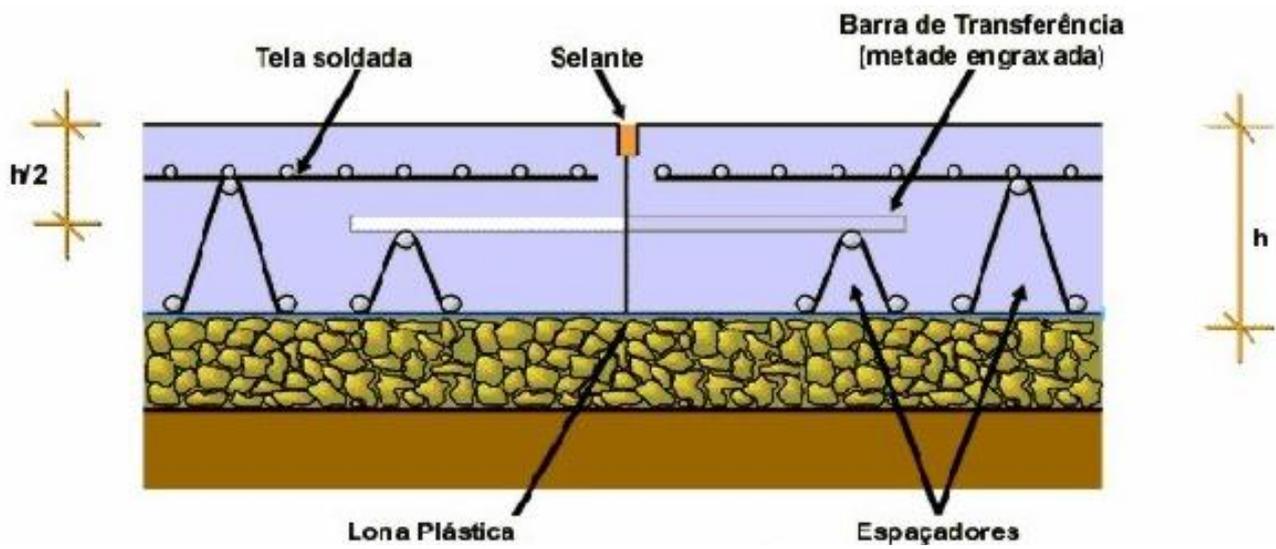


FIGURA 52: Piso de concreto – corte esquemático da estrutura

Fonte: Conceserv Concreto e Serviços Ltda.

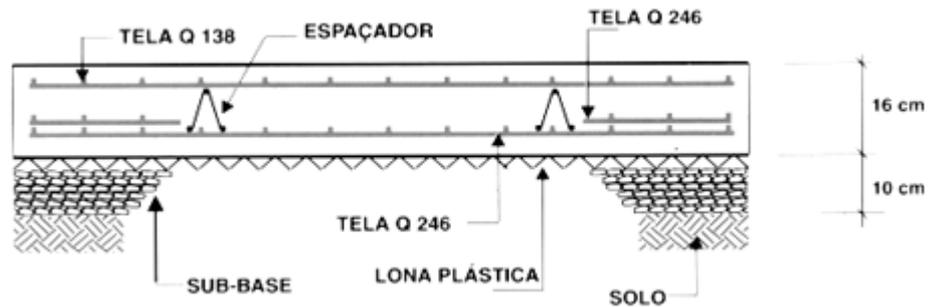


FIGURA 53: Piso de concreto: corte esquemático.

Fonte: Coneresv Concreto e Serviços Ltda.

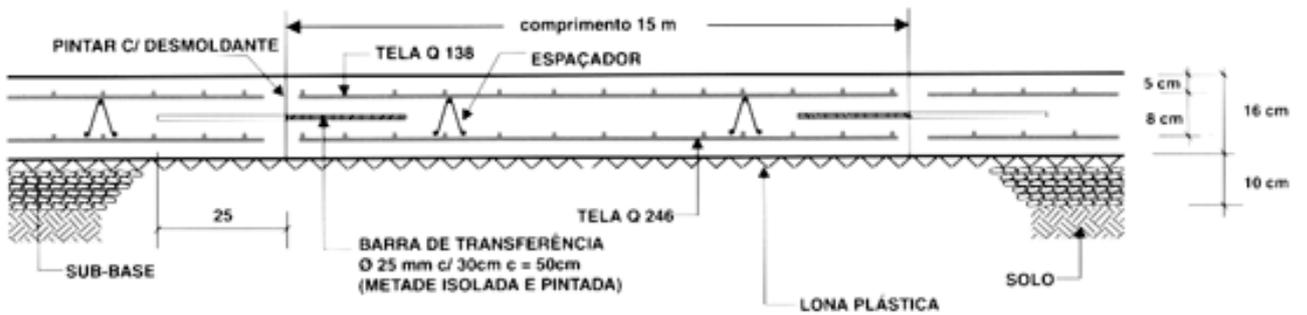


FIGURA 54: Piso de concreto: corte esquemático.

Fonte: Coneresv Concreto e Serviços Ltda.

Como alternativa às telas soldadas, a adição de fibras de aço ao concreto, na obra, em dosagem em kg/m³ adequada à carga solicitada do piso, aumentam a resistência a impactos, criando uma estrutura tridimensional. A adição de fibras de aço (fibras de alto módulo) ao concreto inibe e dificulta a propagação das fissuras, devido ao seu alto módulo de deformação, proporcionando grande capacidade de redistribuição de esforços e controle de fissuração do concreto, mesmo em dosagens baixas.

A fibra funciona como ponte de transferência de tensões pelas fissuras, minimizando a concentração de tensões nas extremidades das mesmas. Disto decorre uma grande redução da velocidade de propagação das fissuras no concreto que passa a ter um comportamento pseudo-dúctil, ou seja, apresenta certa capacidade portante pós-fissuração.

A armação do perfil do piso de concreto pode apresentar as seguintes peças: espaçador de tela inferior, tela inferior, espaçador para barra de transferência, barra de transferência, espaçador de tela superior, tela superior, tela de reforço de borda.



FIGURA 55: Fibras metálicas adicionadas ao concreto em piso.
Fonte: Portal PI – Pisos Industriais



FIGURA 56: Fibras metálicas adicionadas ao concreto em piso.
Fonte: Portal PI – Pisos Industriais

Fibras de polipropileno também são adicionadas ao concreto, na obra, buscando reduzir a exsudação e a permeabilidade, aumentando a resistência à abrasão e a impactos. A função principal das fibras de polipropileno é minimizar a fissuração que ocorre no estado plástico e nas suas primeiras horas de endurecimento. Os filamentos incorporados ao concreto comportam-se como barreiras, retendo a água no interior da peça de concreto por um período maior de tempo e promovendo melhoras nas condições de hidratação do cimento e diminuindo a exsudação.



FIGURA 57: Fibras de polipropileno. Fonte: FibroMac



FIGURA 58: Mecanismo de ação das fibras de polipropileno no controle da exsudação em piso de concreto. Fonte: Fitesa/ LPE Engenharia e Consultoria

A utilização agregados minerais, em especial a microssílica pozolânica, também contribui para a eliminação da exsudação e aumento das resistências à compressão, tração e módulo de deformação. Sua adoção demanda a utilização de superplastificante, devido à diminuição do tempo de pega.

Os agregados minerais são compostos que podem reunir pó de quartzo, materiais metálicos, escória granulada de alto forno, sílica ativa, metacaulin, pigmentos e aditivos. São produtos mais duros e resistentes que os agregados comuns utilizados no concreto, e contribuem substancialmente com a resistência à abrasão.

A sua aplicação é realizada pelo espalhamento deste composto (pó), que varia entre 3 kg/m² e 9 kg/m², e pode ser executado manualmente ou utilizando-se equipamento específico, proporcionando maior homogeneidade. A operação é realizada sobre o concreto fresco logo após o adensamento.

De acordo com o tipo de adição e dosagem, diversas características importantes podem ser obtidas:

- Redução do calor de hidratação;
- Incremento de resistência em idades avançadas;
- Aumento da coesão;
- Diminuição da exsudação;
- Melhora da fluidez do concreto;
- Melhora da resistência na zona de transição entre a pasta e o agregado;
- Redução da permeabilidade;
- Aumento da resistência química.

O emprego da adição mineral tem como principal vantagem o aumento do desempenho e conseqüentemente da vida útil do piso de concreto, tornando-o mais econômico. O fornecimento destes agregados é feito, via de regra, pelas mesmas empresas que fornecem os aditivos químicos para concreto.

Argamassas à base de agregados metálicos são aplicáveis no reforço das bordas das juntas de dilatação.

Deve ser realizado controle de preparação do concreto, considerando os seguintes itens:

- Resistência à compressão em 3, 7 e 28 dias (Mpa);
- Resistência à tração na flexão (Mpa) em 3, 7, 28 dias;
- Modulo de deformação (Gpa) em 28 dias;
- Resistência aos impactos em 28 dias (J);
- Resistência a abrasão (cm³/cm²) em 8 e 28 dias;
- Coeficiente de expansão térmica linear;
- Tamanho dos agregados principais, (britas 0, 1, e 2);
- Absorção água (%);
- Plasticidade prevista na descarga em Slump (abatimento em cone-teste de 30 centímetros);
- Métodos de lançamentos: convencional (manual), bombeável com bombas de brita 1 ou de brita 0.;
- Outras especificações.

No Brasil, as especificações triviais são:

- Resistência à compressão: 40,0 Mpa
- Resistência à tração na flexão: 4,2 Mpa
- Consumo de cimento: 350 a 450 kg/m³
- Relação água/aglomerante: 0,52
- Teor de argamassa (volume absoluto): 49% a 50%
- Diâmetro máximo de agregado: 25mm
- Abatimento de lançamento: 80 a 10mm
- Água de amassamento: 195l/m³

Especificações especiais:

- Teor de ar incorporado: 3%
- Taxa de exsudação: 3%
- Retração por secagem máxima aos 56 dias: 400 mm

[RODRIGUES E MONTEIRO (2002) e MASSUCATO et AL (2005)].

Os pisos industriais de concreto apresentam também outras variações, como os pisos protendidos e os chamados *fast track*.

No caso dos pisos protendidos, a opção justifica-se quando outros métodos construtivos - como o piso armado ou com fibras - não atendam às exigências identificadas, como redução do número de juntas, por exemplo. Os pisos protendidos possibilitam a eliminação da quase totalidade das juntas, reduzem significativamente os custos com manutenção e recuperação e apresentam extrema rapidez na execução.

Cada vez mais freqüentes são as empresas que adotam os sistemas de *fast construction*, reduzindo sobremaneira a interferência da obra na operação dos empreendimentos, especialmente naqueles pisos executados como manutenção ou reforma de pavimentos já existentes. Para que se execute um piso protendido em uma única concretagem, é necessário realizar uma programação logística operacional eficiente em função da necessidade de recursos materiais, pessoal e equipamentos. particulares de cada obra. O concreto deve também apresentar alta resistência inicial, permitindo aplicação da protensão parcial em um concreto de pouca idade.

Características do piso protendido:

- Rapidez na execução;
- Reduz a retração e fissuração;
- Resistente a produtos químicos, óleos etc;
- Maior durabilidade;
- Suporta cargas elevadas com espessuras reduzidas;
- Elimina juntas de dilatação;
- Reduz manutenção de equipamentos.

O piso denominado *fast track* é o pavimento de concreto cuja liberação ao tráfego é rápida (em até 48 horas), com as seguintes especificações:

- Compressão Axial em 12hs: 9 Mpa
- Fator A/C ou Aglomerante: 0,41 l/kg
- Necessária adição de plastificante e superplastificante
- Precaução com choque térmico
- Água aquecida / utilização de manta térmica.

Em todos os casos, o lançamento do concreto deve acontecer no volume e velocidade compatíveis com os recursos da obra, e a distribuição e o espalhamento do concreto deverá acompanhar a planicidade e nivelamento previsto em projeto.

Imprescindível realizar a programação, controle e acompanhamento do momento exato da aplicação dos materiais, através de gerenciamento adequado da logística da obra, e a aplicação do concreto deve contar sempre com os recursos necessários a obra, tais como equipamentos adequados, pessoal em qualidade e quantidade necessária, adensamento e vibração adequada às ferragens, formas e planicidade da obra.



FIGURA 59: Lançamento do concreto. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 60: Lançamento do concreto. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 61: Lançamento do concreto. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 62: Piso de concreto – execução. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 63: Rodo de corte. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 64: Piso de concreto – execução. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais



FIGURA 65: Piso de concreto: processo executivo. Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais

O sarrafeamento deve ser monitorado por nível de plano a laser, de onde saem os pontos de mestras de concretagem, ou por nível de mangueira d'água e mestras alinhadas.

O rodo de corte é utilizado durante o sarrafeamento, flotação e acabamento do piso de concreto, para correção de planicidade.

Após a flotação manual, o piso de concreto pode receber materiais adicionais para revestimentos específicos que aumentam a resistência à abrasão e modificam a aparência arquitetônica, em processo de seco sobre úmido ou úmido sobre úmido, como:

- Alta resistência à base de agregados minerais, cinza ou colorido, seco para aspersão sobre úmido;
- Alta resistência à base de agregados metálicos, cinza ou colorido, seco para aspersão sobre úmido;
- Argamassa de alta-ultra-resistência à base de agregados metálicos, cinza ou colorido, úmido para aplicação sobre superfície úmida ou seca;
- Agregado de alta resistência de colorações heterogêneas (granilite), com cimento para lapidação.

Durante a pega e endurecimento do concreto, o piso continua sendo flotado e acabado com pás da máquina acabadora de piso até a textura necessária ou contratada:

- Vassourado grosso.
- Vassourado fino.

- Textura tipo espuma grossa
- Textura tipo espuma fina
- Acabamento polido médio
- Acabamento polido fino

Ainda durante a pega, o piso será flotado (flutuado), por float manual ou mecânico, corrigindo-se a planicidade e comprimindo-se o agregado graúdo do concreto, deixando, na parte superior, a nata e agregados miúdos para acabamento.

a. Float manual: prancha de aço, alumínio ou de madeira, dimensões aproximadas de 1,50m x 0,20/0,30m, cabo entre 2,0m e 9,0m.

b. Float mecânico: disco com diâmetro aproximado de 1,20m, fixado em acabadora mecânica.

e. Outros métodos de curas.



FIGURA 66: Acabadora mecânica. Fonte. Portal PI – Piso Industrial



FIGURA 67: Alisadora dupla de alta rotação com disco de flotação para argamassamento da superfície.
Fonte: Portal PI – Piso Industrial



FIGURA 68: Alisadora dupla de alta rotação com disco de flotação para argamassamento da superfície.

Fonte: Portal PI – Piso Industrial

As bordas do piso devem receber acabamento manual, na textura especificada em projeto, pois não são alcançadas pela acabadora mecânica. Os rodapés poderão ser construídos ou instalados após o processo de execução do piso.

Após o acabamento, o piso deverá receber a cura inicial:

- a. Cura por manta de cura úmida (mais eficiente): por irrigação da manta com água por no mínimo 7 dias, evitando a perda de resistência do concreto, trincas e rachaduras durante o período.
- b. Cura por película pulverizada: agentes de cura aplicados por pulverizador, evitando a perda de resistência do concreto a evaporação.
- c. Cura por selante anti-pó: aplicado por pulverizador costal e vassouramento, com efeito selante, aumentando resistência à abrasão, fornecendo rigidez e reduzindo permeabilidade.
- d. Cura por aspersão de água: com mangueira, em processo sem controle, pode ocasionar queda de resistência superficial.

O corte para juntas de dilatação deve ser feito em aproximadas 20 horas após a concretagem, com equipamento específico com disco diamantado para corte de piso. Sua função é direcionar as retrações nos pisos de concreto, porém sem excluir possíveis fissuras que podem aparecer com o decorrer da idade do piso. As juntas são cortadas de acordo com projeto; quanto maior o espaçamento entre as juntas, maiores as possibilidades de empenamento e fissuração do piso.



FIGURA 69: Corte das juntas em piso de concreto.

Fonte: Mario Oscar Pisos Industriais

As juntas de dilatação podem ser preenchidas, após a cura do concreto ou lapidação, com PVC, latão, alumínio, epóxi, poliuretano, e ainda outros materiais expansivos.

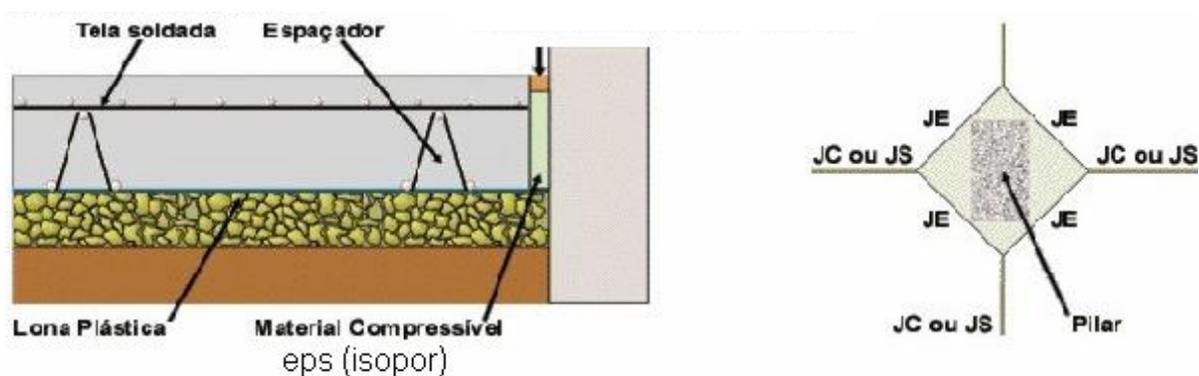


FIGURA 70: Esquema de localização das juntas de expansão – bordas e paredes.

Fonte Conereserv Concreto e Serviços Ltda.

Após acabamento e cura e/ou preenchimentos de juntas, se previsto em projeto, o piso poderá ser lapidado mecanicamente com esmeris de pedra ou diamante, em passadas de granas grossa, media, fina e super fina até o ponto contratado. O procedimento de lapidação microplanifica o piso, preparando-o para o estucamento, que preencherá as porosidades existentes, e remove as ondulações ou riscos de acabadoras mecânicas.



FIGURA 71: Piso de concreto polido.

Fonte: Álvaro Martins Construtora Ltda.

Após o acabamento final, o piso pode receber selante de porosidade e antipoeira, aumentando a resistência à abrasão e formando uma superfície mais brilhante (lustração mecânica) que proporciona maior facilidade de limpeza .

Depois do acabamento e cura e/ou preenchimento de juntas, podem ser aplicadas pinturas especiais (epóxi autonivelante ou outros materiais):

- Endurecedores de Superfície para Cimentícios(ESC)
 - . Endurecedores líquidos
 - . Endurecedores sólidos
- Revestimentos à base de epóxi (PE)

- . Epóxi autonivelante (PE1)
- . Epóxi espatulado (PE-2)
- Revestimento à base de poliuretanos (PU)
 - . Poliuretano autonivelante (PU1)
 - . Poliuretano espatulado (PU-2)
- Revestimento à base de metilmetacrilatos (PMM)
 - . Metilmetacrilato espatulado (PMM)
- Revestimento de Cerâmica Antiácida (PCA)

O piso selado não pode receber epóxi sem remoção mecânica do selante.

Durante a concretagem e acabamento úmido, o processo não pode ser interrompido, sob pena de perda de qualidade de textura e resistência. Deve ser prevista a necessária proteção contra quaisquer interrupções dos trabalhos de acabamento.

Durante a concretagem e acabamento úmido, o concreto deve ser protegido de chuva ou contaminação por quaisquer materiais, sob perda de resistência e qualidade de acabamento.

b) Patologias em pisos de concreto

Agrupam-se em três grandes divisões: fissuras, desgastes e esborcinamento de juntas, porém sem excluir outros registros como problemas de coloração e delaminação. De maneira frequente relacionam-se patologias ligadas à execução, causadas por atraso no corte das juntas, cura inadequada, armaduras mal posicionadas e problemas de acabamento.

As patologias relativas ao preparo de subleito e sub-base, decorrentes de má compactação do solo, repercutem em fissuras de caráter estrutural, assim denominadas pelos prejuízos causados à estabilidade e à capacidade de carga do piso, e podem ser prevenidas através da realização de ensaios no solo.

Após o aparecimento da fissura, indica-se a remoção e recompactação do solo, ou ainda o estaqueamento do piso, responsável pela melhor distribuição das tensões no solo.

A correta dosagem do concreto contribui para o bom acabamento ao piso e facilidade de sua execução, sobretudo através da boa dosagem de finos. Todos os cimentos podem ser usados para a confecção de pisos industriais de concreto, sendo o Cimento Portland Composto com Escória (CPII-E) ou o Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV) os mais usuais.

O Cimento Portland de Alto Forno (CP-III) pode fornecer resultados satisfatórios, recomendando-se que a presença de escória não ultrapasse 55% ou próximo disso.

A cura inadequada pode gerar desde fissuras e empenamentos, até baixas resistências à abrasão. O uso de mantas para cura úmida pode contribuir como solução, permitindo a transferência gradual e homogênea da água para o concreto. A saturação do ar por vaporizadores é aplicável nos casos em que a umidade relativa do ar é baixa, mas torna-se inviável em áreas extensas. Outra solução viável é a cura química (PVA ou acrílica).

Os reparos devem ser executados observando-se vários cuidados, como a abertura de cavidades regulares para perfeito encaixe do material de reparo, total remoção de material solto ou desagregado, limpeza eficiente e prévia saturação de base etc. No caso de desagregações muito superficiais e formação de poeira, podem ser aplicados os endurecedores de superfície, em geral silicato de sódio ou de cálcio. No caso de desarranjos gerais, executa-se o fresamento geral do piso e sua total recomposição. Além dos produtos cimentícios, há ainda materiais de reparo de base epóxi, poliéster e outras resinas sintéticas.

Existem grautes e argamassas poliméricas, à base de cimento, indicados para reparos localizados em pisos de concreto, aplicáveis em esborcinamentos, buracos ou desagregação localizada. São produtos preparados com criteriosa seleção granulométrica dos materiais, cimentos em geral de alta resistência inicial, aditivos retentores de água e aditivos superplastificantes, proporcionando a preparação de argamassas ou concretos auto-adensáveis com baixíssima relação água–cimento.

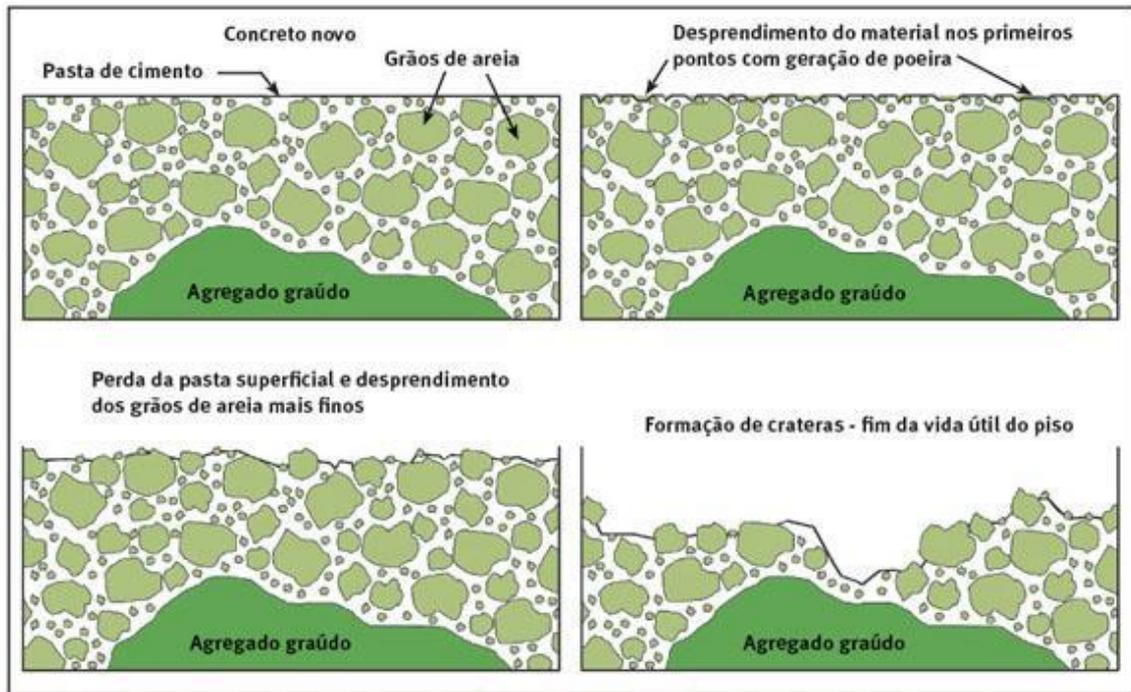


FIGURA 72: Processo de perda de material por abrasão, com formação de poeira em superfície de concreto não tratada. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais.

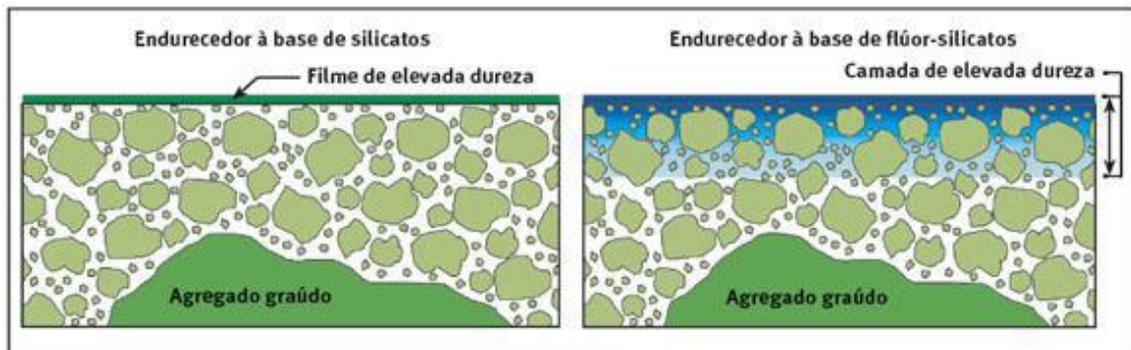


FIGURA 73: Superfícies tratadas com endurecedores de superfície. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais.

Desgaste superficial: patologia relativamente comum, relacionada a fatores como baixa qualidade dos materiais empregados, traço inadequado do concreto, exsudação, acabamento inapropriado, ausência do procedimento de cura, excesso de carregamento, dentre outros. Vícios executivos podem potencializar o desgaste da superfície.

A superfície fica comprometida em termos de resistência e, com a solicitação por abrasão e impacto, ocorre o desgaste, ocasionando quebra das bordas das juntas, excesso de formação de poeira e todos os danos e prejuízos decorrentes deste processo.

Desgastes podem ser tratados com endurecedores químicos ou pela lapidação associada a um endurecedor, aplicação de produtos reagentes ou agregados de alta resistência na superfície, além da melhoria das condições de cura e de proteção do piso.



FIGURA 74: Desgaste por abrasão. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais



FIGURA 75: Desgaste acentuado
Fonte: Portal PI – Pisos Industriais

Recalques: podem ser recuperados com o *overlay* cimentício, que consiste na sobreposição de uma fina camada de concreto nova sobre o piso original, que não deve apresentar comprometimento estrutural. A técnica é desaconselhada nos casos em que a espessura interfira nas cotas de projeto, sendo então indicada a demolição do piso antigo para a construção do novo piso.



FIGURA 76: *Overlay* cimentício

Fonte: Portal PI – Pisos Industriais

Delaminação: também denominada lascamento, é patologia comum aos pisos de concreto e caracteriza-se pelo destacamento da lâmina superficial do piso, especialmente naqueles polidos com acabadoras de superfície, e uma de suas consequências é a grande diminuição de resistência do piso.

É causada, na maioria das vezes, pelo polimento precoce do piso, procedimento que sela o concreto e deixa a superfície menos permeável, impedindo a passagem da água de exsudação. Esta água fica, então, confinada num plano abaixo da superfície, causando o enfraquecimento localizado, que se transforma em deslocamento quando a região é solicitada pela passagem de veículos, empilhadeiras etc.

A delaminação afeta mais os pisos que recebem aspersão mineral (principalmente coloridas), ou em condições desfavoráveis na concretagem - locais abertos ou sujeitos a ventos, áreas próximas às portas ou aberturas para iluminação natural. As condições de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento são determinantes e podem alterar o aspecto do concreto sem que se tenha encerrado a exsudação. A questão principal é a relação entre a velocidade de exsudação e a taxa de evaporação da água, que são influenciadas pelo grau de empacotamento dos materiais (índice de vazios), teor de argamassa do concreto, uso de aditivos plastificantes não retardadores de pega ou de aditivos retardadores de evaporação, além do teor de ar incorporado, dentre outros.

É importante, então, adotar metodologia de execução que estabeleça o momento exato para aplicação das máquinas acabadoras de superfície - o

momento em que cessa a subida de água por exsudação. Na falta desta metodologia, inicia-se o polimento quando a superfície de concreto fresco deixa de brilhar.

Vistas tais condições, os cuidados gerais para se evitar a ocorrência do deslocamento podem ser resumidos em:

- Controlar o teor de ar incorporado do concreto, mantendo adequada a taxa de exsudação. O teor de 3% é dado como ideal, por não reter a água por um tempo excessivo nem permitir a perda muito rápida.
- Utilizar aditivos para o controle da taxa de evaporação da água sem alterar a velocidade da exsudação. Em condições ambientais desfavoráveis - altas temperaturas ou grande velocidade dos ventos - as taxas de evaporação podem maximizar o volume de água que exsuda, ocasionando uma falsa impressão de enrijecimento do concreto e contribuindo para o deslocamento depois da selagem da superfície.
- Evitar sistemas de secagem superficiais que aceleram a saída de água do concreto, caracterizando erroneamente o término da exsudação no momento em que apenas ocorreu a secagem da superfície.
- Manter um ambiente úmido na superfície do piso, evitando a evaporação acelerada da água de exsudação.

Os reparos são feitos com picoteamento da superfície, lavagem do substrato e preenchimento com epóxi ou argamassa de alta resistência.



FIGURA 77: Delaminação. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais

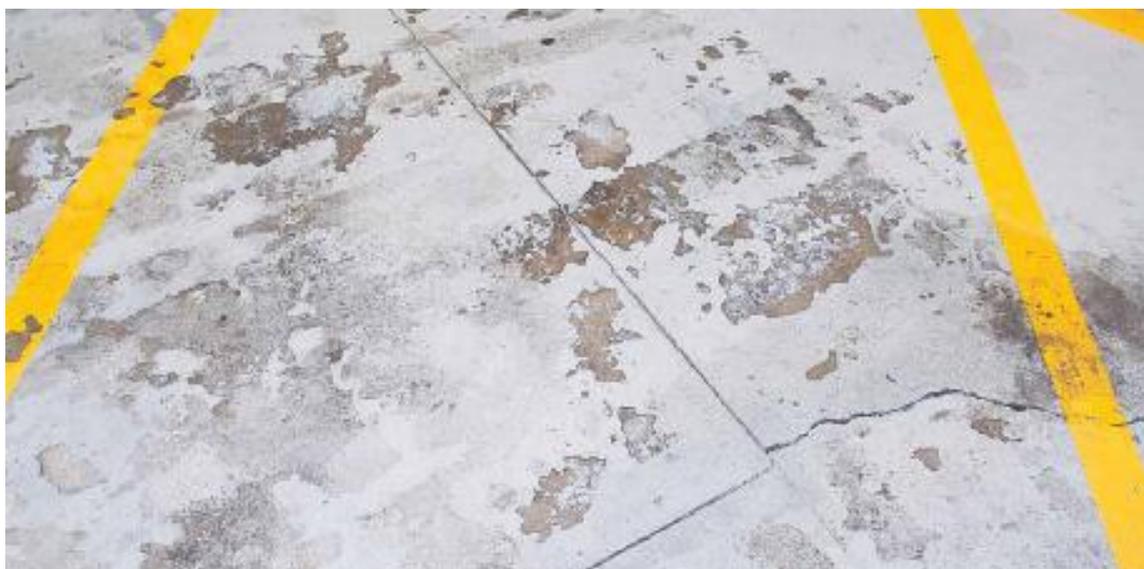


FIGURA 78: Delaminação causada por incorporação de ar, excesso de materiais finos, excesso de água ou condições climáticas (vento e baixa umidade do ar) durante a execução. Recuperação possível através de aplicação de epóxi ou material estabilizado com resina. Fonte: Portal PI – Pisos Industriais



FIGURA 79: Delaminação em piso de concreto. Fonte: Portal PI - Pisos Industriais

Esborcinamento: num piso de concreto, as juntas são pouco resistentes a impactos, razão pela qual devem ser trabalhadas de maneira especial, podendo estar sujeitas ao esborcinamento (quebras das bordas). Erros de projeto, como a adoção de barras de transferência de diâmetro inadequado ou especificação incorreta de materiais de preenchimento também contribuem para a ocorrência dos esborcinamentos. A remoção das barras de transferência para facilitar a desenforma também contribui para o enfraquecimento das juntas, e erros no posicionamento das barras de transferência das juntas (eixo inadequado) podem criar fissuras próximas a estes locais.

Para resistir ao esborcinamento, as juntas poderão ser tratadas com lábios pré-fabricados poliméricos ou revestimentos à base de resinas epoxídicas ou de poliuretano, desde que a junta esteja estruturalmente adequada, sem problemas de transferência de carga. Inadequações estruturais podem demandar injeção de pasta de cimento entre a placa de concreto e a fundação para controle de deformações, ou até a introdução de barras de transferência.

O poliuretano resiste mais e melhor à abrasão que o epóxi; por outro lado, o epóxi resiste mais à umidade. Para que não haja comprometimento da aderência do material selante, a umidade do concreto não deverá exceder os 5%. Uma vez endurecidos, o epóxi e o poliuretano tornam-se resistentes à ação da umidade.

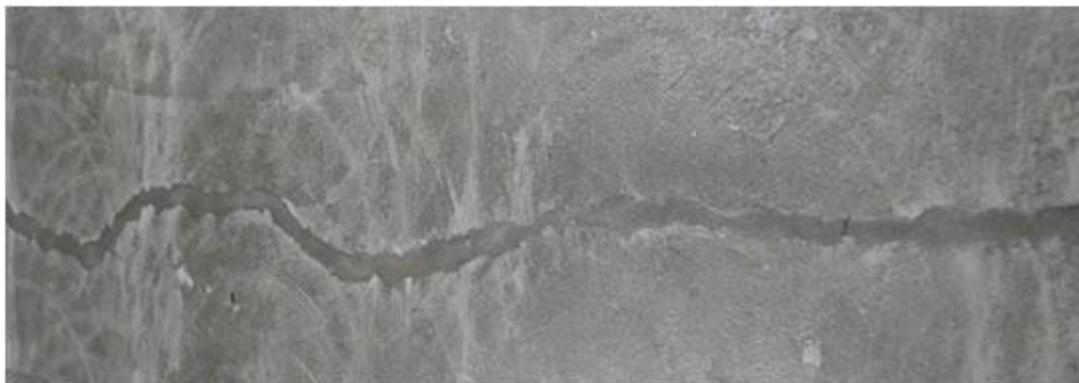


FIGURA 80: Esborcinamento

Fonte: Revesprim

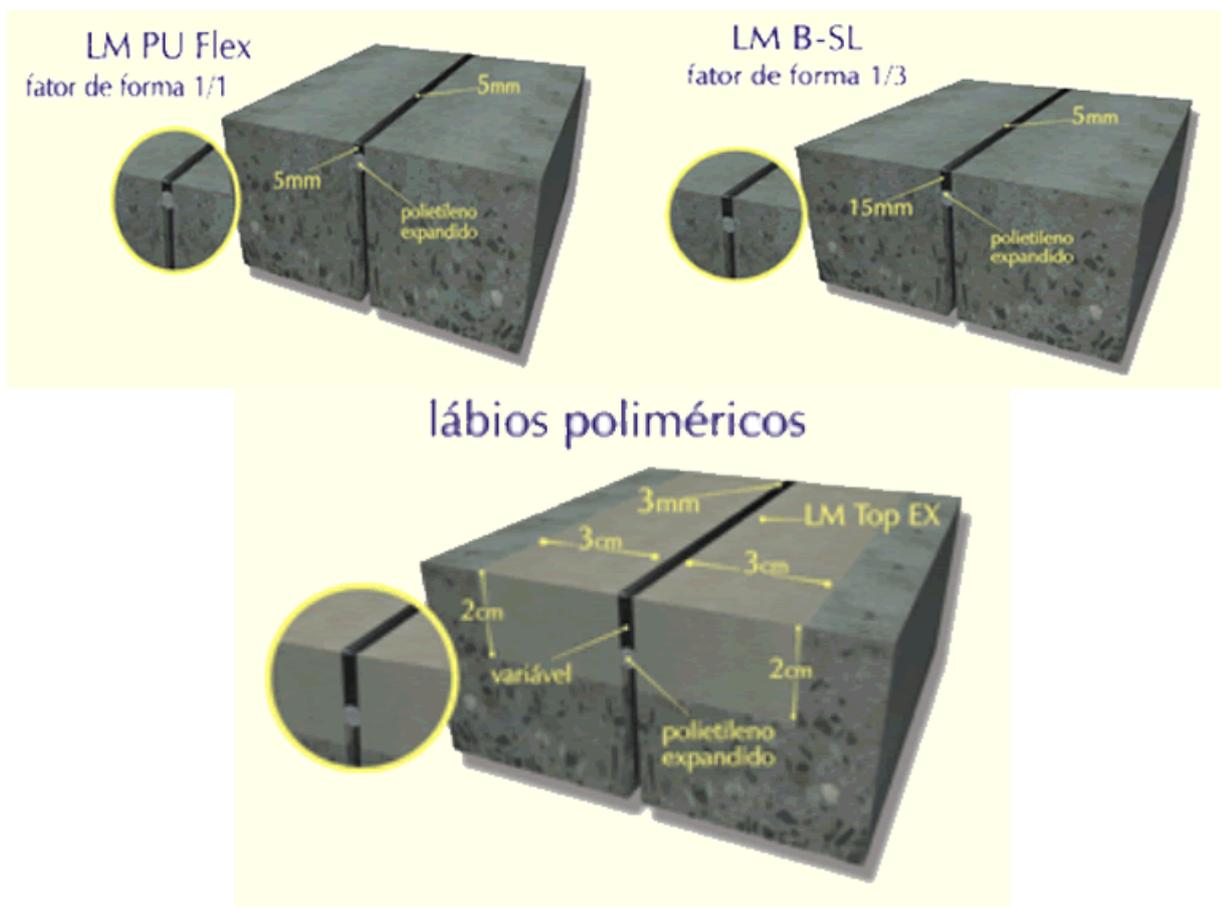


FIGURA 81: Tratamento de juntas – poliuretano, epóxi semi-rígido e lábios poliméricos

Fonte: LM Brasil



FIGURA 82: Formato inadequado de junta. Recuperação: reparo com lábio polimérico.

Fonte: Revista Técnica

Empenamento: patologia provocada pelas baixas espessuras do pavimento, alta retração e subarmação (pequena taxa de aço) do piso. A priori, toda a placa de concreto sofre empenamento, causado pela retração hidráulica em sua parte superior ou pelas variações térmicas, mas tal empenamento causa problemas quando a sub-base tiver sido mal compactada; assim, o movimento da placa promoverá a compactação da sub-base, causando o empenamento. O uso de fibras plásticas ou o controle rígido da retração do concreto contribuem para minimizar ou evitar a patologia.



FIGURA 83: Empenamento causado por retração hidráulica diferencial da placa de concreto. Recuperação deve ser realizada com injeção de cimento sob a placa, seguida de polimento para nivelamento. Fonte: Revista Técnica

Fissuras: Para SOUZA e RIPPER, "as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo o dano de ocorrência mais comum e aquele que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí incluídos, para o fato de que algo de anormal está a acontecer".

A caracterização da fissuração como deficiência estrutural depende sempre da origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente, posto que o concreto, por ser material com baixa resistência à tração, fissura por natureza, sempre que as tensões trativas - que podem ser instaladas pelos mais diversos motivos - superarem a sua resistência última à tração.

Portanto, na análise de estrutura fissurada, os primeiros passos a serem dados consistem na elaboração do mapeamento das fissuras e em sua classificação, definindo sobre a atividade ou não das mesmas (uma fissura é dita ativa, ou viva, quando a causa responsável por sua geração ainda atua sobre a estrutura, sendo inativa, ou estável, sempre que sua causa se tenha feito sentir durante um certo tempo e, a partir de então, deixado de existir).

Classificadas as fissuras e de posse do mapeamento, pode-se dar início ao processo de determinação de suas causas, de forma a poder-se estabelecer as metodologias e proceder aos trabalhos de recuperação ou de reforço, como a situação o exigir.

Além do aspecto antiestético e da sensação de pouca estabilidade que apresenta uma peça fissurada, os principais perigos decorrem da corrosão da armadura e da penetração de agentes agressivos externos no concreto.

A NBR 6118 considera fissuração como nociva quando a abertura das fissuras na superfície do concreto ultrapassa os seguintes valores:

- . 0,1 mm para peças não protegidas, em meio agressivo;
- . 0,2 mm para peças não protegidas, em meio não agressivo; e
- . 0,3 mm para peças protegidas.

Suas principais causas são:

Retração Plástica: quando a água se desloca para fora de um corpo poroso não totalmente rígido, ocorre uma contração deste corpo. No concreto geralmente ocorre esse tipo de deslocamento de água, desde o estado fresco até idades mais avançadas.

Logo após o adensamento e acabamento da superfície do concreto, pode-se observar o aparecimento de fissuras na sua superfície, facilmente eliminadas pelo alisamento superficial ou por revibração. Esta retração plástica é devida à perda rápida de água de amassamento, seja por absorção das formas ou dos agregados, ou ainda por evaporação.

A intensidade da retração plástica é influenciada pela temperatura, pela umidade relativa ambiente e pela velocidade do vento. No entanto, a perda de água, analisada individualmente, não permite prever a retração plástica. Pode haver fissuração se a quantidade de água perdida por unidade de área for grande e maior do que a água que sobe à superfície por efeito da exsudação.

"Impedindo-se completamente a evaporação depois do lançamento do concreto, elimina-se a fissuração" (NEVILLE).

A evaporação aumenta quando a temperatura do concreto for muito mais alta do que a temperatura ambiente; em tais circunstâncias, pode ocorrer retração plástica, mesmo com alta umidade relativa do ar. Assim, é melhor proteger o concreto contra o sol e contra o vento e lançar e iniciar a cura o mais cedo possível. Deve-se evitar lançar o concreto em um subleito seco.

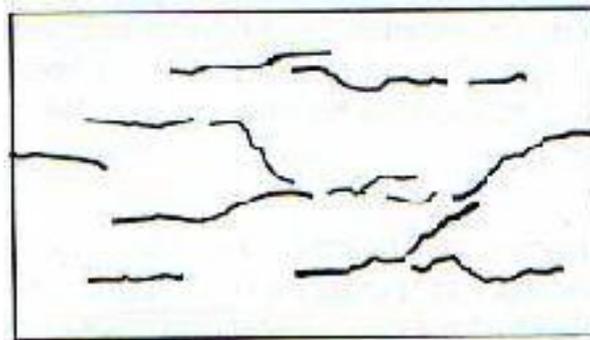


FIGURA 84: Fissuras de retração plástica do concreto. Fonte: RIPPER, 1996

As fissuras de retração plástica são mais frequentes em superfícies de pavimentos e em todos os elementos de grande área ou volume. O fenômeno pode ser também significativo quando a pega é retardada, como em tempo frio ou pelo uso de aditivo retardador.

Assentamento Plástico do Concreto: após o lançamento do concreto, os sólidos da mistura começam a sedimentar, deslocando a água e o ar aprisionado. A exsudação e a sedimentação continuam até o endurecimento do concreto.

A fissuração por assentamento do concreto ocorre sempre que as armaduras e os agregados impedem a livre sedimentação do concreto, obrigando-o a separar-se, surgindo fissuras no concreto plástico.

As fissuras formadas pelo assentamento do concreto acompanham o desenvolvimento das armaduras, e provocam a criação do chamado efeito de parede, que pode formar um vazio por baixo da barra, reduzindo a aderência desta ao concreto. Se o agrupamento de barras for muito grande, as fissuras poderão interagir entre si, gerando situações mais graves, como a de perda total de aderência.



FIGURA 85: Fissuras de assentamento em piso de concreto.

Fonte: Fitesa/ LPE Engenharia e Consultoria

Movimentação de Formas e/ou do subleito: Os recalques do subleito ou mau escoramento das fôrmas podem causar trincas no concreto durante a fase plástica. Tais movimentos podem ser causados por deformação das formas, por mau posicionamento, por falta de fixação inadequada, pela existência de juntas mal vedadas ou de fendas, uso impróprio ou excessivo dos vibradores etc.

Retração Hidráulica: após a pega, é devida à perda por evaporação de parte da água de amassamento para o ambiente, de baixa umidade relativa. A retração após a pega manifesta-se muito mais lentamente do que a retração plástica.

A retração hidráulica, tanto no concreto quanto em argamassas ou pastas de cimento, manifesta-se imediatamente após o adensamento, se não forem tomadas providências que assegurem uma perfeita cura, ou seja, se não for impedida a evaporação da água do concreto.

Principais fatores que influem na retração são os seguintes:

- Finura do cimento (a retração é aproximadamente, proporcional a finura) e dos elementos mais finos do concreto;
- Tipo do cimento (a retração pode variar de uma até três vezes conforme o tipo de cimento). Existe um teor ótimo de gesso para se obter a retração mínima. Os álcalis, os cloretos e, de um modo geral, os aditivos aceleradores aumentam a retração;
- Teor de água: a retração é aproximadamente proporcional ao volume absoluto da pasta;
- Consumo de cimento;
- Tipo de granulometria dos agregados: as areias finas aumentam a retração. Quanto maior for o módulo de elasticidade dos agregados, tanto maior será a reação por eles oposta a retração; e
- Umidade relativa e período de conservação.

As recomendações para minimizar estas fissuras envolvem o emprego da mínima relação água/cimento (a/c) possível, consumos não elevados de cimento, misturas com teor adequado de argamassa, execução cuidadosa da cura, sem que o concreto fique sujeito a ciclos de secagem e umedecimento.

Concretos dosados com excesso de areia apresentam retração maior do que misturas semelhantes com teores normais.

As medidas preventivas para reduzir a retração hidráulica consistem em:

- usar o menor teor de água de amassamento possível;
- maior teor de agregado graúdo possível;
- cura adequada do concreto; e
- armaduras de pele quando as peças forem altas.

Observa-se que quando a cura do concreto é bem feita, a retração só se iniciará quando a cura for interrompida, idade em que o concreto terá sua resistência à tração aumentada; assim, quando surgirem as tensões de tração devidas à retração, o concreto já poderá apresentar resistência à tração superior às tensões oriundas da retração, não ocorrendo, portanto, o fissuramento.



FIGURA 86: Junta de construção terminando em junta serrada, gerando trinca alinhada com a junta de construção. Fonte: LM Brasil



FIGURA 87: Fissura em piso causada por atraso no corte, com destacamento do concreto. Recuperação indicada com lábio polimérico. Fonte: Revista Técnica



FIGURA 88: Fissura por atraso no corte. Fonte: Revista Técnica



FIGURA 89: Movimentação causada pela atuação das cargas, em piso para o qual não foram projetadas barras de transferência, resultando em recalque das placas. Fonte: Revista Técnica



FIGURA 90: A falta de um material compressível no entorno do pilar pode gerar trinca como a da foto, coincidente com a face do pilar. Fonte: Revista Técnica

3 – ESTUDO DE CASO

CENTRO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS CAMPOS SALES

CENTRO DE SAÚDE MANGUEIRAS

A Prefeitura de Belo Horizonte concluiu, em novembro de 2009, as obras de reforma e ampliação do PAM Campos Sales com a implantação do Centro de Especialidades Médicas (CEM). Esta obra foi escolhida pela comunidade no Orçamento Participativo Digital (OP Digital) 2006. O PAM Campos Sales está instalado em antigo prédio localizado na Regional Oeste da capital mineira.

O projeto contemplou reforma geral do prédio do PAM e construção do CEM com sete consultórios, enfermagem, sala de medicação, recepção, espera para 36 pessoas, instalações sanitárias públicas masculino e feminino com acessibilidade para portadores de necessidades especiais e com fraldário, arquivo, almoxarifado, sala de utilidades, sala de reuniões com capacidade para 40 pessoas e instalação sanitária, duas salas de administração, sala de dados, sala de coordenação, vestiários para funcionários masculino e feminino e passarela, consolidando uma área total construída de 4.871,44 m².

Nas áreas de intervenção da reforma foram recuperados pisos originais do prédio em que está instalado o PAM Campos Sales, edificação construída na década de 50. Os pisos originais mesclavam marmorite, granito, tacos de madeira, vinílicos e cimentados, e foram homogeneizados através da adoção

de pisos de marmorite nas áreas de atendimento, à exceção do piso de granito da recepção.

O piso existente no corredor central foi polido. Este trecho do pavimento de marmorite apresenta, ainda, diversos pontos fissurados e trincados, mas boa resistência ao desgaste causado pelo trânsito local.



FIGURA 91: Piso interno original, recuperado em 2008 – trinca transversal, acompanhando a junta de dilatação do edifício. Foto da autora.



FIGURA 92: Piso interno original, recuperado em 2008 – fissuras de retração e desgaste superficial no corredor de circulação principal. Foto da autora.



FIGURA 93: Piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.

Foto da autora.



FIGURA 94: Piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.

Foto da autora.

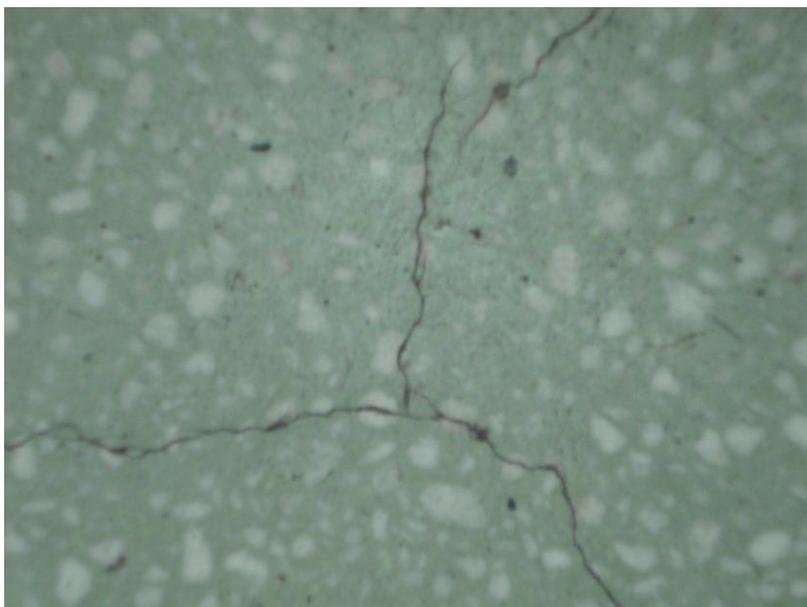


FIGURA 95: Piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas.

Foto da autora.

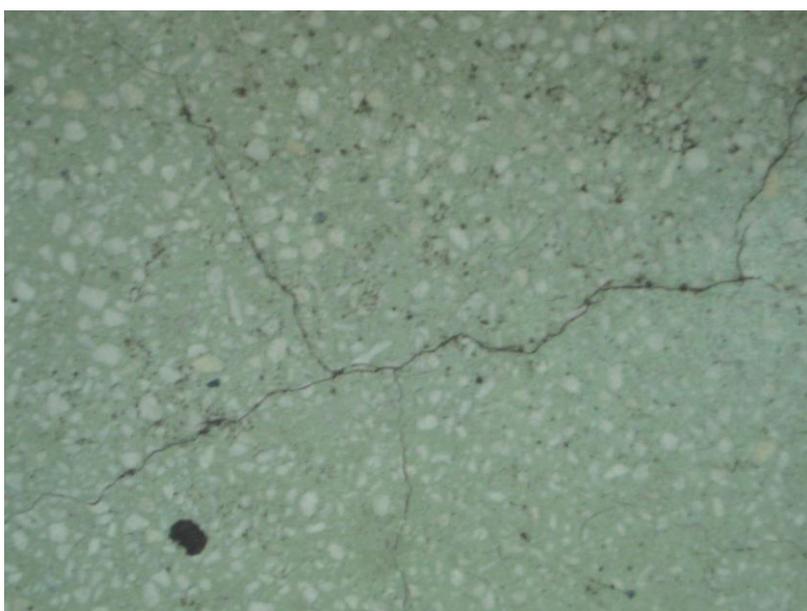


FIGURA 96: Piso interno original, após recuperação – fissuras não preenchidas e sinais de desgaste superficial. Foto da autora.



FIGURA 97: Piso marmorite original, após recuperação - detalhe da superfície.
Foto da autora.

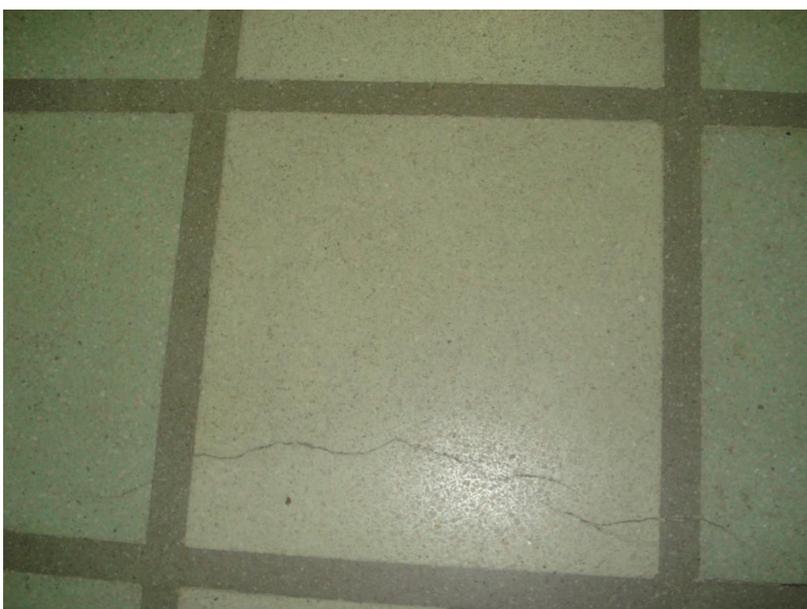


FIGURA 98: Piso marmorite original, após recuperação.
Foto da autora.

No pavimento de entrada (térreo), foram retirados os pisos de tacos de madeira e vinílicos das salas de atendimento, e refeitos os contrapisos.

Na composição dos pisos executados em 2008 foi utilizada granitina branca e preta e pigmento verde, adicionados à mistura de cimentos (50% cimento Ciminas CPIII, 50% cimento branco). Adotou-se a espessura mínima determinada pelo Caderno de Encargos SUDECAP - que estabelece os procedimentos dos serviços prestados à Prefeitura de Belo Horizonte – que é de 1,0cm, com cura úmida apenas no 1º subsolo, devido a questões operacionais e de atendimento ao público.

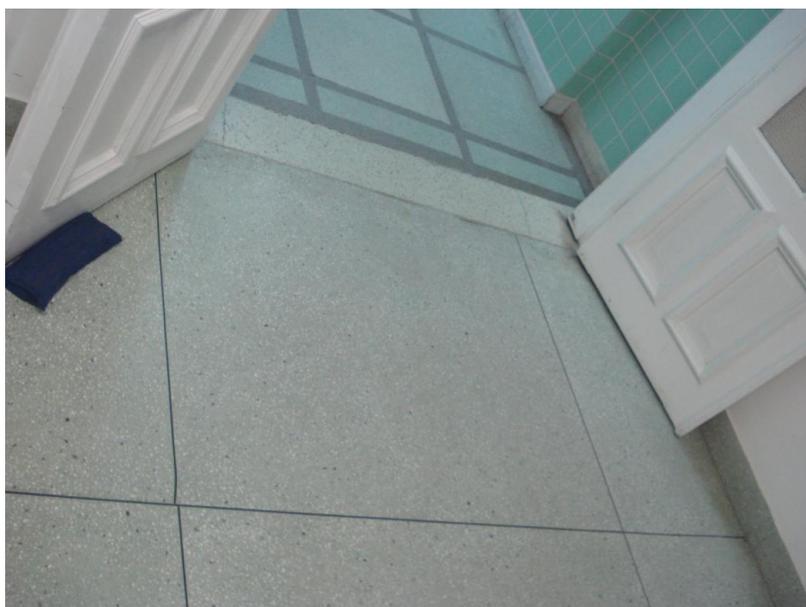


FIGURA 99: Piso marmorite – vista dos pisos novo (cinza) e original (verde), após reforma da edificação. Foto da autora.



FIGURA 100: Piso marmorite executado em 2008 – fissuras tipo “mapa”, causadas por retração hidráulica, e desgaste superficial. Foto da autora.

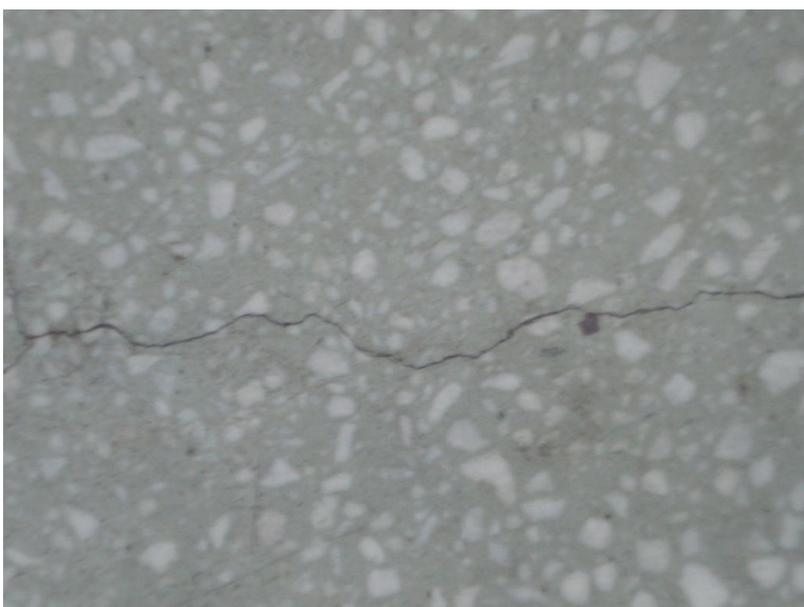


FIGURA101: Piso marmorite executado em 2008 – fissuras tipo “mapa”, causadas por retração hidráulica, e desgaste superficial. Foto da autora.



FIGURA 102: Piso marmorite executado em 2008 – fissuras tipo “mapa”, causadas por retração hidráulica, e desgaste superficial. Foto da autora.



FIGURA 103: Piso marmorite executado em 2008: fissuras tipo “mapa”, destacamento da junta plástica e desgaste superficial. Foto da autora.



FIGURA 104: Piso externo original. Foto da autora.



FIGURA 105: Piso externo original – fissura longitudinal à junta metálica.

Foto da autora.



FIGURA 106: Piso externo original. Foto da autora.

No 1º subsolo, o piso original mesclava marmorites e piso cimentado comum. Foram eliminados os trechos de piso cimentado, substituídos estes por pisos do tipo marmorite verde, e recuperados os marmorites existentes, através do polimento de suas superfícies com disco diamantado. Houve também a complementação dos trechos que apresentavam desagregação e maior comprometimento. O piso marmorite original, durante sua recuperação, recebeu estuque (base de cimento branco), em pontos específicos, especialmente nas bordas das juntas e rodapés, ocasionando, após o polimento final, certa modificação na coloração de partes do pavimento, originalmente cinza e de granulometria média.



FIGURA 107: Piso marmorite executado em 2008: detalhe do corredor principal do 1º subsolo. Foto da autora.

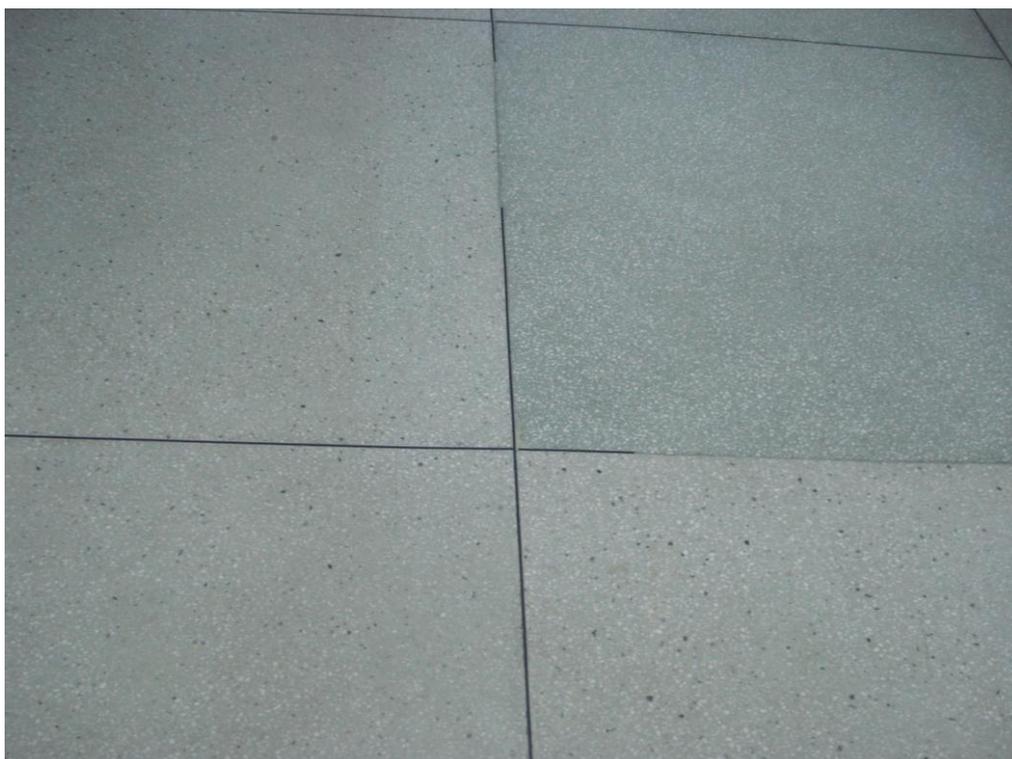


FIGURA 108: Piso marmorite: encontro de panos do piso executado em 2008, em diferentes períodos da obra, registrando variação de pigmentação. Observa-se também ausência das juntas plásticas, destacadas. Foto da autora.

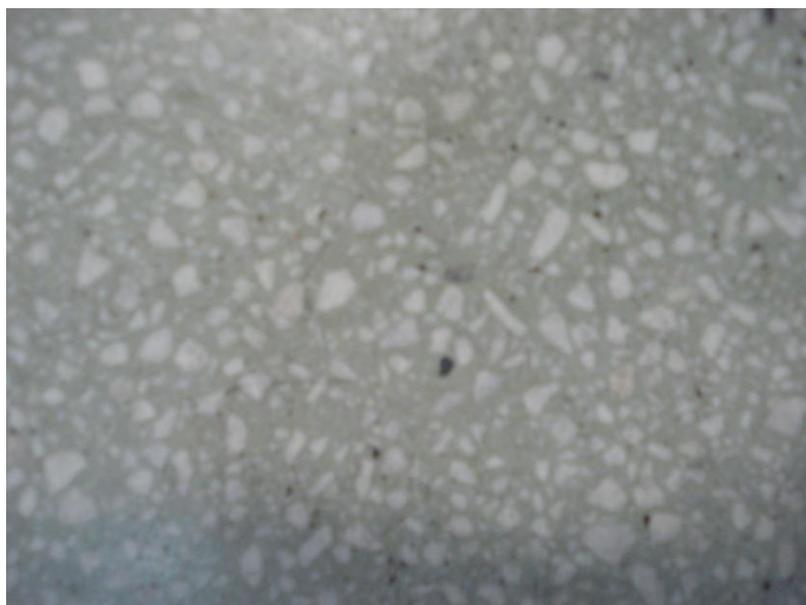


FIGURA 109: Piso marmorite executado em 2008: detalhe da superfície do piso do corredor de circulação do 1º subsolo. Foto da autora.

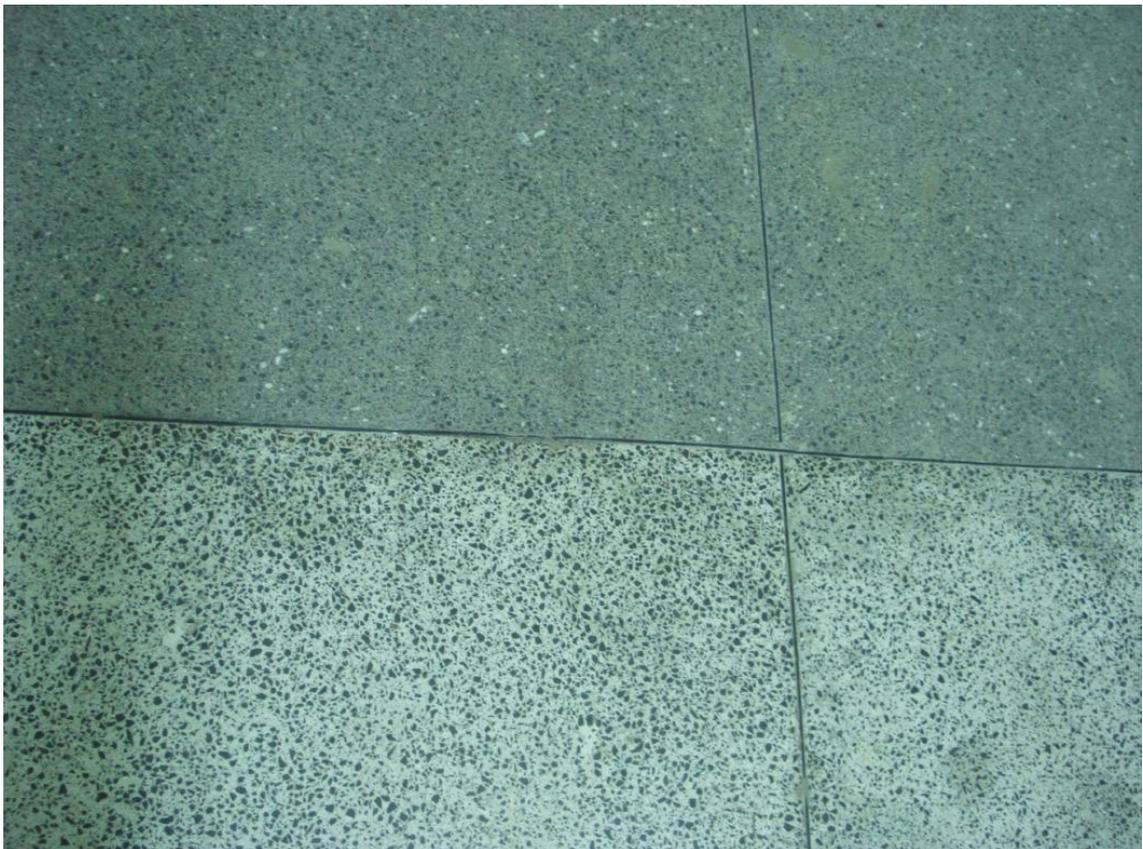


FIGURA 110: Piso marmarite: encontro de panos do piso executado em 2008, em diferentes períodos da obra, registrando variações de granulometria e pigmentação. Foto da autora.



FIGURA 111: Piso marmorite: piso original do 1º subsolo, após recuperação.
Foto da autora.



FIGURA 112: Piso marmorite cinza original, após recuperação: detalhe da superfície e granulometria. Foto da autora.



FIGURA 113: Piso marmorite: detalhe do rodapé original da edificação (1º subsolo), após recuperação. Foto da autora.

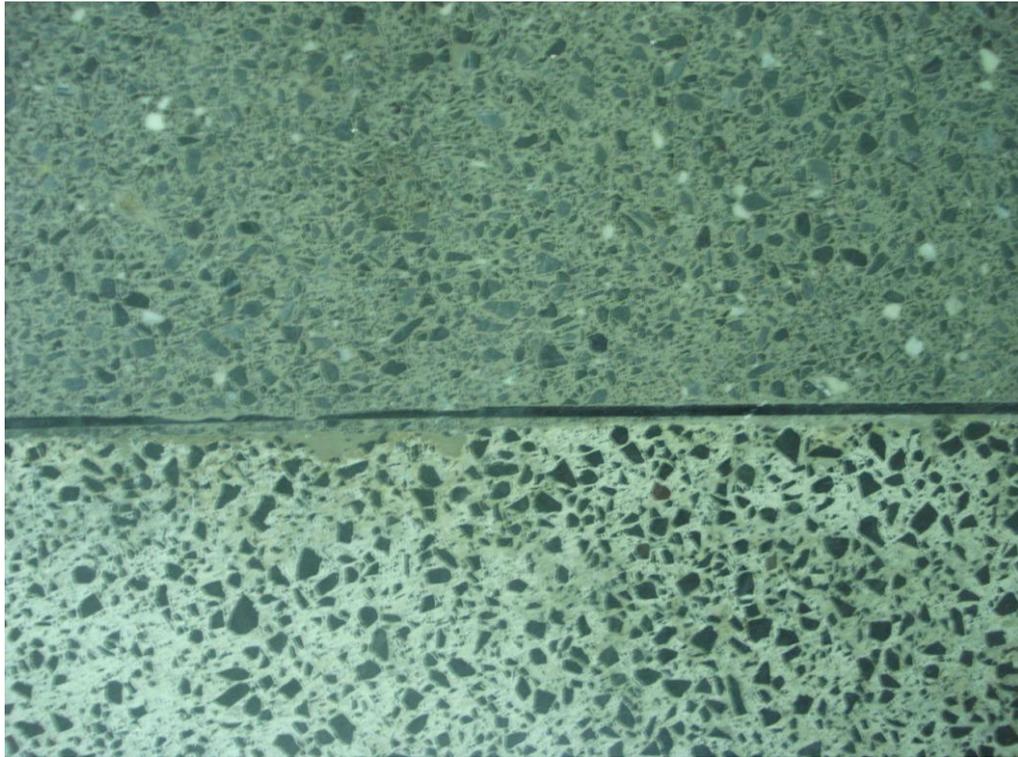


FIGURA 114: Piso marmorite: detalhe do encontro entre o pano de piso original após recuperação (faixa inferior) e o piso novo (faixa superior). Foto da autora.



FIGURA 115: Piso marmorite: piso original do 1º subsolo após recuperação. Foto da autora.



FIGURA 116: Piso marmorite: detalhe de três estágios de execução – piso original (faixa inferior, cinza), soleira do rodapé executada em 2008 (cinza escuro) e piso externo (verde, também executado em 2008, em outra etapa da obra). Foto da autora.

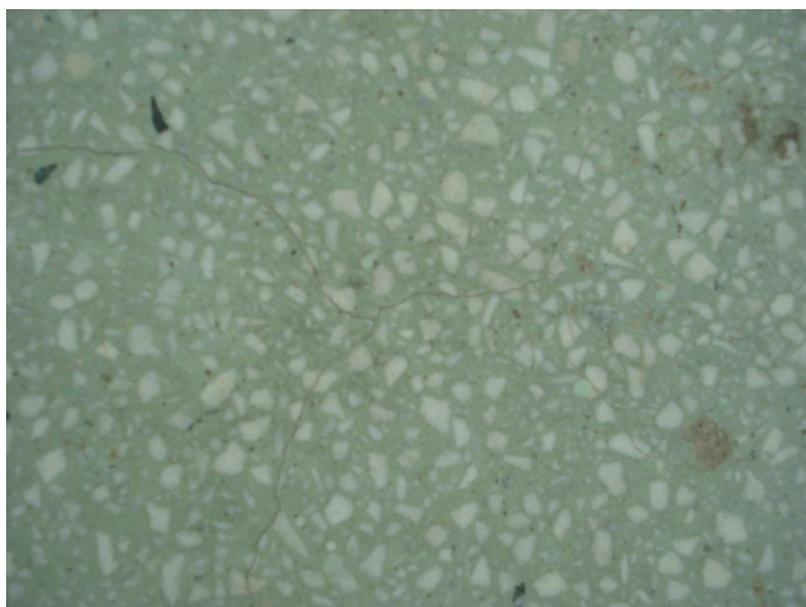


FIGURA 117: Piso marmorite: fissuras de retração em área de circulação externa. Foto da autora

O piso original apresentou, de maneira geral, características patológicas menos evidentes que o piso novo. Após seis meses de uso, o piso executado na reforma da edificação apresenta mais fissuras e evidências de desgaste superficial, quando comparado ao piso datado de 50 anos antes.

As inúmeras fissuras de retração registradas no pavimento térreo justificam-se através do relato, pela Supervisão da Obra, de ausência do procedimento de cura adequado, uma vez que as salas de atendimento contíguas àquelas que tinham seu piso em execução continuaram a funcionar normalmente, impossibilitando a cura úmida durante o período indicado. A Supervisão da Obra notificou a ocorrência precoce das fissuras nas superfícies, presentes em todos os compartimentos onde foi executado o novo marmorite, além de desgaste superficial, especialmente em frente aos guichês de atendimento ao público.

Já no pavimento inferior (1º subsolo), as condições de cura foram mais adequadas, minimizando a ocorrência de fissuras. Nota-se, porém, diferenciação na pigmentação entre panos de piso executados em etapas diferentes da obra. Tratando-se de piso artesanal, a variação na tonalidade é comum, podendo, contudo, ser minimizada com a adoção de traços e dosagens padronizadas de materiais.

Considerações devem ser feitas a respeito do material constituinte de ambos os pisos. Os cimentos atuais apresentam maior percentual de adições e compostos, diferentemente dos cimentos utilizados na obra original, mas a inexistência de registros sistemáticos do material utilizado na obra original não

permitiu maiores investigações; contudo, remete diretamente à questão da interferência da qualidade e diversidade dos materiais utilizados no aspecto final do pavimento, com reflexos em sua resistência, durabilidade e desempenho.

Os pisos do tipo marmorite e granilite foram introduzidos no Brasil em substituição ao uso de mármore e granito, como opção de apelo estético e baixo custo, e se tornaram característica de sua época. As diferentes padronagens encontradas nos pisos recuperados do PAM Campos Sales demonstram cuidado executivo como aliado do efeito estético pretendido, e seleção de materiais de qualidade, o que se reflete até hoje no piso existente, mesmo considerando as diferentes solicitações ao longo dos anos.

Quanto aos procedimentos executivos, a observação visual do piso original do PAM Campos Sales registra a inserção adequada das juntas de construção, permitindo que ainda hoje permaneçam fixas, sem destacamentos evidentes; a ausência de fissuras visíveis permite, também, deduzir que o lançamento e cura do piso original foram realizados de maneira adequada.

Outras obras civis da Prefeitura de Belo Horizonte, executadas sob a supervisão da SUDECAP, têm sido objeto de estudos visando minimizar a ocorrência das patologias acima relatadas.

Obra posterior à do CEM Campos Sales, a construção do Centro de Saúde Mangueiras, localizado no Bairro Mangueiras (Regional Barreiro da capital mineira), contou com a execução de pisos de marmorite, parte deles executados com a espessura mínima prevista no Caderno de Encargos

SUDECAP (1,0cm), e parte executada com a espessura máxima informada no mesmo Caderno de Encargos (1,5cm). Foram realizadas modificações nas composições usuais e suprimido o uso do cimento branco, como segue:

Piso geral dos dois pavimentos:

- Piso marmorite espessura 1,00cm;
- Cimento CP-II (Ciminas);
- Granitina preta (30%) e branca (70%);
- Cura úmida 10 dias.

Em apenas uma das salas:

- Piso marmorite espessura 1,5cm;
- Cimento CP-II (Ciminas);
- Granitina preta (30%) e branca (70%);
- Cura úmida 10 dias com lâmina d'água.

O resultado obtido no piso da sala-teste (que não recebeu cimento branco na composição) foi um pavimento sem fissuras de retração ou outras patologias precoces; nos demais setores da edificação, onde a execução ocorreu de maneira análoga ao CEM Campos Sales, registros de fissuras de retração foram possíveis já durante a cura.

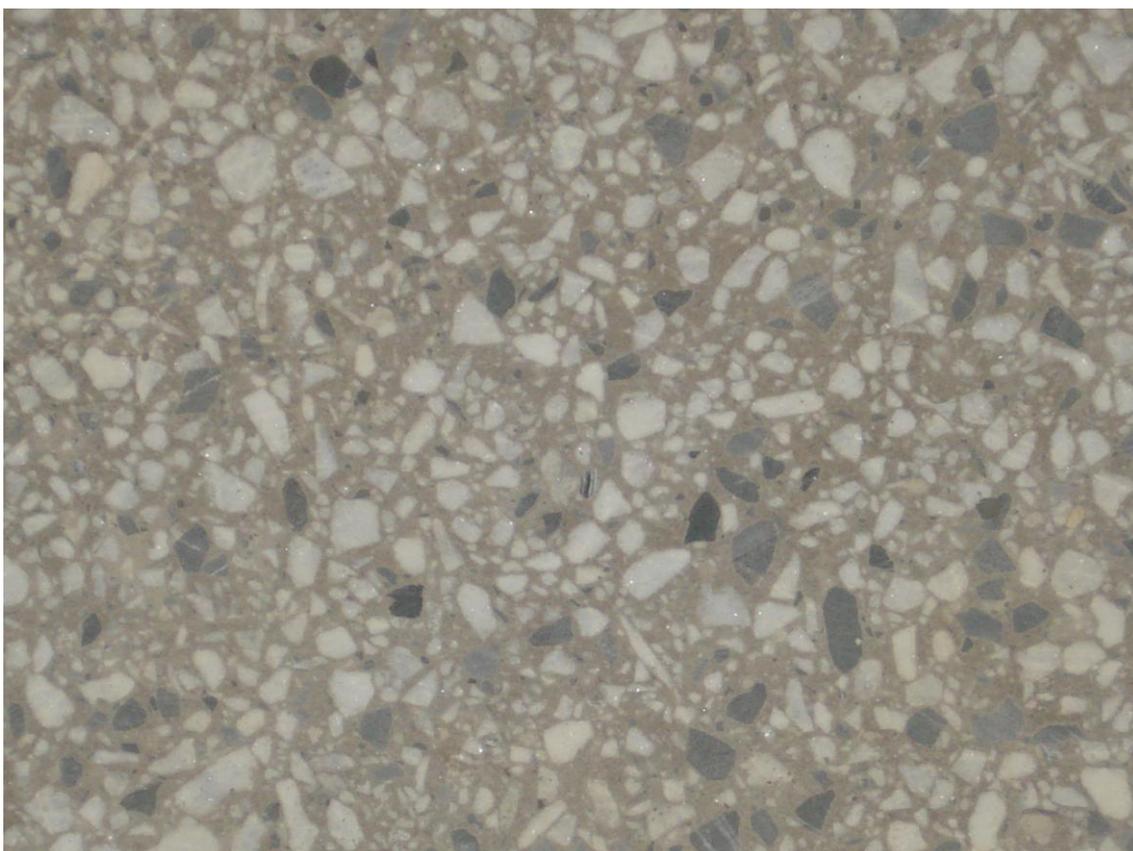


FIGURA 118: C.S. Mangueiras - piso marmorite após primeiro polimento. Foto da autora

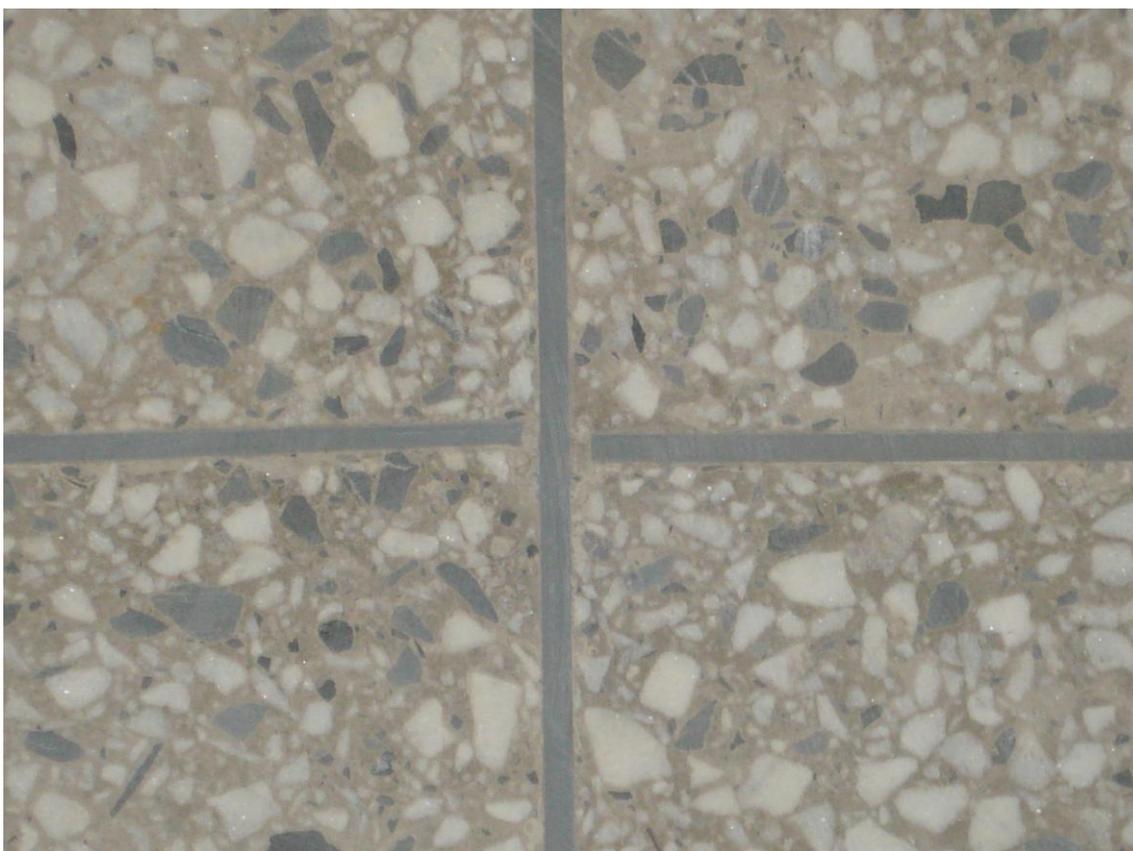


FIGURA 119: C.S. Mangueiras - piso marmorite após primeiro polimento, – detalhe das juntas plásticas. Foto da autora

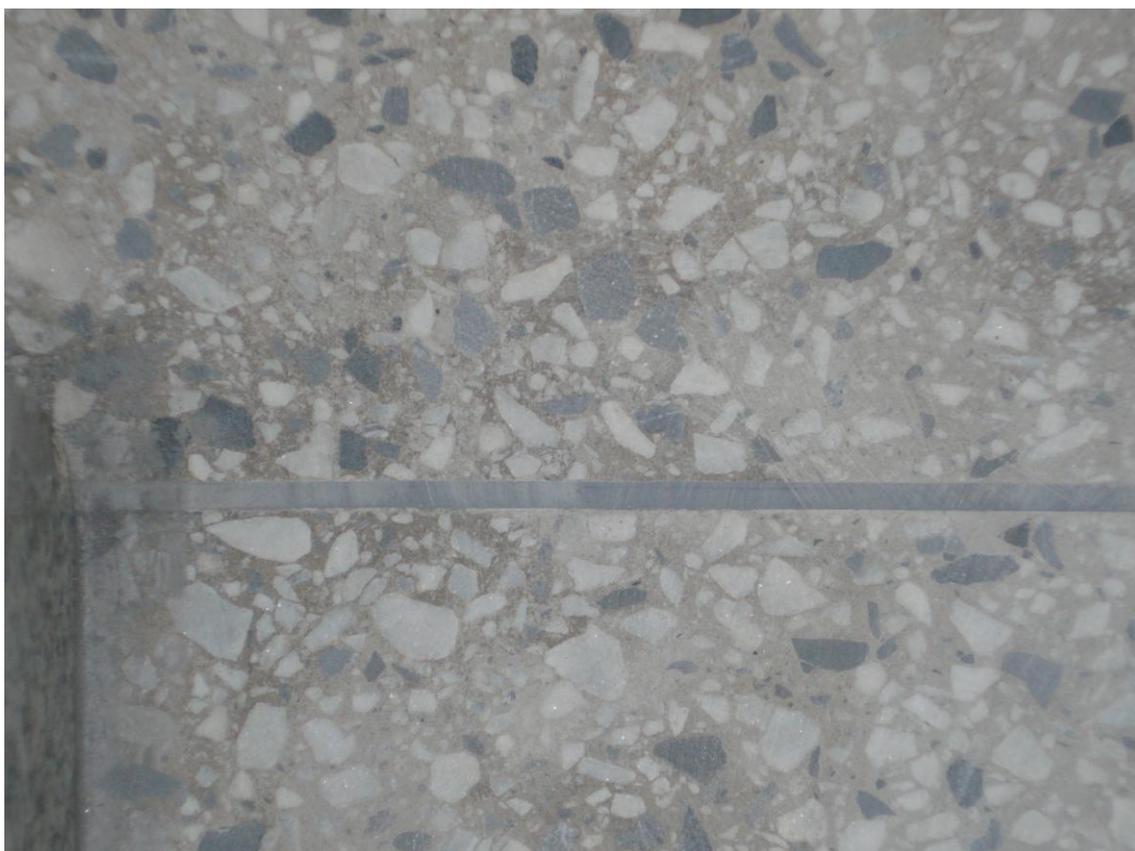


FIGURA 120: C.S. Mangueiras - piso marmorite após primeiro polimento – detalhe da junção com o rodapé. Foto da autora



FIGURA 121: C.S. Mangueiras - piso marmorite após primeiro polimento – detalhe da junção com o rodapé. Foto da autora



FIGURA 122: C.S. Mangueiras - piso marmorite antes do polimento final. Foto da autora



FIGURA 123: C.S. Mangueiras - piso marmorite antes do polimento final.

Foto da autora

Evidencia-se, após tais considerações, a importância do binômio qualidade de material e procedimentos executivos adequados na execução dos pisos cimentícios, mais notadamente nos que apresentam procedimentos artesanais de execução, onde a habilidade da mão de obra especializada tem tanta influência no produto final quanto seus materiais constituintes.

4. CONCLUSÕES

Os pisos à base de cimento apresentam ampla aplicabilidade e diversidade de uso, boa resistência às solicitações a que são submetidos, constituindo opção de revestimento versátil e também econômica, quando comparada a outros sistemas de revestimento equivalentes em desempenho.

Abordar o sistema de revestimento horizontal como um conjunto de componentes que se interrelacionam e interagem mutuamente antecede a adoção das boas práticas de execução, sendo o ponto de partida para uma concepção sistêmica de pisos, permitindo que as diversas camadas sejam compatíveis entre si e com as especificações de projeto.

Durante o desenvolvimento do projeto devem ser especificados os materiais a serem utilizados, permitindo compatibilização do piso com as condições de exposição e solicitações previstas. Devem também ser definidos os procedimentos executivos aplicáveis, possibilitando o controle da qualidade na etapa executiva. O atendimento às especificações de projeto - executivas ou concernentes aos materiais, e o controle destes materiais, constitui conjunto de medidas profiláticas eficientes.

Grande parte das patologias características dos pisos cimentícios podem ser minimizadas ou evitadas com a adoção de práticas de execução sistematizadas e controladas, utilizando-se materiais adequados e de boa qualidade, e ainda pela adição de elementos em sua constituição - pós

minerais, telas soldadas, fibras metálicas, fibras de celulose, britas, pedras e granitinas, armaduras protendidas ou não - de maneira a complementar positiva e ativamente as características necessárias ao bom desempenho do sistema de piso à base de cimento.

A manutenção periódica preventiva caracteriza importante ação no sentido de se antecipar às possíveis patologias, investigando desvios nas etapas anteriores (projeto ou executiva), e realizando reparos e recuperações antes da desagregação do piso, intervindo previamente ao comprometimento estrutural do sistema.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Caderno Analítico de Normas – Sistemas à Base de Cimento. São Paulo: 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento Portland. BT-106: boletim técnico. São Paulo: 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados para concreto. NBR-7211/2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa de alta resistência mecânica para pisos. NBR 11801 / 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento. NBR 12655/2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. NBR 14931/2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de pavimentos de concreto simples por meio mecânico. NBR 7583/1986

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de piso com argamassa de alta resistência mecânica. NBR 12260/1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto. NBR-6118/NB1-2001 –. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2001

BANCO DO BRASIL. Caderno Geral de Encargos. Departamento de Engenharia. 1984.

BARROS, Mercia M.S.B.; SABBATINI, F.F. Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – BT/PCC/44. São Paulo, 1991. 27p.

BARROS, Mercia M.S.B. de; SABBATINI, Fernando H. Tecnologia de Produção de contrapisos internos para edifícios. São Paulo, EPUSP, 1995. (Texto Técnico. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/13).

BARROS, Mercia M.S. B. O piso como parte integrante do edifício. São Paulo, 2001

BARROS, Mercia M.S. B. Revestimentos Horizontais – Notas de aula. PCC-436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II. São Paulo, setembro de 2000.

CARDÃO, Celso. Técnica da Construção. 2. Ed. Belo Horizonte: Arquitetura e Engenharia, 1969. v. 2.

CEHOP - Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas – Governo de Sergipe. Pisos: Cimentados, em Concreto Simples, em Concreto Estampado e de Alta Resistência. Norma ES0136.

DNER - Edificações – Revestimento de Pisos. Norma Rodoviária. Especificação de Serviço DNER-ES-350/97. Ministério dos Transportes.

DU ROCHER, Wellington T. M., REPETTE, Wellington. Identificação dos agentes agressivos e das patologias em pisos industriais de frigorífico de suínos - Workshop Desempenho de Sistemas Construtivos – Unichapecó – 27 a 28 de novembro de 2006 - Chapecó – SC.

EISINGER, A.B.; BARROS, M.S. Bottura de. Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho de revestimentos de piso: equipamentos e metodologias de ensaio - 1ª etapa: avaliação de desempenho de pisos industriais de alta resistência e de pedras. São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, novembro de 1993; (relatório apresentado ao CNPq)

EISINGER, A. B.; LIMA, M. G. Estudo de caso: Análise de patologias generalizadas constatadas em revestimentos de alto desempenho (RAD) - artigo integrante da tese de mestrado. Setembro de 2000.

MANUAL Gerdau de Pisos Industriais. São Paulo, Editora Pini, 2006.

MELHADO, Silvio B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. 294p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MOREIRA DE SOUZA, V. C.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, 1998. Editora PINI.

REIS FILHO, Nestor Goulart. Quadro da arquitetura no Brasil. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978. Série Debates.

RODRIGUES, Públio Penna Firme., MOTARDO, Júlio P. A influência da Adição de Fibras de Polipropileno nas Propriedades dos Concretos para Pisos e Pavimentos. 44º Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Belo Horizonte, MG. Agosto de 2002.

SEHAB - Governo do Distrito Federal – Centro de Operações. Normas de Execução.

SILVA, A.P.S., JONOV, C.M.P. Patologias das Construções: notas de aula. Curso de Especialização em Construção Civil – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – UFMG. 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL. Caderno de encargos. Superintendência de Desenvolvimento da Capital - Diretoria de Planejamento e Gestão. – 3ª. ed. v.1, v.2 – Belo Horizonte: SUDECAP, 2008. p. 588 – 629.

THOMAZ, Ércio. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. 1ª edição – Agosto/1989

Pesquisa web (documental e imagens):

http://www.anapre.org.br/boletim_tecnico/edicao18.asp - Acesso em 17/01/2010.

http://www.anapre.org.br/boletim_tecnico/edicao5.asp - Acesso em 17/01/2010.

http://www.anapre.org.br/boletim_tecnico/edicao8.asp - Acesso em 17/01/2010.

www.augepisos.com.br/site/blog/?p=1023 - Acesso em 17/01/2010.

www.basf-cc.com.br/PT/projetos/proj.../projeto_extra_penha.pdf - Acesso em 17/01/2010.

http://www.casadagua.com.br/cases_ver_case.asp?c=36063150085, - Acesso em 17/01/2010.

<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/patologias-comuns-em-obras/>
Acesso em 17/01/2010.

www.jsruizpisos.com.br - Acesso em 17/01/2010.

www.lmbrasil.com.br/produtos/juntas.html - Acesso em 17/01/2010.

www.lmbrasil.com.br/.../juntas_industriais.html - Acesso em 28/01/2010

http://www.multconcreto.com.br/exec_piso_ind.htm - Acesso em 17/01/2010.

<http://patologiaestrutura.vilabol.uol.com.br/> - Acesso em 22/01/2010

<http://www.pisosindustriais.com.br/> - Acesso em 17/01/2010.

http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=politicasurbanas&tax=18519&lang=pt_BR&pg=5562&taxp=0&

Acesso em 28/01/2010

www.reisereis.com.br/html/interna.php?key=juntas - Acesso em 17/01/2010.

www.revesprim.com.br/images/revicol_argamassa.jpg - Acesso em 17/01/2010.

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/151/imprime154403.asp> - Acesso em 17/01/2010.

<http://www.vitoria.es.gov.br/calçadas/pisos.htm> - Acesso em 28/01/2010