

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAIRA FERNANDA MENCK

**ESTUDO DE CASOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM JUNTAS, EM
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS ATENDIDAS PELO ESCRITÓRIO REGIONAL DE
MARINGÁ DA SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO PARANÁ.**

MARINGÁ

2010

MAIRA FERNANDA MENCK

**ESTUDO DE CASOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM JUNTAS, EM
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS ATENDIDAS PELO ESCRITÓRIO REGIONAL DE
MARINGÁ DA SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO PARANÁ.**

Monografia apresentada para a obtenção do Título de Especialista em Construção de Obras Públicas no Curso de Pós Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná, vinculado ao Programa Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas/SEOP.

Orientador: Romel Dias Vanderlei

MARINGÁ

2010

TERMO DE APROVAÇÃO

ALUNO MAIRA FERNANDA MENCK

ESTUDO DE CASOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM JUNTAS, EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS.

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Construção de Obras Públicas no Curso de Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), vinculado ao Programa de Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas (SEOP), pela Comissão formada pelos Professores:

Romel Dias Vanderlei
Profº. ORIENTADOR

Romel Dias Vanderlei
Profº. TUTOR

Profº. Hamilton Costa Junior
Coord. Curso Res. Tec

Maringá, 16 de dezembro de 2010.

A meus pais, avós e irmãos pelo
apoio e motivação.

AGRADECIMENTOS

A meus pais Aristides José Menck e Rosemari Oliveira Menck pelo apoio incondicional a todas as escolhas que realizei durante minha vida, pela educação sólida e pelas oportunidades criadas para que eu pudesse, alcançar a conclusão desta especialização.

A meus irmãos Maira, Maísa e Aristides, por serem meus companheiros e parceiros durante todos e quaisquer momentos.

Aos professores do curso o tutor e orientador professor Dr. Romel Dias Vanderlei e professor Dr. Generoso De Angelis Neto pelo apoio e incentivo que nos foi dado durante essa caminhada.

Aos funcionários da Secretaria de Obras do Estado, em especial aos da regional de Maringá, Lúcia, João, Takaiti e Guaraci, pela amizade desprendida o apoio diário e o compartilhamento dos conhecimentos práticos.

“A conquista é um acaso que talvez dependa mais das falhas dos vencidos do que do gênio do vencedor.”

Anne Louise Germaine Necker

RESUMO

Em tecnologia da construção, junta, se trata de um elemento construtivo que tem o sentido de unir separando com a função absorver as tensões internas das estruturas.

Ao Analisar as edificações públicas da região Maringá notou-se que manifestações patológicas em juntas são comuns e recorrentes e ainda que existe pouco referencial quanto a este assunto atualiza no Brasil. Com o objetivo de encontrar soluções para essas patologias e criar referencial na língua portuguesa iniciou-se este trabalho.

Dentre as falhas recorrentes em juntas, assinala-se a falta de vedação. Essa patologia gera outras, sendo a redução da seção transversal de peças estruturais a mais grave. Por se tratar de faixas estreitas e geralmente, por questões estéticas, ocultas, as patologias estruturais entre juntas são de difícil acesso e detecção o que leva a encontrar os problemas quando estes já se encontram em quadro avançado e de difícil reparação.

Edificações com defeitos em juntas passam a desempenhar funções fora do seu estado limite de utilização, criam a impossibilidade do uso normal da estrutura, nos critérios de durabilidade, aparência, conforto do usuário e utilização funcional, tanto em relação aos usuários quanto as máquinas ou equipamentos utilizados.

Por não existir material de orientação para a execução e calculo desse elemento construtivo, os critérios construtivos são obtidos apenas da pratica diária dos profissionais da área da construção civil.

Ao final apresenta-se a análise das patologias em juntas de movimentação estruturais encontradas no Colégio Estadual Doutor Gastão Vidigal de Maringá, expondo critérios para seleção de selantes e verificação de posicionamento e dimensão das juntas encontradas.

Palavras-chave: junta, contração, expansão, movimentação, patologias.

ABSTRACT

In construction technology, joint is a constructive element which has the sense to unite with the separating function absorb internal stresses of the structures.

To analyze the region's public buildings of Maringá, was noted that pathological manifestations in the joints are common and recurrent, and that there is no reference on this issue updates in Brazil. With the goal of finding solutions to these pathologies and create a landmark in Portuguese were began this work.

Among the recurring failures in joints, it is noted the lack of sealing. This generates other pathology, the reduction of the cross section of structural parts are the most serious of them. Because they are formed of narrow lanes and usually for aesthetic reasons, hidden structural pathologies between the joints are difficult to access and detection which leads to find problems when they are already in an advanced and difficult to repair.

Buildings with problems in joints begin to perform duties outside their limit state, creates the inability to use normally the structure on the criteria for durability, appearance, user comfort and functional use both to users as the machines or equipment used.

Since there is no guidance material for the implementation and calculation of construction element, the constructive criteria are obtained only from the daily practice of professionals in the construction industry.

At the end we present the analysis of pathologies in structural movement joints found in the State campus off the school Dr. Gastão Vidigal in Maringá, setting criteria for selection of sealants and verification of placement and size of joints found.

Keywords: joint, contraction, expansion, movement, pathologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – classificação da juntas de acordo com M. C. Baker(1972).....	23
Figura 2 - Representação de junta de concretagem.	27
Figura 3 – Representação de junta de controle.....	27
Figura 4 - forças de tração absorvidas pelas juntas de controle	28
Figura 5 – Representação da junta de movimentação.	29
Figura 6 - edificação em "L"	39
Figura 7 - edificação com diferentes alturas.....	39
Figura 8 - edificação com diferentes fundações	40
Figura 9 - edificação longa	41
Figura 10 - edificação com elementos resistivos em apenas uma parte	41
Figura 11 - Fluxograma para avaliação de patologias de acordo com N. B. Lichenstein(1985).....	45
Figura 12 - vista área do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal.....	46
Figura 13 - fachada do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal	47
Figura 14 - vista da planta do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal,	47
Figura 15 - dimensões e posicionamento das juntas de movimentação estrutural ...	48
Figura 16 - vedação encontrada na junta de movimentação estrutural.....	49
Figura 17 - detalhe de falha na vedação	49
Figura 18 - material encontrado, no interior da junta, abaixo da vedação - concreto	50
Figura 19 - junta verticais com material flexível no interior sem vedação.	50
Figura 20 - vista de junta entre vigas com indícios de infiltrações.....	50
Figura 21 - detalhe do fechamento vertical com sarrafo	51
Figura 22 - interior de junta sem fechamento e com detritos no interior.....	51
Figura 23 - detalhe de junta com detritos do interior e sem vedação	52
Figura 24 - perfil elastomérico instalado	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – classificação das juntas conforme ACI 224 3R-95 (2001)	24
Tabela 2 - lista comparativa das classificações dos referenciais	26
Tabela 3 - coeficientes de dilatação linear de acordo com ASTM C 1472 (2005)	31
Tabela 4 - constante de capacidade de calor de acordo com ASTM C 1472 (2005) ..	32
Tabela 5 - coeficiente de absorção solar de acordo com ASTM C 1472 (2005)	32
Tabela 6 - coeficiente de movimentação higroscópica de acordo com a ASTM C1472 (2005)	34
Tabela 7 - recomendações da ACI para espaçamento entre juntas de controle	43
Tabela 8 - recomendações da ACI para espaçamento entre juntas de movimentação	43
Tabela 9 - parâmetros de calculo	53
Tabela 10 - calculo da variação total de movimento por trecho da edificação	54
Tabela 11 - calculo da necessidade de deformação do selante.....	54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - resistência a tração do concreto armado16

LISTA DE SIGLAS

SEOP PR Secretaria de obras públicas do estado do Paraná

ACI American Concrete Institute¹

ASTM American Society For Testing And Materials²

INTEMAC Intituto Tecnico De Materiales Y Construcciones³

NBR Norma Brasileira

ABNT Associação Brasileira De Normas Técnicas

$F_{ct,m}$ Resistência média à tração do concreto

F_{ck} Resistência característica à compressão do concreto

PCA Portland Cement Association⁴

¹ Instituto Americano de Concreto

² Associação Americana de Testes e Materiais

³ Instituto Técnico de Materiais e Construções

⁴ Associação de Cimento Portland

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.	16
2 NORMATIZAÇÕES.	18
3 DEFINIÇÃO	21
4 CLASSIFICAÇÃO	23
4.1 JUNTA DE CONCRETAGEM.....	26
4.2 JUNTAS DE CONTROLE.....	27
4.3 JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO.....	28
5 ALTERAÇÕES VOLUMÉTRICAS DO CONCRETO ARMADO	30
5.1 DEFORMAÇÕES TÉRMICAS.....	30
5.2 DEFORMAÇÕES DEVIDO AS ALTERAÇÕES DE UMIDADE.....	33
5.3 DEFORMAÇÕES DEVIDO A RETRAÇÃO.....	34
6 O PROJETO ESTRUTURAL E A NECESSIDADE DO USO DE JUNTAS. 37	
7 ESTUDO DE CASO DO COLÉGIO ESTADUAL DR. GASTÃO VIDIGAL ..44	
7.1 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS.....	44
7.2 ANAMNESE	46
7.3 VISTORIA.....	48
7.4 DIAGNÓSTICO E PROGNOSTICO.	52
7.5 DEFINIÇÃO DE CONDUTA E TERAPIA.....	55
8 CONCLUSÕES	57
REFERENCIAL	58

INTRODUÇÃO

A busca pela padronização de técnicas é comum em diversos setores da atividade humana, na indústria brasileira da construção civil, contudo, elas não estão totalmente disseminadas e aceitas. Quando se trata de obras de interesse público, técnicas padronizadas e a busca pela qualidade se tornam especialmente importante, pois estas possibilitam não só melhorar a qualidade dos processos e produtos, mas também, o aumento da produtividade e a redução de custos. As normas técnicas brasileiras ainda não possuem padronização em diversos temas como é o caso do elemento construtivo junta. (comunidade da construção, 2008)

Averiguou-se que as atividades referentes a projetos e execução de juntas nas obras da SEOP-PR não possuem qualquer padronização. A falta de técnica, notada na não existência de qualquer especificação de atividades relacionadas a juntas no “*caderno de encargos*”, leva a falta de conhecimento quanto ao projeto, execução, fiscalização e como conseqüência o aparecimento de manifestações patológicas no sistema construtivo.

Edificações com defeitos em juntas passam a desempenhar funções fora do seu estado limite de utilização, criam a impossibilidade do uso normal da estrutura, nos critérios de durabilidade, aparência, conforto do usuário, higiene e utilização funcional, tanto em relação aos usuários quanto as máquinas ou equipamentos utilizados.

A durabilidade da edificação é prejudicada se seus movimentos ficam restritos. A restrição de movimentos relativos a mudanças de volume, devido a alteração de temperatura, umidade e retração, ou a cargas internas e externas à edificação, causa fissuras, trincas e rachaduras. As juntas ajudam a liberar essas tensões diminuindo ou eliminando o aparecimento destas patologias, que geram outras manifestações patológicas e diminuem a vida útil da estrutura.

Uma junta mal posicionada ou mal vedada cria o aspecto visual de um fechamento aberto, a rachadura ou abertura programada passa a ser encarada como uma falha na edificação e se obtém a sensação de falta de segurança e higiene.

As falhas, de vedações em juntas, permitem o acúmulo de resíduos e infiltrações, devido à dificuldade de acesso ao interior do elemento construtivo, longo e estreito, o que possibilita a proliferação de fungos e bactérias, essas condições se tornam ainda mais importantes quando se trata de hospitais.

Dentre as principais falhas encontradas em juntas a falta de vedação é a mais recorrente. Essa patologia causa outras patologias, uma delas é a redução da seção transversal de peças estruturais. Por se tratar de faixas estreitas e geralmente, por questões estéticas ocultas, as patologias estruturais entre juntas são de difícil acesso e detecção o que leva a encontrar os problemas, quando estes já se encontram em quadro avançado e de difícil reparação.

No presente trabalho buscar-se-á discutir, as manifestações patológicas mais recorrentes em juntas encontradas em edificações públicas do escritório regional de Maringá, elencar causas e soluções com o intuito de limitar os prejuízos com a manutenção e reduzir o tempo e custo de orçamento e fiscalização.

No capítulo 7 deste o Colégio Estadual Gastão Vidigal, de Maringá será avaliado se possui falhas de projeto, e ainda suas manifestações patológicas com identificação de métodos de correção das falhas apresentadas.

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.

Antes de iniciar a discussão a que se trata essa monografia é importante definir o solo e o clima da região deste estudo, pois grande parte das movimentações que a junta tem de absorver são geradas por estes fatores. O escritório Regional de Maringá engloba 29 municípios da região noroeste do estado. Esse território está localizado em uma região de clima subtropical temperado com temperatura mínima média de 10,3°C e máxima média de 33,6°C e média anual de 21,95°C. A precipitação média anual é de 1500 mm por ano tendo as menores chuvas no inverno e mais intensas no verão mantendo uma umidade relativa do ar média de 66%. O solo é do tipo latossolo Roxo-Distrófico com variações de silte-argiloso a arenosos. (Geografia Maringá, 2010)

Não se pretende com isso limitar a utilização da argumentação técnica exposta, mas sim salientar que a maioria das movimentações sofridas pela estrutura depende desses elementos, seja no aumento de volume por variações de temperatura ou umidade e ainda pela locação em terreno de diferentes capacidades de suporte. Cada região brasileira possui distintos padrões de clima e solo, necessitando de entendimentos diferenciados quanto aos materiais e técnicas utilizadas.

Ainda é importante salientar que os parâmetros de cálculo fornecidos pela norma brasileira de concreto armado, NBR 6118 (2004), são utilizados neste trabalho sem ressalvas, exceto as esparsas definições sobre juntas. Estas serão melhores definidas no corpo do texto. (item 4 CLASSIFICAÇÃO à folha 23, deste).

Segue agora apresentando as demais considerações da norma brasileira. A massa específica seca do concreto armado quando desconhecida pode ser adotada de dois mil e quinhentos quilogramas por metro cúbico (2500 kg/m³). O coeficiente dilatação térmica do concreto armado pode ser considerado como 10⁻⁵/°C para temperaturas entre - 20°C e 150°C. A resistência média a tração pode ser considerada como trinta por cento da raiz cúbica da resistência característica à compressão elevada ao quadrado.

$$f_{ct,m} = 0,3 f_{ck}^{2/3}$$

Equação 1 - resistência a tração do concreto armado

Variação de temperatura do concreto armado será admitida como uma ação variável indireta, de acordo com a NBR 6118 (2004), contudo, esse ponto da norma será melhor discutido a frente. (6 O PROJETO ESTRUTURAL E A NECESSIDADE DO USO DE JUNTAS. à folha 37, deste)

2 NORMATIZAÇÕES.

A boa movimentação do sistema construtivo passa diretamente pela concepção de juntas, seja, eliminando-as ou posicionando-as de maneira eficaz. Sem esse entendimento não é possível obter um produto final com a longevidade esperada pelo cliente e tão pouco com a funcionalidade exigida. Desta forma faz-se necessário o estabelecimento de técnicas pertinentes a este sistema construtivo.

A ABNT não possui norma técnica específica para juntas. A NBR 6122 (1996) Projeto e execução de fundações e a NBR 14931 (2004) Execução de estruturas de concreto - Procedimento, trás informações superficiais que não satisfaz todos os pontos para análise para projeto, execução e vedação deste elemento construtivo.

No item 3.1.10 a norma trás a definição de junta de concretagem:

Qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura.

E no item 3.1.11 define junta de concretagem parcial:

Redução de espessura igual ou maior a 25% da seção de concreto.

Posteriormente, durante o desenvolvimento desta monografia, esses conceitos serão aplicados a nomenclaturas diversas destas trazidas pela norma e seus conceitos serão mais bem delineados (item 4 CLASSIFICAÇÃO, à folha 23).

Do item 7.2 drenagem, no trecho 7.2.3

Todas as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser convenientemente seladas, de forma a torná-las estanques à passagem (percolação) de água.

Nota-se que a NBR 6118 (2003) trás as definições apenas de junta de concretagem e junta de concretagem parcial, por outro lado, a norma reconhece a

existência de outros modelos de junta em seu item 7.2.3, mas não apresenta definições, texto explicativo ou referência que estabeleçam parâmetros de projeto, método executivo ou método de vedação de outros modelos de juntas que não as de concretagem.

O item 21 trata de regiões especiais, e em seu item 21.6 Juntas de concretagem faz ponderações sobre as juntas de concretagem, mas, mais uma vez, não apresenta detalhes da concepção, desta junta.

O projeto de execução de uma junta de concretagem deve indicar de forma precisa o local e a configuração de sua superfície. Sempre que não for assegurada a aderência e a rugosidade entre o concreto novo e o existente, devem ser previstas armaduras de costura, devidamente ancoradas em regiões capazes de resistir a esforços de tração.

O item 24 trata de concreto simples e pela primeira vez estabelece o padrão de distanciamento mínimo de 15 metros entre juntas de concretagem e argumenta sobre a necessidade da verificação em cálculo dos efeitos relativos as retração térmica, retração hidráulica e abaixamentos de temperatura, se esse limite for ultrapassado. O item 24.4 Juntas e disposições construtivas

As juntas de concretagem devem ser previstas pelo menos a cada 15 m. No caso de ser necessário afastamento maior, devem ser considerados no cálculo os efeitos da retração térmica do concreto (como consequência do calor de hidratação), da retração hidráulica e dos abaixamentos de temperatura. Qualquer armadura eventualmente existente no concreto simples deve terminar pelo menos a 6 cm das juntas. Interrupções de concretagem só podem ser feitas nas juntas. Deve ser garantida a estabilidade lateral das peças de concreto simples por meio de contraventamentos.

Não se pretende aqui descaracterizar a norma em questão, apenas apontar que os pontos relativos a juntas como elemento construtivo não são esclarecedores, e que não existe outra norma brasileira que trate especificamente deste assunto.

Como não há normatização brasileira consistente para juntas a análise de projeto e execução neste trabalho utilizou como referência os trabalhos americanos

da AMERICAN CONCRETE INSTITUTE⁵ (ACI) nos textos ACI 224.3R-95 Joints in Concrete Construction⁶ que trata de projeto, construção e manutenção e ACI 504R-90 Guide to sealing concrete structures⁷ que sugere as características, onde e quando os selantes devem ser utilizados. Além destes, empregou-se as normas da AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS⁸ (ASTM), C1193 Standard Guide for Use of Joint sealants⁹ que descreve a aplicação de selantes e C 1472 Standard Guide for Calculating Movement and Other Effects When Establishing Sealant Joint Width¹⁰ que estabelece parâmetros de cálculo das dimensões de juntas e selantes. Outras recomendações utilizadas são as espanholas do INTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES¹¹ (INTEMAC) com o texto juntas en construcciones de hormigón¹², indica aspectos de execução e dimensionamento das juntas.

Além das acima citadas outros textos técnicos são apresentados no corpo do texto e posteriormente no referencial.

⁵ Instituto Americano de Concreto

⁶ Juntas em construções de concreto.

⁷ Manual para selar estruturas de concreto.

⁸ Sociedade Americana para Testes e Materiais

⁹ Norma para uso de selantes em juntas.

¹⁰ Norma de cálculo de movimentos e outros efeitos quando estabelecer a largura do selante.

¹¹ Instituto técnico de materiais e construções.

¹² Juntas em construções de concreto.

3 DEFINIÇÃO

A palavra junta é derivada do verbo em latim jungere, junctum, que significa ligar, unir, associar, adicionar, isto implica que duas ou mais coisas serão unidas; junta é um ato de unir, modo de fazer um ponto de encontro (F. A. Ribeiro, 2006). Entretanto, quando se trata do elemento construtivo junta tem o sentido ambíguo de unir separando.

Para a execução de um edifício, são unidos diferentes espécies de materiais, cada qual com propriedades específicas, e suas reações, quando sofrem algum tipo de ação não são as mesmas. Igualmente, quando se trata de mesmos materiais, se suas formas são diferentes, cada peça possui diferentes inercia e resistência. Caso, cada um destes itens sejam colocados justapostos, as forças, decorrentes de ações externas e internas de cada material e forma, não permitiria a movimentação correta de cada parte.

Diante de tantas variedades, da busca pelo encaixe e estéticas perfeitas, da necessidade de trabalhabilidade de cada peça individualmente e no conjunto, são necessárias aberturas de espaços, unidos e controlados, que não alterem demasiadamente o aspecto visual e que possibilite que os o isolamento de cada ambiente conforme o projeto arquitetônico.

Desta forma, as juntas desempenham um um papel vital, tanto na concepção e execução de uma construção de concreto e no seu subsequente serviço e durabilidade (J. C. Ruiz e E. G. Valle, 1994). A ACI 224-95R (2001) ressalta que muitos vêem as juntas como rachaduras artificiais, ou meios para evitar ou controlar rachaduras em estruturas de concreto e que elas são necessárias para que o projeto obtenha funcionalidade e flexibilidade visual, ao combinar os materiais de construção e os componentes para a produção de edifícios inteiros. As juntas permitem a movimentação da edificação evitando dessa forma a fissuração dos materiais (M. C. Baker, 1972)

O concreto sofre mudanças volume, principalmente relacionadas com a retração e de mudanças de temperatura, pode-se estabelecer assim juntas e aliviar tração ou tensão de compressão que seriam induzidos na estrutura. Como alternativa, o efeito de mudanças de volume podem ser considerados, assim como

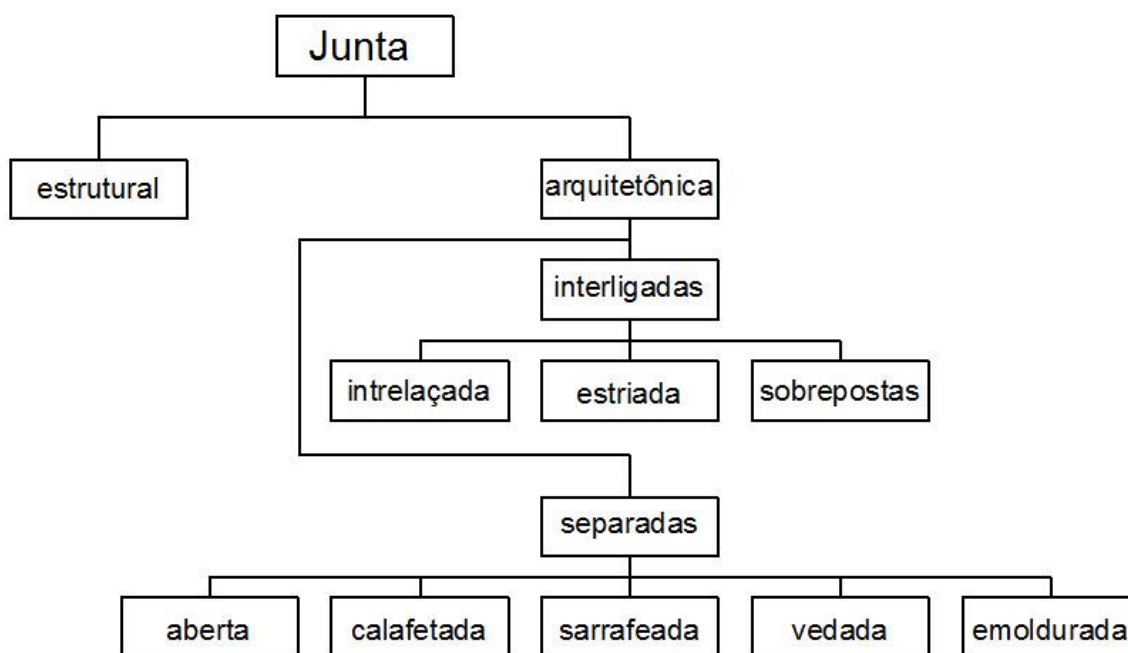
outros efeitos de carga são considerados no anteprojeto da construção eliminando desta maneira a necessidade a instalação de alguns tipos de juntas

Vários elementos estruturais de concretos são apoiados de maneira diferente e independente, e se encontram por razões funcionais e arquitetônicas. Neste caso, a compatibilidade de deformação é importante, e as juntas podem ser necessárias para isolar vários membros.

Na mesma linha de raciocínio a ACI 504 R-90 (1997) coloca que a restrição do movimento de expansão pode resultar em distorção gerando rachaduras em uma face do concreto e esmagamento na face oposta. Na maioria das estruturas de concreto estes efeitos são questionáveis do ponto de vista estrutural. Uma das formas de minimizá-los é promover articulações na edificação para que o movimento possa ser acomodado, sem perda da integridade da estrutura.

4 CLASSIFICAÇÃO

Para M. C. Baker (1972), as juntas podem se divididas em estruturais e arquitetônicas, conforme a figura que segue abaixo, as subdivisões das juntas estruturais serão discutidas posteriormente neste capítulo a partir do item 4.1 JUNTA DE CONCRETAGEM, deste.



MENCK, 2010

Figura 1 – classificação da juntas de acordo com M. C. Baker(1972)

Verifica-se que M. C. Baker (1972), divide as juntas de acordo com o método construtivo empregado, se o encontro entre as partes forem de alguma forma moldados em forma de encaixe tratam-se de juntas interligadas. Caso a ligação entre as faces da junta sejam lisos, então os critérios são as de juntas separadas que utilizam materiais diferentes dos que estão sendo separados.

Pela ACI 224 3R-95 (2001) as juntas podem ser classificadas quanto à resistência, configuração, a maneira como foi formada, a localização, o tipo de estrutura que recebe a junta e a função na estrutura. A tabela abaixo, Tabela 1 – classificação das juntas conforme ACI 224 3R-95 (2001), trás a classificação das juntas quanto especificada, exceto quanto ao item de função na estrutura, essa discussão será feita adiante neste capítulo.

Resistência	Configuração	Formação	Localização	Tipo de Estrutura
armada, com cavilha, sem cavilha, planas	topo, sobreposta, lingüeta, encaixe	serrilhada, feita a mão, feita a maquina, ranhuras, moldada in loco	transversal, longitudinal, vertical horizontal	ponte, pavimento, laje, edifício

MENCK, 2010

Tabela 1 – classificação das juntas conforme ACI 224 3R-95 (2001)

Existem algumas divergências quanto à nomenclatura das juntas que M. C. Baker (1972), classifica como estrutural e a ACI 224 3R-95 (2001) classifica quanto a função na estrutura, por outro lado, o conceito geral destas quanto às forças que devem ser absorvidas e sua função na estrutura são bastante comuns entre os autores.

Observa-se na Tabela 2 - lista comparativa das classificações dos referenciais, que os conceitos de juntas normatizados pela NBR 6118 (2003) são diferentes das demais referências, desta forma elas serão reenquadradas, para este trabalho, nas demais considerações citadas pelos diversos autores.

Ainda na mesma tabela, nota-se a classificação de junta de assentamento utilizada por J. C. Ruiz e E. G. Valle (1994), essa junta é utilizada em revestimentos, desta forma esse conceito não será aqui discutido.

Neste trabalho serão usadas as definições de M. C. Baker (1972), definições e parâmetros complementados pela ACI 224 3R-95 (2001). A justificativa da escolha está na divergência entre o conceito de junta de controle de M. C. Baker (1972) e junta de contração dos demais autores.

O termo junta de contração para J. C. Ruiz; E. G. Valle (1994), , ACI 224 3R-95 (1995) e M. J. Pfeiffer; D. Darwin, (1987) São planos concretados com sulcos ou posteriormente serrados gerados para absorver as tensões de contração para que quando a peça de concreto contraia nestes planos de menor seção criam-se tensões de tração e o concreto, possui que possui menor resistência à tração que a compressão, rache controladamente em regiões que não afetem a estrutura ou apresentem não problemas estéticos, essas seções ainda possuem parte ou nenhuma armadura. Esse é o mesmo conceito usado por M. C. Baker (1972) para juntas de controle.

A ACI 224 3R-95 (1995) vai ainda mais longe dizendo que o termo junta de controle não têm um significado único e universal, que o termo é usado o termo para indicar uma junta que fornece o controle das rachaduras devido aos efeitos de mudança de volume, principalmente contração, mas para essa recomendação, se mal detalhados a junta construída para controlar as articulações podem não funcionar corretamente e o concreto poderá rachar em uma região adjacente à junta. Por outro lado, no trecho em que esse guia trata de juntas de contração os parâmetros bastante semelhantes aos da junta descaracterizada anteriormente e ainda, a mesma associação na recomendação ACI 504R-90 (1997) utiliza o termo junta de controle associado com a definição de junta de contração.

Essa orientação, (ACI 224 3R-95, 2001) versa ainda sobre a definição de juntas de isolamento. Juntas de isolamento isolariam completamente as peças da edificação sem aços, buchas ou cavilhas, não podendo ser confundidas com juntas de dilatação ou expansão, e se apresentadas como junta estrutural, ressalvas devem ser feitas.

Definir uma junta pelo tipo de movimento acomodado é o mesmo que esquecer o fato de que, permitido um movimento vários outros, que se sigam a mesma direção, podem se acumular e ser absorvidos pela própria junta. Como exemplo se tem as juntas executadas para absorver as tensões geradas por expansões, durante a acomodação de forças pela estrutura ela pode absorver as forças criadas por contrações ou retrações, já que esses movimentos acontecem preponderantemente nas mesmas direções.

A Tabela 2 - lista comparativa das classificações dos referenciais, acima, não possui menções ao Código Europeu BS EN1992-1-1(2004), já que este apesar de reconhecer o uso de junta e suas variadas formas, não apresenta definições específicas para cada tipo de junta.

Segue abaixo as definições de juntas estruturais adotadas por esse trabalho.

Autor	Termo	Conceito
NBR 6118 (2003)	junta de concretagem	Qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura.
	define junta de concretagem parcial	Redução de espessura igual ou maior a 25% da seção de concreto.
ACI 224 3R-95 (1995)/ M. J. PFEIFFER; D. DARWIN, (1987)	junta construtiva / concretagem	faixa de fraqueza entre concretagens consecutivas
	junta de contração	Contração juntas fornecem planos de fraqueza para rachaduras para se formar.
	junta de expansão ou de isolamento	separam a edificações em trechos isolados permitindo o movimento.
J. C. RUIZ ; E. G. VALLE (1994)	junta construtiva / concretagem	faixa de fraqueza entre concretagens consecutivas
	Junta de contração	Contração juntas fornecem planos de fraqueza para rachaduras para se formar.
	junta de expansão	separam a edificações em trechos isolados permitindo o movimento.
	junta de assentamento	formada para garantir a movimentação no encontro de diferente materiais
M. C. BAKER (1972)	junta construtiva / concretagem	faixa de fraqueza entre concretagens consecutivas
	junta de controle	Contração juntas fornecem planos de fraqueza para rachaduras para se formar.
	junta de movimento (expansão e contração)	separam a edificações em trechos interligados ou separados permitindo o movimento.

MENCK, 2010

Tabela 2 - lista comparativa das classificações dos referenciais

4.1 JUNTA DE CONCRETAGEM

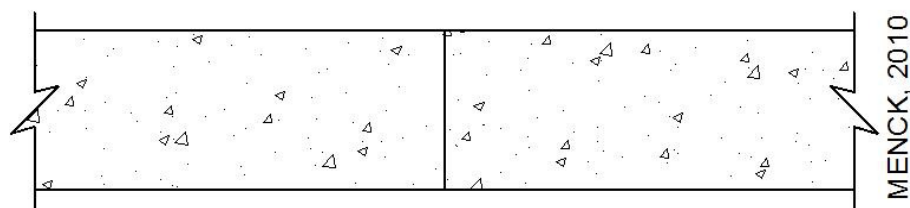


Figura 2 - Representação de junta de concretagem.

De acordo com ACI 224 3R-95 (1995), a exceção de estruturas pequenas, é impraticável executar uma concretagem em operação contínua. As juntas de construção são necessárias para acomodar a seqüência de construção. A quantidade a ser concretada de uma só vez é determinada por motivos construtivos ou capacidade técnica, de pessoal e/ou tempo disponível. Corretamente instaladas e devidamente executadas juntas de construção prevêm limites para as sucessivas concretagens, sem afetar a estrutura.

Ou seja, essa é uma junta produzida por uma nova concretagem contra uma superfície de concreto endurecido. Nesta junta não existe a pretensão de acomodar qualquer movimento e quando existir armadura deve ser continua através da junta. (M. C. Baker, 1972)

A ACI 224 3R-95 (1995) continua que uma boa junta de construção proporciona uma superfície contínua e estanque, que permite a continuidade de flexão e cisalhamento através da junta. Mesmo não sendo essa o objetivo desta junta, a região entre concretagens resulta enfraquecida, o que pode servir como uma junta de controle ou movimentação, o que não é interessante para a edificação.

4.2 JUNTAS DE CONTROLE

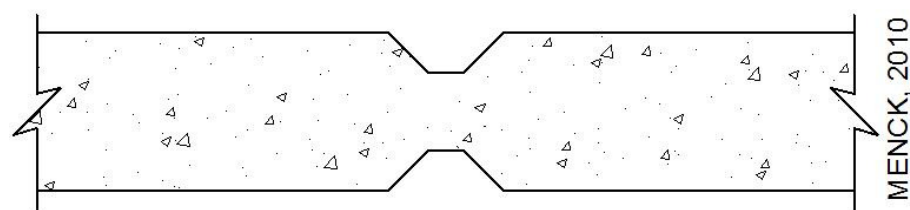


Figura 3 – Representação de junta de controle.

Como no início desse título já foi discutido, a junta de controle também pode ser conhecida com junta de contração, possui esse nome porque pretende controlar

e ou direcionar o caminho as fraturas originárias de movimentações geradas por forças internas ou externas. Trata-se de planos de fraqueza que alojam as rachaduras em locais onde não criem problemas estruturais ou estéticos. Por outro lado esses planos de fragilidade, podem não funcionar corretamente e as fraturas podem correr próximas a junta de controle, criando uma nova junta e eliminando a fabricada.

Essas juntas podem possuir parcialmente a armadura da peça ou nenhuma armadura.

A junta de controle é comumente utilizada em pisos e lajes. Uso comum na SEOP PR são quadras poliesportivas. Ela divide grandes planos em subunidades estruturais com áreas menores diminuindo, assim, a possibilidade de degradação do plano por movimentos normais das peças.

O princípio do controle da fraturas das peças é devido ao fato de que o concreto resiste menos a tração que a compressão com já explicada pela a Equação 1 - resistência a tração do concreto armado é pode ser considerada pela NBR 6118 (2003) como trinta por cento da raiz cúbica da resistência característica à compressão elevada ao quadrado. O que acontece é que quando o concreto contrai e são criadas tensões de tração pela peça. Na região da junta ou região de menor sessão transversal, a peça de concreto resiste menos encontram nesse plano de maior facilidade de rompimento, conforme Figura 4 - forças de tração absorvidas pelas juntas de controle.

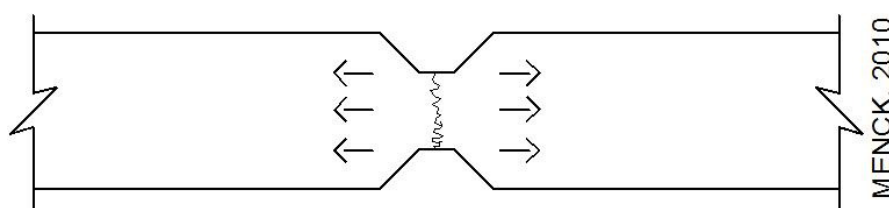


Figura 4 - forças de tração absorvidas pelas juntas de controle

4.3 JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO

Para a ACI 504 R-90 (1997) os elementos construtivos sofrem movimentações e alterações dimensionais tornando seus elementos dinâmicos, as juntas de movimentação são fendas na estrutura, que permitem a acomodação de

toda a estrutura evitando esmagamentos e distorções gerados por deslocamentos, deformações.

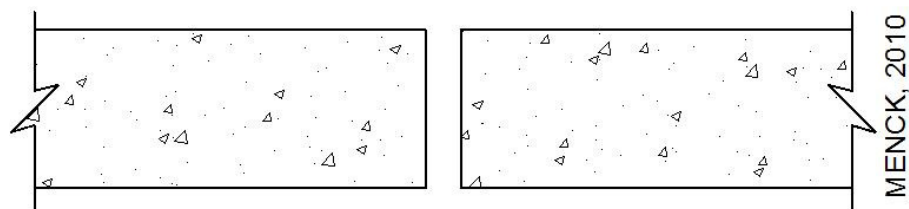


Figura 5 – Representação da junta de movimentação.

Para F. A. Ribeiro (2006) essas juntas podem ter apenas a finalidade de controlar o movimento entre os acabamentos da edificação, como grandes áreas de piso, pastilha e tantos outros materiais aplicados na construção de um edifício. Em revestimentos de fachadas, sua função principal é a de minimizar a propagação de esforços aos sistemas com os quais se relaciona (estrutura, vedo, revestimento), controlando as tensões introduzidas neste sistema. O emprego deste detalhe construtivo objetiva tornar possível que as camadas de revestimento se movimentem, evitando patologias, tais como a fissuração e deslocamento.

M. C. Baker (1972) explica ainda que, que essas faixas estreitas absorvem as forças de compressão que podem ser desenvolvidas pela expansão, ou forças de tração que são desenvolvidas com a compressão dos elementos de concreto, além de absorver os movimentos gerados por cargas aplicadas ou movimentos diferenciais decorrentes da configuração da estrutura ou de sua fundação. As juntas de movimentação, também isolam a edificação em seguimentos e proporciona alívio das tensões em cada membro, ou possuem diferentes comportamentos limitando o tamanho do prédio para componentes visuais ou razões funcionais.

J. M. C. A. Gonilha (2008) ainda separa uma subunidade das juntas de movimentação chamando-as de Juntas Estruturais e as definindo como espaços previstos no projeto estrutural, com a finalidade de garantir a segurança da edificação frente às cargas mecânicas previstas no projeto. Estas juntas atravessam toda a parede e tem sua largura especificada no projeto estrutural e devem ser mantidas abertas em todas as camadas do assentamento, a junta estrutural é um meio de transferir carga de um elemento estrutural para outro. Estas são o foco principal deste trabalho, posteriormente serão analisadas no capítulo 7 ESTUDO DE CASO DO COLÉGIO ESTADUAL DR. GASTÃO VIDIGAL à folha 44, deste.

5 ALTERAÇÕES VOLUMÉTRICAS DO CONCRETO ARMADO

Por J. C Ruiz e E. G. Valle, (1994) são três as principais causas tensões absorvidas pela estrutura, deformações térmicas, deformações devidas à retração, deforções devidas às variações de umidade sazonais.

Ainda, na coletânea de artigos Rachaduras, Movimentos e Juntas em Edificações publicada pelo Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá na divisão de Pesquisas em Edificação¹³ (1972), além das alterações volumétricas sugeridas por J. C Ruiz e E. G. Valle, (1994) ainda fala-se em movimentações da estrutura. Estas podem ser a cargas horizontais e verticais, a movimentos de fundação.

As alterações de volume devido a variações de temperatura podem ser absorvidas pelas juntas movimentação estrutural ou previstas em projeto como forças de ação indiretas variáveis, prevista pela NBR 6118 (2004), conforme opção do projetista, possibilidades do projeto arquitetônico e relações de custo. Da mesma forma as variações devidas a retração são previstas pela NBR 6118 (2004), mas tidas como ações indiretas permanentes.

As alterações de volume devido a umidade são consideradas apenas como retrações por outro lado as variações de umidade ambientais variam assim como a temperatura, desta forma sugere-se que esta consideração seja adicionada ao projeto estrutural, igualmente as alterações de temperatura, considerada como forças de ações indiretas variáveis

Quanto às relações de custo, deve-se levar em conta que a inclusão de novas forças no projeto estrutural, alteram os quantitativos do concreto armado e a opção pela colocação de juntas de movimentação estruturais devem prever, materiais vedantes e itens diversos que assegurem a durabilidade e funcionalidade da junta.

5.1 DEFORMAÇÕES TÉRMICAS.

¹³ National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972

O efeito que a variação de temperatura ocasiona variação dimensional na forma de expansão, quando há o aumento de temperatura, ou contração, quando há a redução desta. Os movimentos de origem térmica, expansão e contração volumétrica, ocorrem de maneira diferencial entre os pórticos da estrutura dependendo do posicionamento em relação a incidência solar, a espessura das peças e seu posicionamento na estrutura. De alguma forma os movimentos em elementos individuais da estrutura estão sempre restringidos pela forma e encaixe nos pórticos estruturais.

O movimento térmico é o efeito predominante nas variações dimensionais dos componentes do edifício sendo, por isto, um fator determinante para o emprego de juntas de movimentação estruturais (F. A. Ribeiro, 2006).

De acordo com J. K. Latta (1972) existem três itens a serem analisados para se entender a severidade das mudanças devidas a ações de temperatura.

A primeira é o estudo da resposta do material em relação à temperatura, a segunda diz respeito às alterações de temperatura as quais o material vai ser submetido e a terceira a liberdade de movimento permitida aos elementos estruturais.

Quanto à resposta do material em relação à temperatura, quando o elemento está livre para se movimentar, será de acordo com, uma propriedade intrínseca do material empregado, o coeficiente de dilatação linear. Anteriormente, já foi dito que a norma brasileira de concreto armado adota o valor de $10 \times 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$

coeficiente de dilatação linear $10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$	
concreto (agregado calcáreo)	9
concreto (agregado quartzo)	12,6
granito	11
ferro	10,6
aço	12,1

MENCK, 2010

Tabela 3 - coeficientes de dilatação linear de acordo com ASTM C 1472 (2005)

Quanto às alterações de temperatura que o material vai sofrer, deve-se lembrar que cada material tem uma forma de receber calor, a temperatura do ambiente nem sempre será a mesma do elemento estrutural, vai depender de sua cor, capacidade de refletir a energia solar e a posição em relação ao sol.

Condições da superfície	Constante
Baixa	56
Baixa com reflexão	72
Alta	42
Alta com reflexão	56

Tabela 4 - constante de capacidade de calor de acordo com ASTM C 1472 (2005)

A constante de capacidade de calor refere-se à capacidade do material armazenar o calor.

Superfície	Coefficiente absorção solar
Concreto	0,65
Superfície colorida preta	0,95
Superfície colorida verde escuro	0,80
Superfície colorida verde claro	0,65
Superfície colorida branca	0,45
Mármore branco	0,58

Tabela 5 - coeficiente de absorção solar de acordo com ASTM C 1472 (2005)

O coeficiente de absorção solar está relacionado com a cor e o tipo do material ele representa a capacidade que a peça tem de absorver a radiação solar incidente sobre ela.

Assim a temperatura da peça será a temperatura do ambiente mais o produto do coeficiente de absorção solar com a constante de capacidade de calor.

J. K. Latta (1972), ainda afirma que as mudanças de temperatura não podem ser facilmente estabelecidas e o valor obtido nunca será exato e tão pouco real.

Quanto à liberdade de movimento permitida aos elementos estruturais, Se não houver nenhum tipo de restrição de movimentos, obviamente o material contraíra e expandirá sem o aparecimento de qualquer estresse. Mas, numa edificação isso praticamente nunca existirá.

O concreto armado por si só agrega diferentes tipos de materiais com diferentes capacidades de deformação conforme explica a Tabela 3 - coeficientes de dilatação linear de acordo com ASTM C 1472 (2005). Na sua forma mais simples o concreto é composto pelo menos o cimento hidratado circundando britas de

diferentes dimensões, areia e o aço diversos materiais na mesma peça reagindo diferentemente as diversas induções de temperatura.

O aço tem uma capacidade de deformação bastante diferente dos demais materiais do concreto, enquanto o aço tem a necessidade de expandir mais, a pasta de cimento tende a segurar essa expansão criando tensões internas ao concreto. Desta forma o coeficiente de dilatação térmica do concreto armado é a da composição de todos esses parâmetros.

5.2 DEFORMAÇÕES DEVIDO AS ALTERAÇÕES DE UMIDADE.

Assim como com alterações de temperatura, as mudanças de umidade também modificam o volume das peças estruturais. Geralmente quando o concreto absorve água ele expande e se contrai com quando seca. Igualmente as deformações térmicas, as deformações devido à umidade são reversíveis, exceto as conhecidas como retração que ocorrem durante a cura do concreto estas são irreversíveis e serão melhor detalhadas no item 5.3 DEFORMAÇÕES DEVIDO A RETRAÇÃO, a seguir.

Segundo, G. O. Handegord (1972) a umidade também pode ser um agente para outras substâncias que podem desenvolver reações físicas e químicas no concreto, como a corrosão dos metais no concreto armado ou a expansão dos álcalis.

A alteração dimensional por umidade resulta da interação entre moléculas e a área da superfície exposta do material. Quanto maior a concentração de água na atmosfera em contato com a superfície, maior a umidade relativa do ar, maior será a quantidade de água absorvida pela superfície.

Materiais sem poros como metais, plásticos e vidros, não permitem a entrada de água desta forma eles não tem alteração dimensional devido à alteração de umidade. Por outro lado, materiais porosos possuem uma grande área interna e pode absorver o vapor de água presente na atmosfera. Para um dado material a quantidade que será absorvida dependerá da concentração de vapor de água na atmosfera. Isso por ser convenientemente expressado como a umidade relativa,

tendo em mente que a umidade é também uma função da temperatura. Desta forma, se a umidade relativa do ar chegar a cem por cento de saturação, todos os espaços dos poros das peças poderão estar preenchidas.

G. O. Handegord (1972), ainda faz algumas ponderações, como as peças internas as edificações provavelmente nunca sofrerão grandes movimentações, já que no ambiente interno não fica em contato direto com a umidade da chuva e ainda, argumenta dizendo que não existem condições absolutamente secas.

Segue a tradução proposta por F. A. Ribeiro (2006), dos percentuais de movimentação higroscópica na Tabela 6 - coeficiente de movimentação higroscópica de acordo com a ASTM C1472 (2005)

Material	Movimentação Higroscópica %	
	Reversível	Irreversível (+) expansão (-) contração
Compostos de cimento		
Argamassa	0,02 a 0,06	0,04 a 0,10 (-)
Concreto (seixo rolado)	0,02 a 0,06	0,03 a 0,08 (-)
Concreto (brita)	0,03 a 0,10	0,03 a 0,08 (-)
Concreto celular	0,02 a 0,03	0,07 a 0,09 (-)
Tijolos ou blocos		
Bloco de concreto	0,02 a 0,04	0,02 a 0,06 (-)
Bloco de concreto celular	0,02 a 0,03	0,05 a 0,09 (-)
Bloco sílico-calcário	0,01 a 0,05	0,01 a 0,04 (-)
Tijolo cerâmico	0,02 a 0,06	0,02 a 0,06 (+)

F. A. RIBEIRO, 2006

Tabela 6 - coeficiente de movimentação higroscópica de acordo com a ASTM C1472 (2005)

5.3 DEFORMAÇÕES DEVIDO A RETRAÇÃO

A retração é uma deformação volumétrica negativa, contração, que acontece em maior intensidade nos primeiros dias após a concretagem. Esta contração é característica inerente ao concreto que, durante a hidratação perde muito calor e água quimicamente inerte.

A contração da pasta de cimento que provoca a retração, que quando perde água para o meio sofre modificações de volume. A pasta de cimento ao retrair exerce tensões sobre o agregado, provocando fissuração no concreto abrindo, dessa forma, caminho a agressões de agentes exteriores.

J. P. Montardo (2009) ensina que a retração pode ser influenciada por vários fatores entre eles a concentração de agregados, o fator água cimento, as dimensões da peça de concreto e as condições de cura. Como a retração ocorre apenas na pasta, se sua quantidade dispersa entre os agregados resultar em uma relação baixa, então a retração será menor e também como a retração é oriunda da movimentação da água que pode sair por evaporação ou entrar por capilaridade, quanto maior for o fator água cimento, maior será evidentemente a retração.

De maneira geral, pode-se dizer que o concreto retrai em dois momentos distintos, primeiramente no estado plástico e depois no estado endurecido. Quando o concreto ainda se encontra na fase plástica, a secagem rápida do concreto fresco provoca retração quando a taxa de perda de água da superfície, por evaporação, excede a taxa disponível de água de exsudação. Nesta fase, o concreto apresenta baixa resistência à tração, e as fissuras podem aparecer. Por ocorrer no concreto ainda no estado plástico, esta retração é denominada retração plástica.

O segundo tipo de retração é denominada de retração por secagem, ela ocorre quando mesmo no estado endurecido, o concreto continua a perder água para o ambiente. Inicialmente, a água perdida não está presa à estrutura dos produtos hidratados por ligações físico-químicas fortes e, portanto, sua retirada do concreto não causa retração significativa. No entanto, quando a maior parte desta água livre é perdida, observa-se que uma perda adicional de água passa a resultar em retração considerável.

Sob uma perspectiva ampla, três são as características que combinadas levam o concreto retrair a geometria da estrutura, o traço do concreto e as condições climáticas.

Quanto à geometria da estrutura observa-se que nas peças com elevada relação entre a superfície exposta em relação ao volume total da peça, tais como pisos, pavimentos e lajes de concreto, a perda de água para o ambientes e dá de maneira muito rápida. Desta forma os critérios de cura para diminuir a retração são importantes.

Quanto ao traço do concreto averigua-se que diversos fatores relacionados aos materiais que compõem o concreto e suas combinações podem influenciar a retração do concreto, principalmente a retração por secagem. O tipo, a granulométrica e a dimensão máxima do agregado, a relação água-cimento, a quantidade de água de amassamento e o emprego de adições minerais e aditivas químicas são variáveis importantes que afetam fortemente a retração do concreto.

Quanto às condições climáticas verifica-se que a retração do concreto está intimamente relacionada à perda de água para o ambiente. Os principais fatores climáticos que retiram a água do concreto são a alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar e a velocidade do vento que incide sobre a peça recém concretada.

As fissuras ocorrem porque ao retrair o concreto encontra restrições à variação volumétrica. Os elementos de restrição podem ser o atrito com a base, a armadura e os agregados graúdos. Tais restrições geram tensões de tração no concreto em uma fase em que ele ainda não tem resistência mecânica suficiente para absorvê-las e por isso surgem às fissuras de retração.

6 O PROJETO ESTRUTURAL E A NECESSIDADE DO USO DE JUNTAS.

Após a análise dos movimentos absorvidos pelas edificações J. K. Latta (1972) observa que estes devem ser acomodados estrutura.

Basicamente existem duas formas para se fazer isso, resistir o movimento usando uma material mais resistente ou deixando o material livre para se movimentar e então evitar que se criem tensões. Na realidade, é claro que usualmente a possibilidade de separar define o que será feito.

Tolher os movimentos de uma estrutura de concreto é uma das principais causas fissuras e/ou rachaduras. Internamente ou externamente restrições podem desenvolver tensões de tração ou compressão e, a resistência à ruptura pode ser ultrapassada. Restrições de deslocamento em estruturas de concreto incluem os efeitos de recalque, compatibilidade entre deflexões e rotações de onde os membros se encontram e mudança de volume por alterações térmicas ou mesmo retração própria dos elementos de concreto.

J. K. Latta (1972) pondera que se existe restrição então não haverá movimento, para a escolha do material é o equivalente que este possa suportar uma deformação igual ao total do movimento. Essa deformação pode ser equivalente a tensão e então, se o material for capaz de absorver essa deformação absorverá a tensão. Se a tensão for estabelecida dentro de limites aceitáveis, então será possível resolver o problema. Desta forma nenhuma junta é necessária.

Mas e se a tensão é acima dos limites aceitáveis, outro material deve ser selecionado ou então o que for usado deve ser modificado. O concreto armado [é um exemplo de como materiais podem ser modificados. O concreto é relativamente resistente a compressão, mas fraco a tensão. As barras de aço embutidas podem ser usadas para absorver as forças de tração. Vale lembrar que o aumento da armadura, em grandes peças pode levar a criação de diversas fissuras. Em alguns casos seria trocar uma junta por diversas fissuras. Se o uso da junta não for realmente interessante para a estrutura, por motivos arquitetônicos e de usuários então ainda, pode-se usar o concreto protendido. Este concreto sempre terá tensão de compressão residual e dificilmente apresentará fissuras.

Embora não possamos impedir o movimento, normalmente estes podem ser permitidos articulações e conexões adequadas e quando estas são mal localizadas, muitas vezes a natureza por craqueamento, onde deveria ter sido localizado.

Para J. M. C. A. (Gonilha, 2008) no projeto estrutural é necessário reconhecer as características dos materiais e o tipo de ações diretas e indiretas que solicitam a estrutura. Uma concepção estrutural menos eficiente pode gerar deficiências no desempenho funcional de curto e longo prazo.

As estruturas de concreto armado são capazes de se adaptar, redistribuir os esforços de serviço e encontrar uma solução de equilíbrio. No entanto, as redistribuições de esforços podem cumular esforços e conduzir as peças ao estado último de utilização e posteriormente a rupturas locais na estrutura.

J. M. C. A. Gonilha, (2008) continua explicando que as ações diretas são, tipicamente, cargas verticais ou horizontais (ações do vento), que solicitam a estrutura. O valor global destes esforços depende apenas das ações aplicadas, sendo indiferente o material, o seu estado e sua distribuição na estrutura. Já as deformações provocadas por este tipo de ação dependem do tipo de material (através do módulo de elasticidade, ou mais genericamente da relação tensão-extensão), da sua geometria (inércia) e do seu estado de degradação (eventual variação da inércia através das rachaduras no concreto armado).

Ações indiretas são as deformações impostas que podem ser de várias naturezas como os assentamentos diferenciais, retração do concreto ou variações de temperatura. Estas ações geram, no caso de uma estrutura hiperestática, reações exteriores auto-equilibradas, sendo que o valor dessas reações depende diretamente da rigidez da estrutura solicitada, dos materiais (relações de extensão-tensão), da geometria e do seu estado de degradação da peça de concreto.

Durante a concepção estrutural deve levar em conta estes diferentes tipos de ações e seus efeitos na estrutura verificando-se que, por vezes, as soluções mais adequadas para certos tipos de ações são menos convenientes que para outras. Por outro lado, a análise destes efeitos deve ser feita sobrepondo os dois tipos de ação notando-se que, em diversas situações os esforços provocados pelas ações indiretas diminuem quando se faz uma sobreposição de esforços.

As principais para a utilização de juntas estruturais são por um lado, a concepção da movimentação de um edifício deve evitar transições bruscas ou

mudanças de rigidez das peças. Num edifício cuja planta seja em forma de "L", por exemplo, uma junta estrutural que separe a estrutura em dois retângulos evita o aparecimento de torção nos dois primeiros modos de vibração e também a concentração de esforços na sua zona de transição.

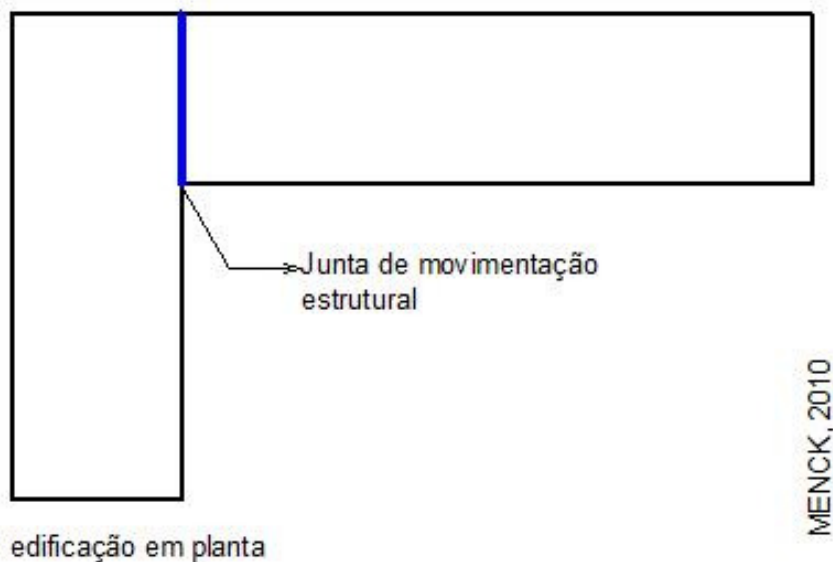


Figura 6 - edificação em "L"

Outros casos em que a aplicação de juntas de movimentação estruturais podem ser inseridas nas edificações são as que seguem a seguir

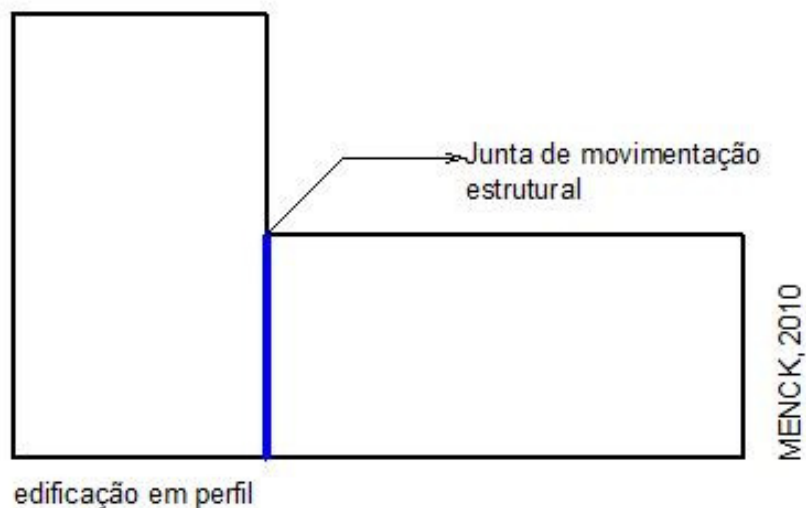


Figura 7 - edificação com diferentes alturas

Edificações com diferentes dimensões podem possuir diferentes inércias e no ponto de encontro pode-se colocar junta.

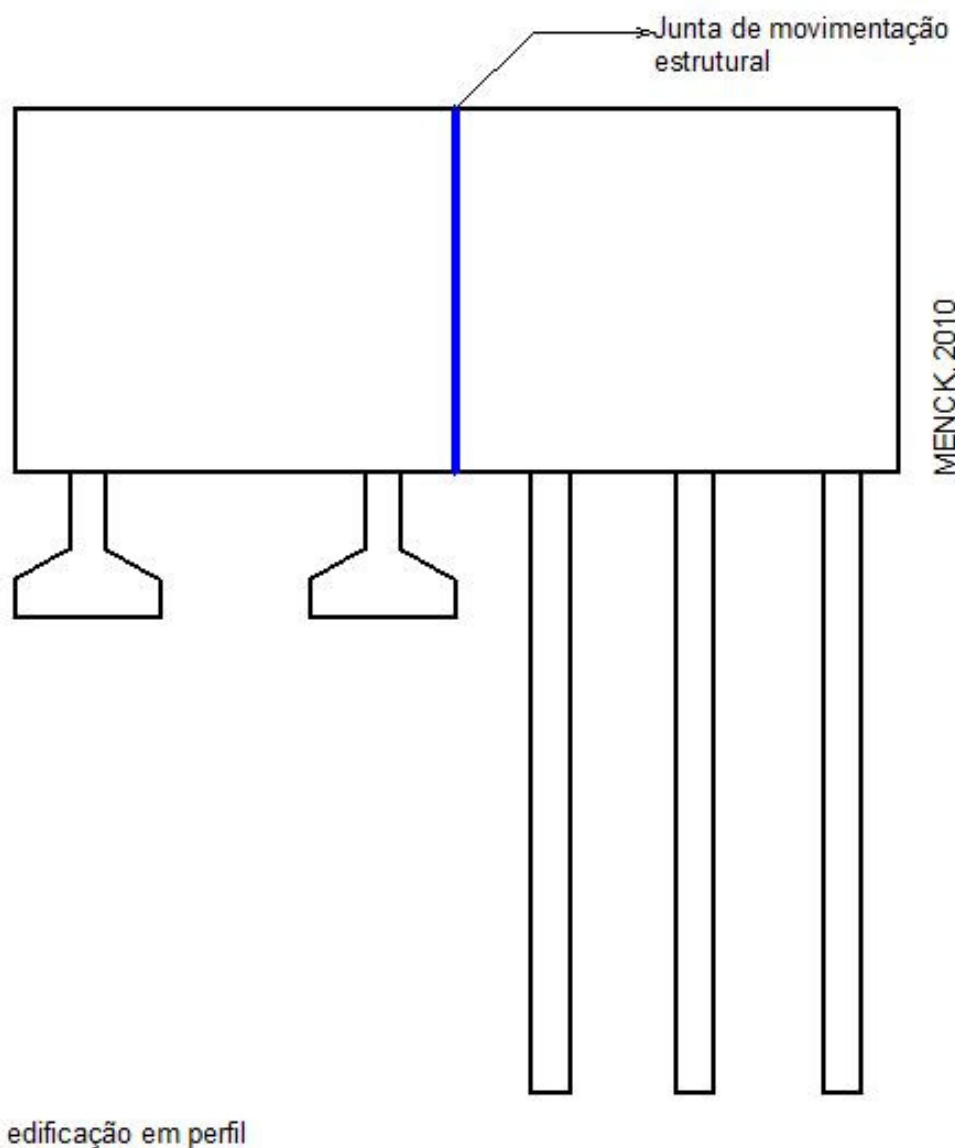


Figura 8 - edificação com diferentes fundações

Da mesma forma, as edificações que possuem necessidades da aplicação de diferentes fundações, que pode ser devido a diferentes tipos de solo ou edificações construídas em tempos diferentes, têm a possibilidade de aplicação de juntas de movimentação estrutural no ponto de encontro.

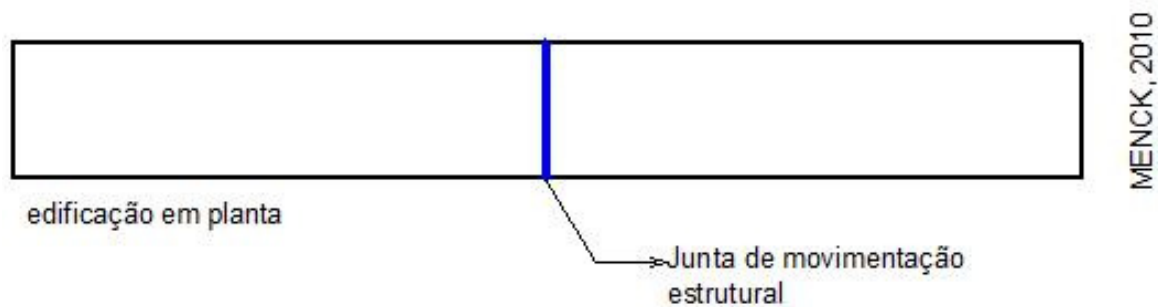


Figura 9 - edificação longa

O caso de longas edificações, com a possibilidade de utilização de juntas de movimentação estrutural

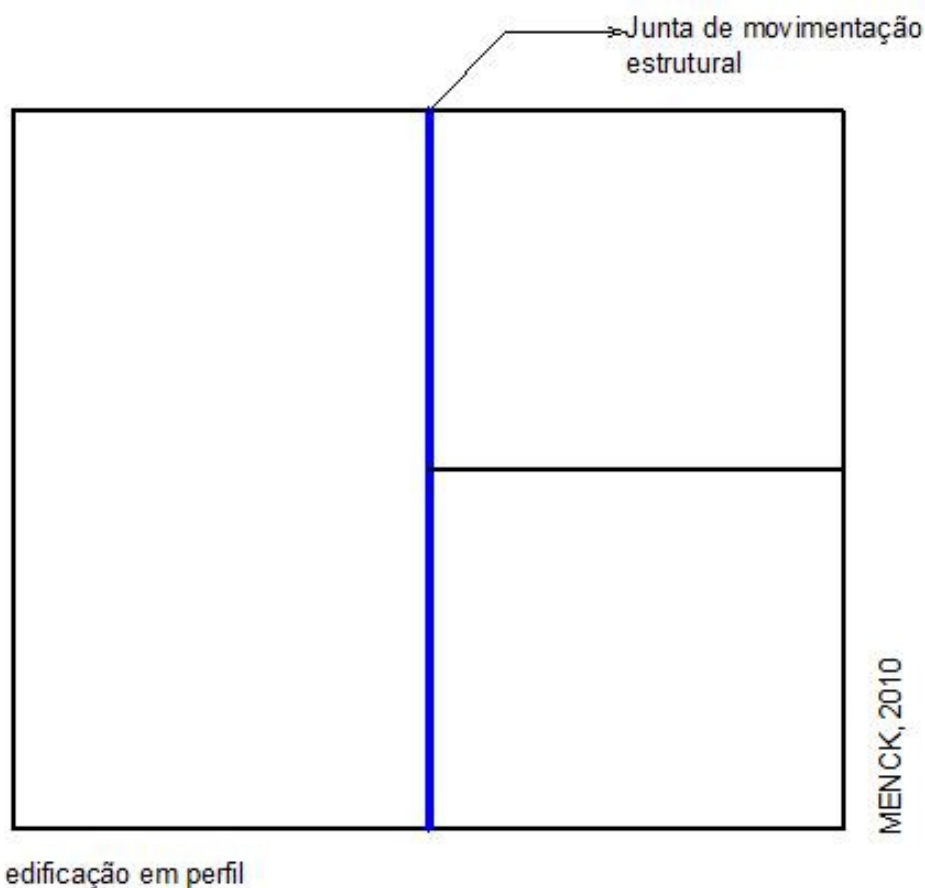


Figura 10 - edificação com elementos resistentes em apenas uma parte

O caso da figura acima trata-se de uma edificação com diferença de rigidez contra o deslocamento horizontal.

Assim como nos casos acima, PCA (1982) reitera a possibilidade do uso de juntas nos casos de dimensões e configuração do edifício, projeto de mudança de temperatura, disposições para controle de temperatura, tipo de armação estrutural, a

conexão com a fundação, simetria da rigidez contra deslocamento lateral e Materiais de construção.

J. M. C. A. Gonilha, (2008) continua ainda afirmando que as juntas estruturais podem ser um fator positivo no comportamento em serviço de uma estrutura de concreto armado, no entanto, as próprias juntas tendem a ser uma fonte de problemas em si. A curto e médio prazo tendem, a degradar-se e tornarem-se ponte térmicas, pontos de infiltração de água e rachaduras excessivas nos revestimento e rebocos (quando existentes na junta).

Ou seja, existem diversas possibilidades de uso das juntas de movimentações estruturais, mas da mesma forma que elas podem ser uma facilidade no método construtivo e de cálculo, também podem, se não houver a manutenção correta e o emprego de um bom projeto, ocorrer à degradação do elemento estrutural, transformando-o num ponto de fraqueza e permissão de entrada de detritos e corpos estranhos ao interior da edificação. Além, das águas que deixariam de ser retidas e teriam acesso de maneira mais intensa ao interior dos elementos estruturais.

A norma brasileira NBR 6118 (2004) estabelece um padrão de 15 metros entre juntas sem outras recomendações. O Eurocode 2 (2004) recomenda o uso de juntas a cada 30 metros.

A ACI 224 3R-95 (2001) trás dois quadros com recomendações de diversos autores para o espaçamento entre juntas. Como já dito anteriormente, a nomenclatura de juntas adotadas por este trabalho são diversas das da recomendações do Instituto de Concreto Americano, desta forma, o que nos quadros são considerados com juntas de contração utiliza-se a mesma definição de juntas de controle deste e da mesma maneira as juntas de expansão do quadro são consideradas como juntas de movimentação neste.

Table 1.1—Contraction joint spacings

Author	Spacing
Merrill (1943)	20 ft (6 m) for walls with frequent openings, 25 m in solid walls.
Fintel (1974)	15 to 20 ft (4.5 to 6 m) for walls and slabs on Recommends joint placement at abrupt changes in and at changes in building height to account for tial stress concentrations.
Wood (1981)	20 to 30 ft (6 to 9 m) for walls.
PCA (1982)	20 to 25 ft (6 to 7.5 m) for walls depending on n of openings.
ACI 302.1R	15 to 20 ft (4.5 to 6 m) recommended until 302.1 then changed to 24 to 36 times slab thickness.
ACI 350R-83	30 ft (9 m) in sanitary structures.
ACI 350R	Joint spacing varies with amount and grade of s age and temperature reinforcement.
ACI 224R-92	One to three times the height of the wall in solid

ACI 224 3R-95 (2001)

Tabela 7 - recomendações da ACI para espaçamento entre juntas de controle

Table 1.2—Expansion joint spacings

Author	Spacing
Lewerenz (1907)	75 ft (23 m) for walls.
Hunter (1953)	80 ft (25 m) for walls and insulated roofs, 30 to 40 to 12 m) for uninsulated roofs.
Billig (1960)	100 ft (30 m) maximum building length without j Recommends joint placement at abrupt changes in and at changes in building height to account for p tial stress concentrations.
Wood (1981)	100 to 120 ft (30 to 35 m) for walls.
Indian Standards Institution (1964)	45 m (= 148 ft) maximum building length bet joints.
PCA (1982)	200 ft (60 m) maximum building length without j
ACI 350R-83	120 ft (36 m) in sanitary structures partially filled liquid (closer spacings required when no present).

ACI 224 3R-95 (2001)

Tabela 8 - recomendações da ACI para espaçamento entre juntas de movimentação

Observa-se que existe uma grande diferença nesta padronização sendo necessário a análise caso a caso dos espaçamentos entre juntas de movimentação estrutural.

7 ESTUDO DE CASO DO COLÉGIO ESTADUAL DR. GASTÃO VIDIGAL

Os defeitos encontrados são originários de série de falhas, mas a principal mapeada é a falta vedação adequada da junta ou vedação deteriorada pelo uso e, emprego incorreto. Além da falta de vedação da junta a execução do sistema de não corretamente executado, depredações, também foram encontrados.

As soluções apresentadas são relativas a correções apenas nas juntas, mas para solucionar as patologias por completo, o sistema tem que funcionar completamente, apenas a vedação da junta não é suficiente para solucionar os danos aparentes.

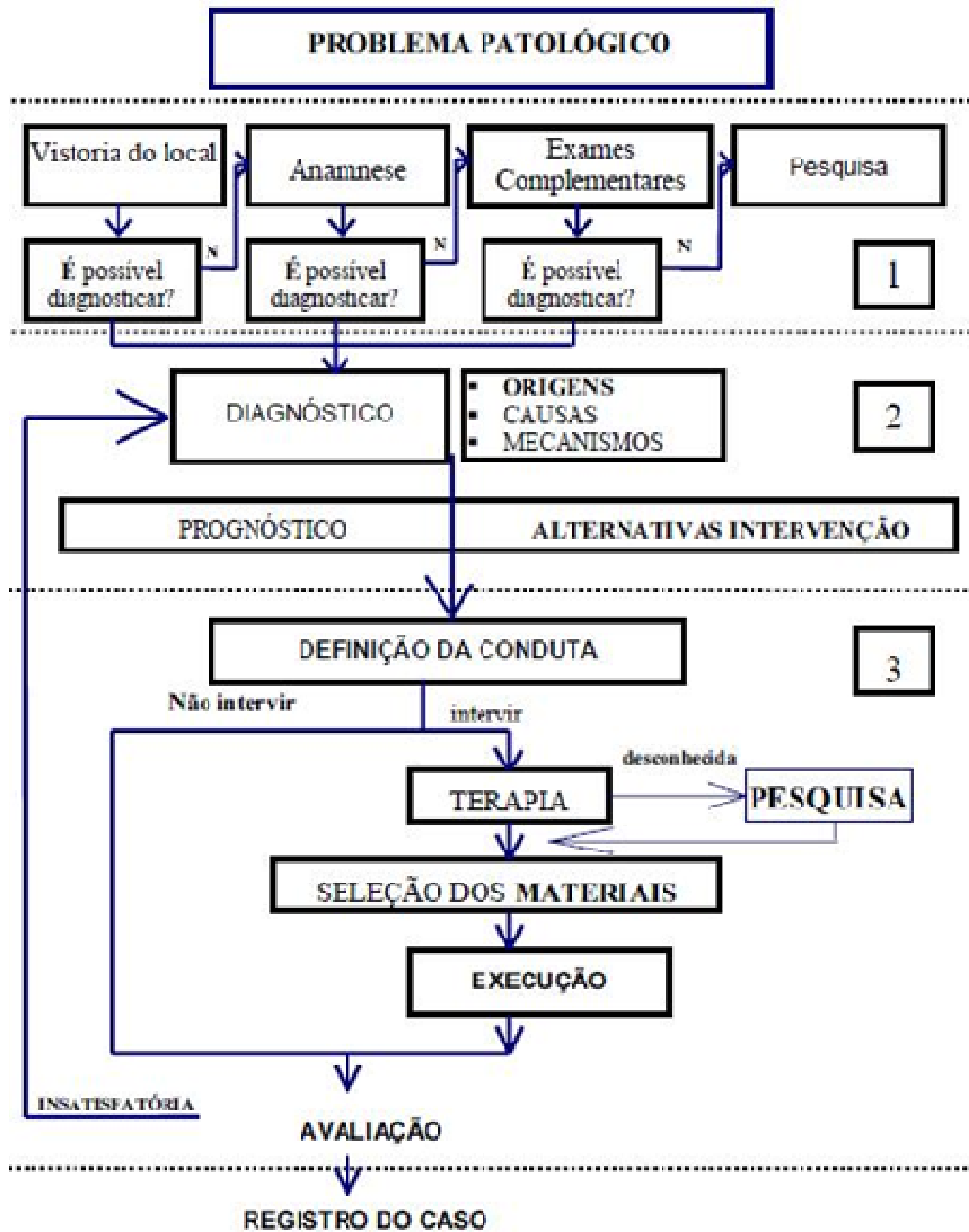
7.1 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS

N. B. Lichenstein (1985) propõe um método para o levantamento de patologias. Em sua primeira parte que o autor chama de levantamento subsídios que é o acúmulo e organização das informações necessárias e suficientes para o entendimento completo dos fenômenos, neste caso as informações podem ser obtidas através de três fontes básicas, a vistoria do local, o levantamento da história do problema e do edifício que pode ser chamado de anamnese do caso e o resultado de análises e ensaios complementares.

No segundo passo que é chamada de diagnóstico da situação que é o entendimento dos fenômenos em termos da identificadas no cio das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico.

E por ultimo a definição de conduta. Que se trata de prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, nisto incluindo-se a definição sobre os meios e a previsão das conseqüências da situação ou seja são levantadas hipóteses da tendência de evolução futura do problema e as alternativas de intervenção acompanhadas dos respectivos prognósticos.

O Estudo de caso deste trabalho será relatado de acordo com o fluxograma de N. B. Lichenstein(1985), abaixo inserido, para garantir a semelhança de todos os casos estudados.



BARROS, F. H, et al. (1997)

Figura 11 - Fluxograma para avaliação de patologias de acordo com N. B. Lichenstein(1985).

7.2 ANAMNESE

O Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal, situado na Rua Libero Badaró, 252, foi construído em 1967, para os menos fins a que se destina hoje. Possui estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos, com dois andares e térreo. Apresenta três juntas de movimentação por andar no bloco principal como mostra a Figura 4 abaixo. No ano de 2008 iniciou-se o processo de reforma das edificações.

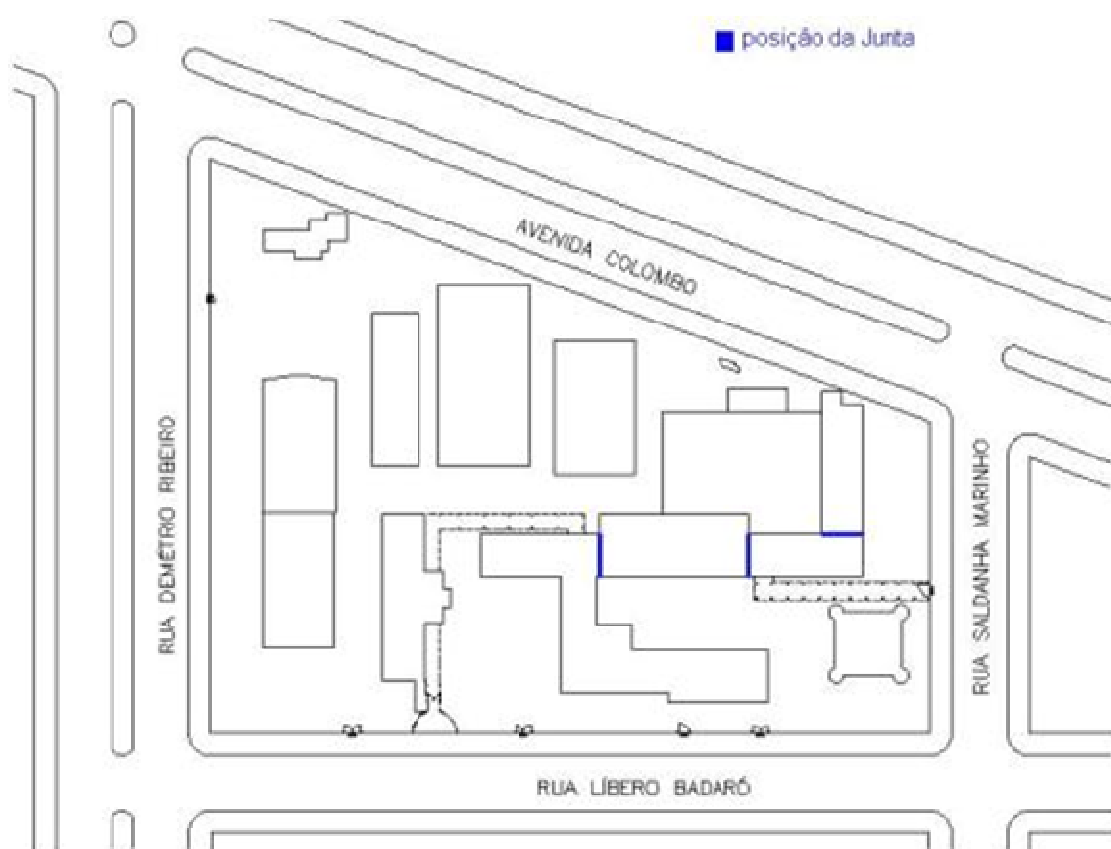


Figura 12 - vista área do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal



MENCK (2009)

Figura 13 - fachada do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal



MENCK (2009)

Figura 14 - vista da planta do Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal,

7.3 VISTORIA

O bloco que possui juntas movimentação estrutural tem formato de L deitado e estas estão em três pontos específicos. Duas destas estão em pontos onde existe a alteração de dimensões de largura da peça e a terceira está posicionada onde ocorre a mudança de direção da edificação.

Ainda durante a vistoria fez-se a medição dos tamanhos da edificação e de suas juntas. Verificou-se que as juntas de movimentação estrutural possuem cerca de 40mm, considera-se essa medida tirada em momento igual a temperatura média da região, ou seja 21,95°C, e as dimensões da estrutura conforme a Figura 15 - dimensões e posicionamento das juntas de movimentação estrutural.

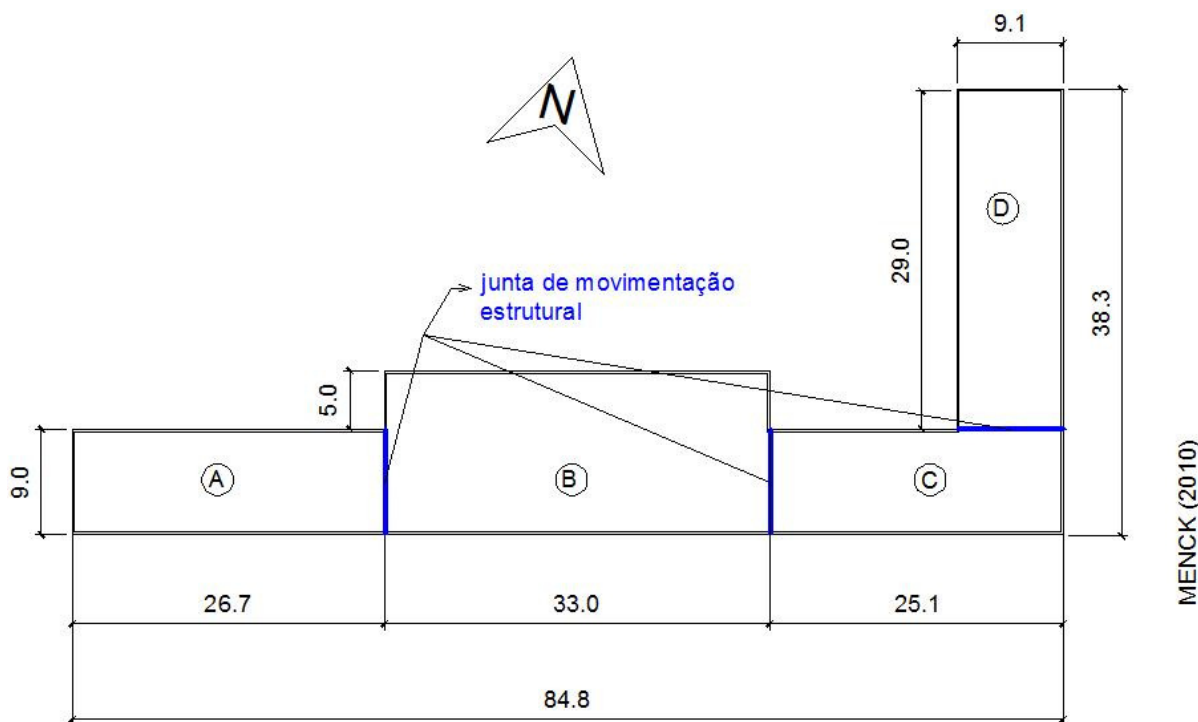


Figura 15 - dimensões e posicionamento das juntas de movimentação estrutural

Outro ponto importante foi a incidência de sol nessa edificação, que é de grande intensidade, e incidência durante todo o dia.

As juntas encontradas possuíam inúmeras manifestações e não é possível afirmar que os materiais encontrados no interior da junta, numa tentativa de vedação do elemento construtivo, são os mesmos do momento da construção, tão pouco afirmar que as dimensões obtidas são as mesmas de projeto.

As tentativas de vedação não estavam funcionando em diversos pontos. Foi possível identificar a proteção das juntas verticais com sarrafo. Por outro lado esse fechamento não está presente em toda a extensão das juntas, conforme Figura 22.

Ainda, em juntas horizontais, encontrou-se concreto na tentativa de vedação da junta com cobertura de resina calafetando. Como pode se ver na Figura 18.

As vigas abaixo das lajes de piso encontram com diversas marcas de água, isso pode ser visto nas Figura 20 e Figura 22.

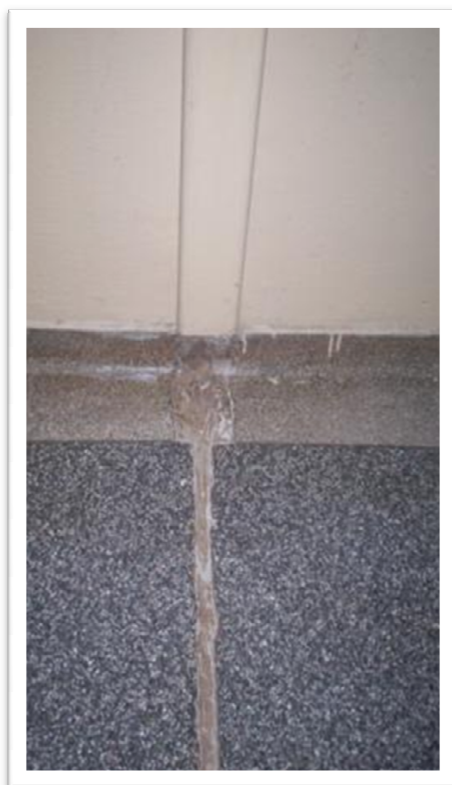


Figura 16 - vedação encontrada na junta de movimentação estrutural



Figura 17 - detalhe de falha na vedação



Figura 18 - material encontrado, no interior da junta, abaixo da vedação - concreto

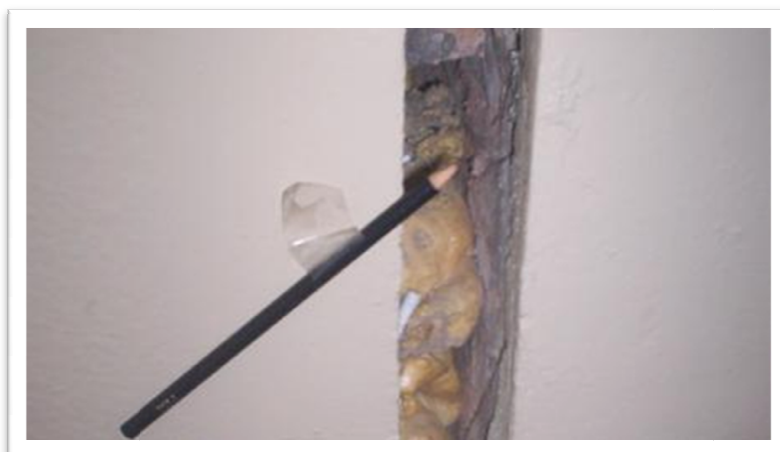


Figura 19 - junta verticais com material flexível no interior sem vedação.



Figura 20 - vista de junta entre vigas com indícios de infiltrações



Figura 21 - detalhe do fechamento vertical com sarrafo



Figura 22 - interior de junta sem fechamento e com detritos no interior



Figura 23 - detalhe de junta com detritos do interior e sem vedação

Com a alteração das diretorias, e a Secretaria de Obras Públicas não é a única a realizar intervenções nesta edificação, não foi possível receber informações conclusivas a respeito da data das datas de reparos, projetos, e empresas que prestaram o serviço.

O caseiro Sr. José Augusto Machado do Colégio afirmou que parte da entrada de água pelas juntas era devido ao mau escoamento das calhas entre a escola e a quadra coberta. Outra parte das infiltrações ocorrem quando da limpeza do Colégio.

7.4 DIAGNÓSTICO E PROGNOSTICO.

Não se pretende neste trabalho a verificação de outras patologias que não as das juntas de movimentação. Reiterar-se que, as diversas manifestações patológicas que ocorrem concomitantemente com as juntas devem ser solucionadas juntamente com a correção da junta de movimentação.

De nada seria útil a correção pontual do problema já este retornaria, ou seja, todo o conjunto de escoamento de águas da chuva, sistema hidro-sanitário e fundações devem estar funcionando corretamente para a completa solução.

No colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal, identificou-se problemas no escoamento de águas das chuvas. Existe uma quadra coberta que foi construída justaposta ao bloco onde se encontra as juntas de movimentação, entre as construções há um sistema de calhas que não estão funcionando corretamente e

extravasam durante chuvas intensas, enviando chuva para o interior desta edificação.

Existe também banheiro com sistema hidro-sanitário deficiente que, se não for reparado pode vir a criar problemas com a fundação da edificação prejudicando a movimentação de todo o sistema.

Quanto as juntas de movimentação, estas estão posicionadas de acordo com as sugestões da PCA (1982). Não existindo qualquer prejuízo quando ao posicionamento

Quanto a dimensão pode-se realizar os cálculos das alterações volumétricas citadas no capítulo 5 ALTERAÇÕES VOLUMÉTRICAS DO CONCRETO ARMADO, folha 30 deste. Para os demais movimentos, considera-se que pela idade da construção as movimentações do solo e de fluência do concreto estão devidamente estabilizadas, ou de dimensões tão pequenas que não causam prejuízos a edificação.

Para calculo da alteração volumétrica pela temperatura deve-se iniciar calculando a maior temperatura máxima calculada do concreto desta edificação para isso soma-se a temperatura média máxima da região a multiplicação dos coeficientes da Tabela 4 - constate de capacidade de calor de acordo com ASTM C 1472 (2005) e da Tabela 5 - coeficiente de absorção solar de acordo com ASTM C 1472 (2005).

coeficiente de dilatação linear do concreto	0,00001
coeficiente de absorção solar	0,80
constante de capacidade de calor	42,00
capacidade de absorção de umidade	0,04%
temperatura máxima média (°C)	33,60
temperatura média média (°C)	21,95
temperatura mínima média (°C)	10,30
temperatura máxima calculada(°C)	67,20
diferença entre a temperatura máxima e média (°C)	45,25
diferença entre a temperatura média e mínima (°C)	11,65
Maior diferença de temperatura	56,90
comprimento de A (metros)	26,70
comprimento de B (metros)	33,00
comprimento de C (metros)	25,10
comprimento de C (metros)	9,00
comprimento de D (metros)	29,00
comprimento de interferencia de A-B (metros)	29,85
comprimento de interferencia de B-C (metros)	29,05
comprimento de interferencia de C-D (metros)	19,00

MENCK, 2010

Tabela 9 - parâmetros de calculo

O comprimento de interferência é a média aritmética do comprimento dos trechos que se encontram. Esse é o trecho que a variação volumétrica é absorvida pela junta.

temperatura	movimentação da interferência de A-B (metros)	0,01698
higroscopia	movimentação da interferência de A-B (metros)	0,01194
total	movimentação da interferência de A-B (milímetros)	28,92
temperatura	movimentação da interferencia de B-C (metros)	0,01653
higroscopia	movimentação da interferencia de B-C (metros)	0,01162
total	movimentação da interferencia de B-C (milímetros)	28,15
temperatura	movimentação da interferencia de C-D (metros)	0,01081
higroscopia	movimentação da interferencia de C-D (metros)	0,0076
total	movimentação da interferencia de C-D (milímetros)	18,41

MENCK, 2010

Tabela 10 - calculo da variação total de movimento por trecho da edificação

A movimentação total da interferência de trecho a trecho é o calculo da dilatação linear da edificação somada a variação por higroscopia. Veja que o calculo da retração foi desprezado nesta fase, já que a situação atual da junta varia muito pouco por retração, devido à idade da edificação.

Observa-se também que a dimensão total dos movimentos da junta são inferiores aos da edificação que possui 40mm de junta de movimentação estrutural. Isto porque os selantes não tem capacidade de retração e compressão de cem por cento. Precisa-se então verificar qual a capacidade de deformação, que o selante a ser aplicado, necessita.

capacidade de contração da junta entre A-B (mm)	13,52
capacidade de expansão da junta entre A-B(mm)	3,49
capacidade de deformação do selante	34%
capacidade de contração da junta entre B-C(mm)	13,16
capacidade de expansão da junta entre B-C(mm)	3,40
capacidade de deformação do selante	33%
capacidade de contração da junta entre B-C(mm)	8,61
capacidade de expansão da junta entre B-C(mm)	2,22
capacidade de deformação do selante	22%

MENCK, 2010

Tabela 11 - calculo da necessidade de deformação do selante

Desta forma, verificou-se que os selantes precisam de uma capacidade de movimentação mínima de 34% o que é muito superior a capacidade dos selantes aplicados na estrutura.

Caso não sejam alterados os selantes da estrutura, as infiltrações continuarão até afetarem os elementos estruturais próximos as juntas de movimentação. E nos pontos onde foi aplicado concreto, em dias de movimentação crítica negativa esse enchimento poderá romper, podendo prejudicar até mesmo as vigas e pilares onde esse procedimento foi utilizado ou em dias de movimentação crítica positiva eles irão se desprender.

7.5 DEFINIÇÃO DE CONDUTA E TERAPIA.

Devido à dificuldade de se encontrar um selante que possa ser moldado in loco com capacidade de deformação superior a 34%, sugere-se a utilização de selantes pré-formados.

Para a aplicação do selante, se faz necessário a limpeza das juntas de movimentação estrutural, retirando todo o lixo e demais materiais encontrados no seu interior. Posteriormente, devem ser instaladas as juntas pré-moldadas conforme orientação do fabricante é importante lembrar que até mesmo a fixação do perfil pré-moldado não deve ser rígida, esta deve permitir o movimento. Algumas marcas trabalham com o perfil pré-moldado de borracha juntamente com os materiais necessários a sua fixação.

Só se faz necessária a aplicação dos perfis nos pontos da edificação que recebem água diretamente, no interior da escola sugere-se que continuem sendo utilizados os sarrafos, porém desta vez, fixados apenas em um lado da junta.

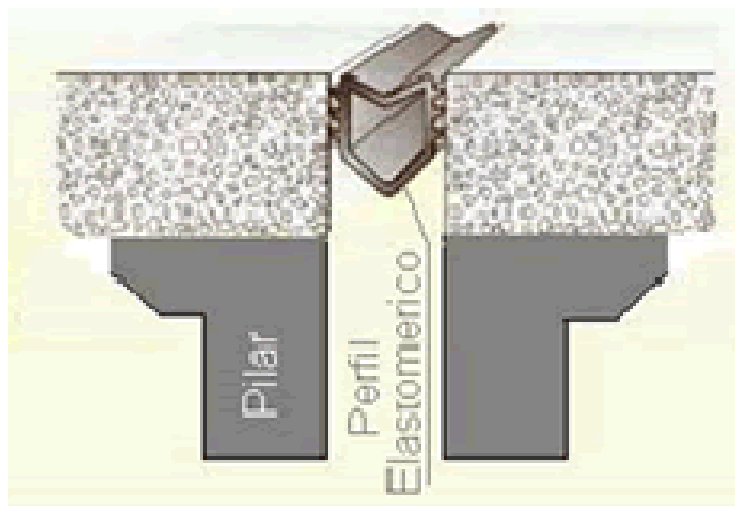
Pode-se utilizar, em pontos de maior vandalismo, a cobertura da junta por um perfil de alumínio, que também deve ser fixado apenas em um lado.

Segue a seqüência de intalação do perfil elastomérico pré moldado, de acordo com Uniontech, empresa de revenda de perfis. (<http://www.uniontech.com.br/instala.htm> acessado em 12/12/2010).

A sede da junta deverá estar seca, isenta de produtos graxos, livres de elementos sólidos no seu interior, com abertura constante e bordas sem esborcinamento. Caso a sede não atenda as condições mencionadas, a mesma deverá ser recomposta.

Depois de verificado as condições citadas acima iniciamos o processo de instalação como descrito abaixo:

- Limpeza mecânica das bordas da sede para remoção de qualquer tipo de impureza, até chegar no substrato são;
- Aplicação de primer de alta penetrabilidade afim de promover uma melhor ancoragem;
- Aplicação de adesivo epoxídico nas laterais do perfil, espalhando-o de forma contínua e uniforme;
- Instalação do perfil elastomérico na sede da junta;
- Pressurização do perfil elastomérico durante a cura inicial do adesivo epoxídico que deve durar em torno de 24 horas.
- Limpeza do excesso de adesivo que foi expulso durante o processo de pressurização;
- Remoção da válvula para liberação do ar, restabelecendo assim o equilíbrio isobárico



<http://www.uniontech.com.br>. (2010)

Figura 24 - perfil elastomérico instalado

8 CONCLUSÕES

Para suprir a necessidade de uma padronização de cálculos e verificações quanto ao elemento construtivo junta de movimentação estrutural, estabeleceu-se considerações quanto aos movimentos sofridos pela estrutura, que passa toda sua vida útil sofrendo movimentos decorrentes de seu projeto e método construtivo.

A fluência e retração do concreto promovem alterações nos pórticos de concreto armado assim como alterações volumétricas por variações de temperatura e variações de umidade do ambiente onde a edificação está concluída.

As práticas empíricas do conhecimento quanto a juntas, conseguem suprir uma série de necessidades, mas sobram dúvidas quanto a funcionalidade do sistema.

A NBR 6118 (2003) prevê o cálculo de fluência, retração, variações de umidade e temperatura, por outro lado, a possibilidade da instalação de juntas no sistema construtivo possui poucas considerações e definições. Tão pouco a NBR 14931(2004) prevê métodos executivos firmes e claros quanto a execução das juntas.

Desta forma este trabalho sugere que durante a elaboração do projeto, notas de detalhamento sobre o processo construtivo e materiais empregados na execução das juntas sejam explicitados facilitando ao construtor e fiscalização o entendimento para posteriormente obter um melhor produto final. Ainda, antes de reformas em edificações com juntas, que sejam revistas as condições atuais da movimentação do sistema antes de se escolher a melhor forma de reparação deste elemento construtivo.

Para exemplificar é exposto, ao final o método de escolha para a reparação de uma junta deteriorada.

REFERENCIAL

GEOGRAFIA DE MARINGÁ. In: <http://www.maringa.com/maringa/geografia.php>. Acesso em: 27 de novembro de 2010.

GONILHA, J. M. C. A. **Juntas estruturais em edifícios grandes em planta**. 96p. Dissertação (mestrado). Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008.

RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: Levantamento do estado da arte**. 158p. /Dissertação (mestrado). Universidade Politécnica de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana. São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 1994.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 224 3R-95**: Joint in concrete structures. ACI committee 224. S.I. 2001.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 504 R-90**: Guide to sealing joints in concrete structures. ACI Committee 504. S.I. 1997.

BELTRAME, F. R; LOH, K. **Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas**. Recomendações técnicas do programa de tecnologia de habitação, V.5, Porto alegre: ANTAC, 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1472**. Standard guide for calculating movement and other effects when establishing sealant joint width. ASTM Committee. West Conshohochen, 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1193**. Standard guide for Use of joint sealants. ASTM Committee. West Conshohochen, 2000.

BAKER, M. C. **Introduction to the problem of cracks, movements and joints in buildings**. National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

LATA, J. K. **Accommodation of potential movements**. National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

LATA, J. K. **Desing of weathertight joints.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

BAKER, M. C. **Recognition of joints in the system.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

HANDEGORD, G. O. **Dimensional changes due to moisture.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

PLEWES, W. G. **Building deformations - deflection.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

PLEWES, W. G. **Building deformations – Vertical movements.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

LATTA, J. K. **Dimensional changes due to temperature.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

HUTCHEON, N. B. **Stress-strain relationships.** National research council of Canada division of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1972.

HANDEGORD, G. O; KARPATI, K. K. Joint movement and sealant selection. National research council of Canada, divison of building research. Record of the division of building research, science seminar. "Cracks, movements and joints in buildings". Ottawa, 1971.

DUARTE, R.B. **Juntas em alvenaria: um levantamento do estado da arte.** Núcleo de pesquisa em construção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

EUROCODE 2. **Design of concrete structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings** Standards Policy and Strategy Committee on, London 2004.

RUIZ, J. C; VALLE, E. G. **Juntas en construcciones de hormigón.** INTEMAC, Instituto técnico de materiales y construcciones. Madri, 1994.

PFEIFFER, M. J.; DARWIN, D. **Joint for reinforced concrete building.** Structural engineering and materials laboratory. University of Kansas. Kansas, 1987.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Cartilha: capacitação de equipes de produção.** Associação Brasileira de Cimento Portland. Recife, 2008.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, **Building Movements and Joints**, Skokie, Illinois, 1982, 64 pp.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, **Expansion Joints in Buildings**, Technical Report No. 65, Washington, 1974, 43 pp.

LAWSON, R.M; ALEXANDER, S.J. **Design for movement in buildings**, Construction Industry Research and Information Association, technical note 107. Londres, 1981.

MEIRA, G. R.; ARAÚJO, N. M. C. **A padronização como fator de redução de desperdícios na construção civil.** Escola Técnica Federal da Paraíba. João Pessoa, 1997.

MONTARDO, J. P. **A retração do concreto**, Associação Nacional dos Pisos e revestimento de alto desempenho, Boletim técnico 16. São Paulo, 2009.

BARROS, F. H, et al. **Tecnologia Cosntrutiva para Produção de Revestimentos Verticais.** Grupo de Ensino e Pesquisa e Extensão em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 1997.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1985.

<http://www.uniontech.com.br/instala.htm> acessado em 12/12/2010