

ESTUDO CAMPARATIVO ENTRE UM MODELO ESTRUTURAL MONOLÍTICO E ESTRUTURAL COM JUNTAS DE DILATAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO

Aristotelina Aline Gomes¹

Graduando em Engenharia Civil

Brenda Gomes Dutra²

Graduando em Engenharia Civil

Muriel Batista de Oliveira³

Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho

Arthur Almeida Tavares⁴

Engenheiro Civil

Resumo: Junta de dilatação é uma técnica construtiva que utiliza espaçamentos para dividir a edificação em blocos, essa metodologia permite que a estrutura se deforme individualmente, visto que não ocorre a transmissão dos esforços de um bloco para outro. Pressupondo a reduzida existência de informações sobre o tema e a problemática quanto a sua aplicação, este estudo tem o propósito de inserir ao leitor as principais diferenças entre um elemento de um modelo estrutural monolítico e um estrutural com juntas de dilatação, onde serão verificadas as deformações nos elementos, cargas na fundação e volume de material. O projeto utilizado para tal comparação é o do novo terminal rodoviário do município de Espera Feliz-MG. Conclui-se através da análise realizada, com a utilização do software *Eberick V8 Gold*, e das normas pertinentes da ABNT, que a metodologia de juntas de dilatação para esta edificação promoveu uma redução das deformações principalmente na direção do eixo vertical. Entretanto, sua aplicação além de interferência arquitetônica,

¹ Engenheira Civil - UniRedentor. E-mail: aline-gomes-@hotmail.com

² Engenheira Civil - UniRedentor. E-mail: brendadutra2@hotmail.com

³ Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho. Doutora em Ciências da Educação. Mestre em Engenharia Civil. Coordenadora e docente do curso de graduação em Engenharia Civil EaD do Centro Universitário Redentor. E-mail: muriel1078@gmail.com

⁴ Engenheiro Civil. Especialista em Docência do Ensino Superior. Professor do Centro Universitário Redentor. E-mail: arthuralmeida32@gmail.com

gerou um aumento dos elementos estruturais e, conseqüentemente de materiais e do tempo de execução da obra afetando diretamente no custo da mesma quando executada.

Palavras-chave: juntas de dilatação, estrutura, esforços.

Abstract: Expansion joint is a constructive technique that uses spacing to divide the building into blocks, this methodology allows the structure to deform individually, since the transmission of the efforts from one block to another does not occur. Assuming the reduced existence of information on the subject and the problem of its application, this study intends to insert to the reader the main differences between an element of a monolithic structural model and a structural one with expansion joints, where the deformations will be verified in the elements, loads in the foundation and volume of material. The project used for such comparison is the new bus terminal in the municipality of Espera Feliz-MG. It is concluded through the analysis carried out using the Eberick V8 Gold software and ABNT's relevant standards that the expansion joints methodology for this building promoted a reduction of deformations mainly in the direction of the vertical axis. However, its application, besides architectural interference, generated an increase in the structural elements and, consequently, of materials and the execution time of the work affecting directly the cost of the same if executed.

Keywords: Expansion joints, structure, efforts.

INTRODUÇÃO

De um modo geral, todo material está sujeito a variação de volume quando exposto a diferentes temperaturas, uns em maior proporção que outros. Em ambos os casos quando se trata do ramo da construção civil, essas variações devem ser previstas para garantir a segurança estrutural da edificação.

Na elaboração dos projetos estruturais, na maior parte dos casos os projetistas não verificam as ações variáveis da natureza (temperatura e outros). Essas ações podem ser desconsideradas no projeto quando adotado juntas de dilatação, entretanto sua aplicação gera alguns desconfortos principalmente nos parâmetros arquitetônicos.

Em construções de grande porte, são aplicadas juntas de dilatação quando não é realizado o estudo dos efeitos térmicos sobre a estrutura. Normalmente as obras de artes, pontes, viadutos, aquedutos entre outros, utilizam dessa técnica construtiva mesmo com o estudo das ações variáveis da natureza, já que devido a suas grandes extensões podem ocorrer modificações desses efeitos ao longo da estrutura (FERREIRA, 2013).

As obras de artes nacionais, como a ponte Presidente Costa Silva, também conhecida como ponte Rio-Niterói utiliza várias juntas de dilatação para acomodação das deformações impostas pelas variações de temperatura. Essas juntas têm sido questionadas frequentemente pelos usuários da ponte que desconhecem essa técnica construtiva e acreditam que a estrutura está cedendo, as aberturas sobre o trecho do mar acontecem aproximadamente a cada 400 m e, a espessura é padronizada com 13 cm, nos acessos aos municípios Rio e Niterói esse espaçamento é reduzido para 30 m entre juntas e espessura de 3 cm.

A segunda Ponte no estado do Espírito Santo, que faz ligação entre os municípios de Vitória, Villa Velha e Cariacica, é composta de diversas juntas de dilatação, que constantemente passam por manutenção devido ao histórico de risco apresentado pela mesma, onde as juntas de dilatação apresentavam espessura superior a qual foi construída.

O viaduto na Marginal Pinheiros em São Paulo, no dia 15 de novembro de 2018, cedeu próximo a ponte Jaguaré, de acordo com os responsáveis uma das placas que são obrigatórias em juntas de dilatação para obras de artes, teria se rompido e ocasionado o afundamento no trecho. De acordo com o engenheiro Luís Otavio do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e perícias de Engenharia), a causa do acidente foi por desgaste nas juntas de dilatação ocasionado pela falta de manutenção, apresentavam também problemas com vedação que é um fator importante para sua vida útil.

As edificações que não utilizam juntas de dilatação são denominadas monolíticas, este tipo de estrutura trabalha como um bloco único transmitindo todos os esforços, o seu dimensionamento deve ser desenvolvido considerando as ações variáveis da natureza, afim de prevenir as deformações na estrutura decorrentes da retração ou expansão do concreto, sendo a principal a fissura.

O presente estudo, possui o objetivo de comparar as diferenças estruturais de uma edificação que foi submetida as recomendações estabelecidas pela norma, que orienta os espaçamentos de 15 m entre juntas e para o mesmo elemento considerando a estrutura monolítica.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na antiguidade, a engenharia romana foi pioneira de muitas conquistas, as construções de pontes e aquedutos eram executadas em alvenaria de pedras sem nenhum embasamento teórico. O conhecimento sobre os princípios da estática até então desconhecidos, assim como as restrições quanto: aos materiais, ferramentas, entre outros, não impediu conseguissem construir grandes monumentos conservados até hoje.

A construção do aqueduto na Segóvia, Espanha nos séculos I e II, trata-se uma estrutura monolítica com extensão 831 (metros) sem aplicação de juntas, executada com a sobreposição da alvenaria de pedra sem quaisquer rejunte, a ligação da alvenaria é feita de forma direta, ou seja, as tensões são transmitidas por toda estrutura sem intersecção. Essas estruturas possuem impropriedades, entretanto, a tecnologia utilizada as tornou insensível as deformações e robustas.

Os conceitos de juntas de dilatação e aparelhos de apoio há 15 anos atrás ainda eram limitados pelos recursos disponíveis para verificação das ações de variáveis diretas e indiretas, dessa forma era necessário sistemas estáticos e de cálculo definidos, o que limitava o espaçamento entre juntas, entretanto com os novos meios de dimensionamento para cálculo estrutural, vem sendo discutido o uso e aplicação das juntas. A NBR 6118, que inicialmente recomendava a distância de 30m espaçada entre juntas (PINHEIRO *et. al*, 2003), no ano de 2014, na sua última alteração, passou a ter recomendação de 15 m entre as juntas.

A NBR 6118 (2014), estabelece que para que uma edificação alcance as exigências de durabilidade das estruturas de concreto a fim de que a mesma disponha de segurança estrutural ao longo da vida útil, as condições ambientais locais devem ser previstas. As movimentações de origem térmica, sendo dilatação ou retração, são considerados mecanismos de deterioração das estruturas e podem ser evitadas com a utilização de juntas de dilatação.

Segundo Thomaz (1989, p.9), “As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação de temperatura”. O concreto por ser tratar de uma mistura de cimento, agregados e aditivos onde os coeficientes de dilatação térmica desses elementos diferem entre si, resultam em uma grande variação térmica ocasionando patologias nas edificações.

Para o dimensionamento destas aberturas torna-se necessário a utilização do coeficiente de dilatação térmica ($\alpha_{t\epsilon}$), no caso do concreto armado, segundo a NBR 6118 (2014), adota-se o valor de $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, esta mesma norma define que as juntas devem ser previstas no mínimo a cada 15 m.

Os movimentos que resultam da variação térmica são restringidos pelos vários vínculos e ligações que compõem os elementos, essa restrição dos movimentos acarreta o surgimento de esforços de tração no interior da estrutura, como o concreto possui baixa resistência à tração quando essas tensões ultrapassam o limite de deformação da peça e conseqüentemente sua resistência, o resultado é o surgimento de fissuras. Essa patologia

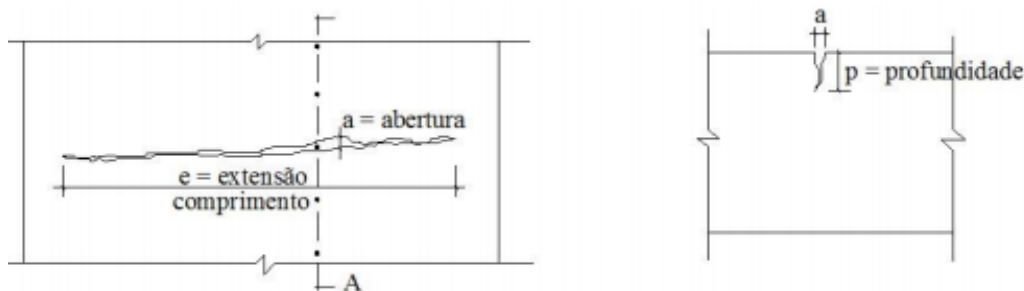
pode surgir também a partir de movimentos ocasionados por exposições distintas a um elemento, como por exemplo uma laje e uma parede de alvenaria, como também pela variação de temperatura em um mesmo elemento, como as faces internas e externas de uma laje (GONÇALVES, 2015).

Segundo Filho & Helene (2011), as fissuras são descontinuidades ocasionadas pelo surgimento de tensões de tração na estrutura que ultrapassam a resistência da mesma. Elas indicam que algo em algum elemento na estrutura não está se comportando da forma esperada, apresentam oscilações nas dimensões de sua abertura e não costumam apresentar crescimento com o tempo e podem ser definidas através de suas características geométricas.

- De acordo com sua abertura, medida entre as bordas e de forma perpendicular,
- De acordo com sua extensão, comprimento da lesão ao longo do elemento afetado,
- Por sua profundidade, medido da superfície do elemento afetado até o ponto

Figura 1: Caracterização das fissuras

mais profundo da lesão, de acordo com a figura 1.



Fonte: FILHO e HELENE (2011).

Complementarmente os autores destacam que fissuras resultantes de variações térmicas não afetam a estrutura de forma significativa como as fissuras resultantes por excesso de carga, porém podem afetar a estanqueidade e desempenho da mesma. Segundo Souza (2008), as imperfeições mais comuns na construção civil são decorrentes da percolação de água ou em efeito das manchas de umidade, os defeitos resultantes são de difíceis resolução e afetam vários elementos da edificação como paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, entre outros.

A NBR 6118 (2014), determina os valores de abertura máximos para as fissuras para que não haja comprometimento e corrosão da armadura, considerando que a fissuração em elementos estruturais é inevitável devida a baixa resistência a tração e a grande variabilidade do concreto armado. A abertura máxima característica (w_k) varia de acordo com a classe de agressividade do ambiente (CAA) como apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração em função das classes de agressividade ambiental

| Tipo de concreto estrutural | Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão | Exigências relativas à fissuração | Combinação de ações em serviço a utilizar |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|
| | CAA I | ELS -W $w_k < 0,4$ mm | |
| Concreto armado | CAA II E CAA III | ELS -W $w_k < 0,3$ mm | Combinação frequente |
| | CAA IV | ELS -W $w_k < 0,2$ mm | |

Fonte: Adaptado, NBR 6118 (2014 p. 80)

Segundo a NBR 6118 (2014), as juntas devem ser dimensionadas no mínimo a cada 15 m, eventuais casos que for necessário à utilização de um espaçamento maior, devem ser adicionados ao cálculo os efeitos de retração térmica do concreto, retração hidráulica e variações de temperatura. As juntas expostas em superfícies sujeitas a ação da água devem ser seladas afim de impedir a passagem da mesma por suas aberturas e a armadura que compõe o elemento deve ser interrompida 6 cm antes das juntas.

As juntas podem ser verticais ou horizontais, onde o tipo vertical permite a movimentação dos elementos na direção vertical utilizadas em fachadas e muros, e a do tipo horizontal permite a movimentação dos elementos na direção horizontal utilizadas em pisos e lajes, conforme figuras 2 e 3.

Figura 2: Juntas de dilatação horizontal



Fonte: Nossa Engenharia (2016)

Figura 3: Juntas de dilatação vertical



Fonte: CJI Revestimento (2018).

De acordo com Pacheco (2002), como pontos positivos as juntas auxiliam na redução de esforços na edificação tanto na parte de variação térmica como recalques diferenciais resultantes de características distintas do solo, evitando assim o surgimento de patologias como trincas e fissuras, reduz também o volume da concretagem possibilitando a divisão em etapas do processo de construção. Como pontos negativos as juntas podem comprometer a estanqueidade da estrutura, além do comprometimento do aspecto físico da construção, sua inexistência provoca um acúmulo de tensões, sejam elas provenientes das variações de temperatura, retração, ou fluência do concreto. Devido a isso, nas estruturas sem juntas de dilatação ocorre um aumento da taxa de aço e concreto, com a finalidade resistir ao acúmulo de tensões transmitido ao longo da estrutura sem intercepção (MONTEIRO, 2008).

2. METODOLOGIA

O presente estudo, com embasamento na revisão bibliográfica direcionou-se para estudo de caso realizado para o projeto do novo terminal rodoviário para o município de Espera Feliz – MG.

A partir do dimensionamento estrutural realizado para o projeto do novo terminal rodoviário, no qual foi previsto o uso de juntas de dilatação conforme a norma propôs-se fazer um comparativo para o mesmo projeto dimensionando a estrutura sem a utilização de juntas. Prevendo comparar as divergências dos insumos previamente selecionados, aço, concreto e fôrma. Este projeto conta com um andar térreo, dimensionado para funcionamento do

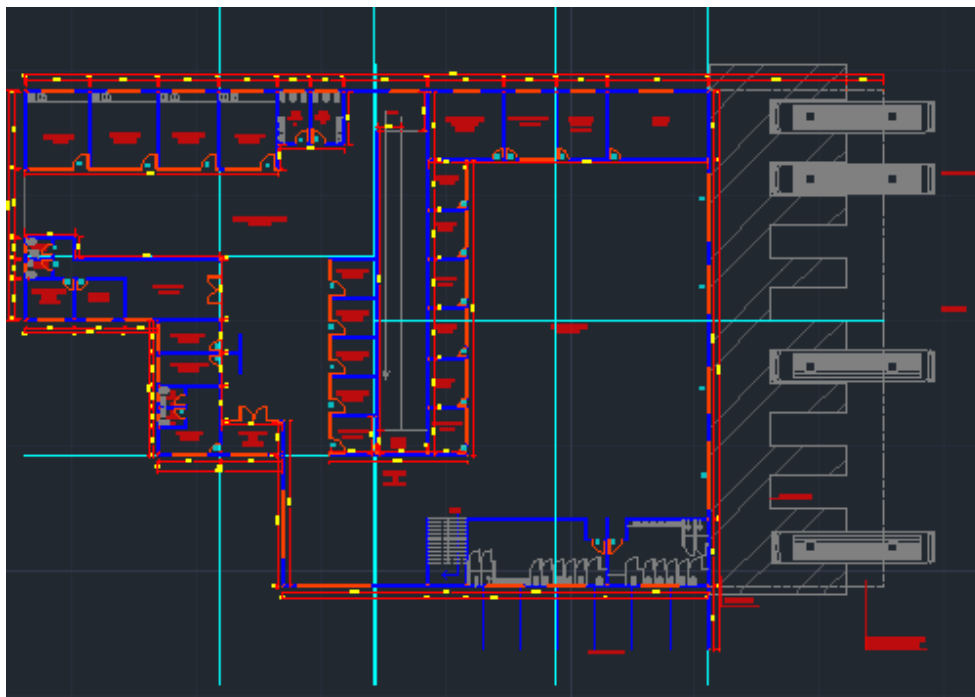
terminal e um mezanino que acomodará duas salas de cinemas. As lajes do mezanino e da cobertura total da edificação é do tipo nervurada, ou seja, a zona de tração da laje para momento positivo localiza-se nas nervuras, as dimensões são de 57,75x39,50 m e altura total de 9 m, totalizando uma área construída de 2410 m².

O software utilizado para este comparativo foi o Eberick, pré-configurado com as características locais, como classe de agressividade do ambiente, umidade relativa do ar, fluência do concreto e etc.

Para o dimensionamento, os procedimentos adotados tiveram como embasamento principal as NBR 6118 (2014), 6120 (2000), 6122 (2010), e 6123 (2013) entre outras referências como PINHEIRO et.al (2003) e SCADELAI e PINHEIRO (2005). As classes de concreto utilizadas foram C-25 para os reservatórios e C-30 para os demais elementos, o aço empregado na estrutura foram CA-50 e CA-60.

A estrutura foi dúvida com juntas espaçadas visando a mínima interferência nos parâmetros arquitetônicos. Lembrando que a compatibilização entre os projetos estrutural e arquitetônico foi realizada por acadêmicos em formação, a figura 4 com a disposição das juntas.

Figura 4: Divisão das juntas



Fonte: Autores (2018).

3. RESULTADOS

A edificação ficou dividida longitudinalmente em 02 (dois) blocos de 20 m, enquanto transversalmente o espaçamento entre juntas foi de 15 a 20 m, resultando em 03 (três) divisões de juntas e 05 (cinco) blocos. A norma recomenda o espaçamento de 15 m, porém devido a questões arquitetônicas e de interferência na usabilidade dos ambientes, o cinema localizado no mezanino por exemplo, foi inviável seguir à risca essa recomendação, entretanto, o espaçamento utilizado não foi superior a 33% do recomendado.

No primeiro momento a edificação foi pré-dimensionada com a juntas de dilatação, o projeto previa a utilização de laje nervurada visando grandes vãos, por haver locação de pilares somente nos cantos e nos encontros de juntas boa parte da estrutura trabalhava com isostática.

O modelo estrutural gerado proporcionou nos elementos estruturais lineares bi-apoiados apenas momento positivo, tendo em vista que as inércias dos elementos de apoio não eram suficientes para considerar um engastamento eficiente, as deformações provocadas por esses esforços resultaram no aumento da taxa de aço, conseqüentemente o aumento da seção dos elementos para manter o espaçamento mínimo entre as armaduras.

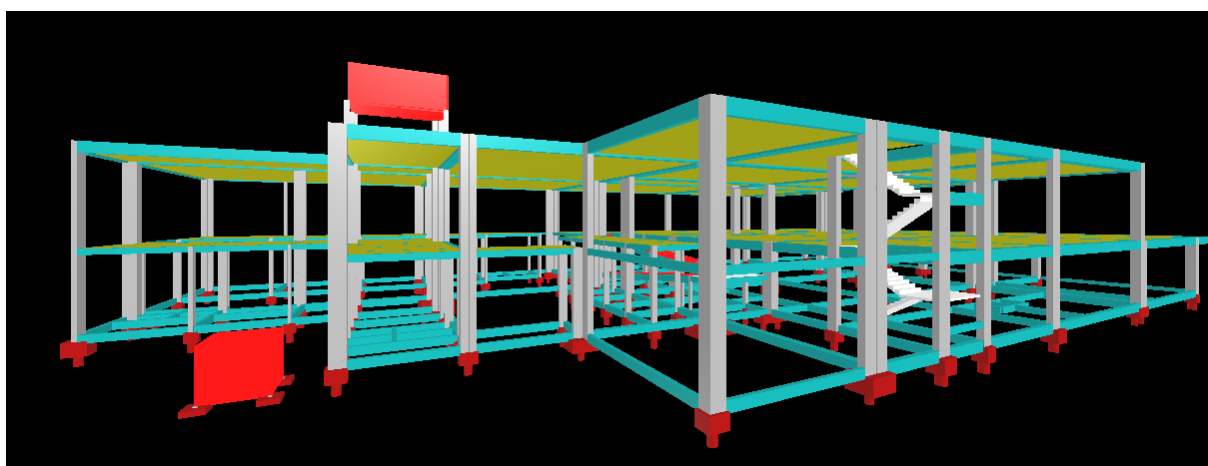
Para amenizar os momentos positivos gerados nas vigas, o modelo estrutural foi alterado transformando quando possível as vigas anteriormente bi-apoaidas em vigas contínuas, reduzindo os momentos positivos e gerando momento negativo nos apoios centrais. Na composição do modelo estrutural foi utilizado a metodologia de vigas faixas com intuito de amenizar a utilização de formas e interferência estéticas na arquitetura visto que a mesma fica embutida na laje nervurada.

O modelo estrutural monolítico apresentou inicialmente uma redução significativa no número de pilares, além disso a estrutura trabalhava toda como hiperestática o que equilibrou os momentos negativos e positivos sobre os elementos lineares, o que também foi verificado por Laranjeiras (2017). Entretanto devido a falta de interceptação dos esforços ao longo da estrutura verificou-se um aumento no deslocamento vertical da estrutura, provocando deformações neste eixo que conseqüentemente impôs um aumento na seção dos elementos tornando-os mais robustos.

Desta forma, após o detalhamento de ambos os modelos estruturais foram gerados relatórios de dimensionamento da estrutura, a seguir o comparativo dos insumos.

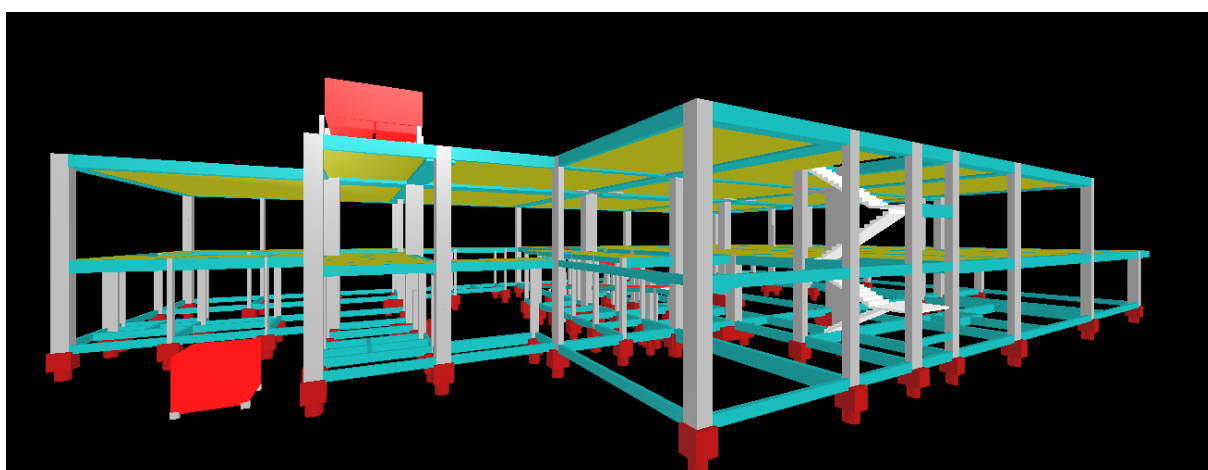
As figuras 5 e 6 ilustram um modelo estrutural com juntas e um sem juntas respectivamente.

Figura 5: Modelo estrutural com juntas de dilatação



Fonte: Autores (2018).

Figura 6: Modelo estrutural sem juntas de dilatação



Fonte: Autores (2018).

Tabela 2: Comparativo dos insumos por pavimento

| Pavimento | Elemento | Comparativo | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|------------------|------------|--------------------------------------|------------|---------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
| | | Peso do aço (kg) | | Volume de concreto (m ³) | | Área de forma (m ²) | | Consumo de aço (kg/m ³) | |
| | | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas |
| Tampa do reservatório | Reservatórios | 955.3 | 1656.6 | 7.4 | 13.1 | 95.4 | 82.8 | 128.8 | 126.4 |
| | Total | 955.3 | 1656.6 | 7.4 | 13.1 | 95.4 | 82.8 | 128.8 | 126.4 |
| Fundo do reservatório | Pilares | 213.0 | 450.4 | 1.5 | 4.3 | 16.2 | 20.8 | 143.2 | 105.1 |
| | Total | 213.0 | 450.4 | 1.5 | 4.3 | 16.2 | 20.8 | 143.2 | 105.1 |
| Primeiro pavimento | Vigas | 21232.0 | 29772.3 | 181.3 | 247.6 | 1022.1 | 916.0 | 117.1 | 120.2 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | Pilares | 3522.3 | 1840.3 | 34.8 | 30.8 | 301.2 | 192.0 | 101.3 | 59.7 |
| | Lajes | 44670.3 | 34912.6 | 421.1 | 291.7 | 109.0 | 3.1 | 106.1 | 119.7 |
| | Escadas | 170.4 | 177.8 | 1.2 | 1.2 | 13.1 | 13.1 | 137.4 | 143.4 |
| | Total | 69595.1 | 66703.0 | 638.4 | 571.4 | 1445.4 | 1124.2 | 109.0 | 116.7 |
| Escada | Vigas | 18.2 | 13.6 | 0.3 | 0.3 | 5.0 | 5.0 | 55.5 | 41.5 |
| | Pilares | 4089.2 | 2388.9 | 34.8 | 29.9 | 301.2 | 186.0 | 117.6 | 79.8 |
| | Escadas | 175.3 | 132.8 | 1.8 | 1.8 | 19.2 | 19.2 | 98.6 | 74.7 |
| | Total | 4282.8 | 2535.3 | 36.9 | 32.1 | 325.4 | 210.2 | 116.1 | 79.1 |
| Térreo | Vigas | 20579.1 | 19897.4 | 206.7 | 193.7 | 1190.2 | 1092.0 | 99.6 | 102.7 |
| | Pilares | 4598.1 | 3505.0 | 41.7 | 36.9 | 393.6 | 285.8 | 110.2 | 95.0 |
| | Lajes | 24514.1 | 25251.4 | 337.1 | 256.5 | 452.3 | 373.4 | 72.7 | 98.4 |
| | Escadas | 158.6 | 158.4 | 1.1 | 1.1 | 11.3 | 11.3 | 150.1 | 149.9 |
| | Total | 49849.9 | 48812.2 | 586.6 | 488.1 | 2047.4 | 1762.5 | 85.0 | 100.0 |
| Patamar | Vigas | 554.2 | 521.0 | 4.3 | 3.3 | 62.8 | 55.4 | 130.2 | 156.8 |
| | Pilares | 4088.0 | 3329.8 | 42.2 | 37.5 | 402.0 | 296.0 | 96.8 | 88.8 |
| | Lajes | 164.8 | 373.8 | 5.3 | 5.4 | 44.2 | 45.3 | 31.1 | 68.8 |
| | Escadas | 88.7 | 85.9 | 2.4 | 2.4 | 25.5 | 25.3 | 36.8 | 36.1 |
| | Total | 4895.7 | 4310.5 | 54.2 | 48.6 | 534.5 | 421.9 | 90.3 | 88.7 |
| Baldrame | Vigas | 6307.3 | 6396.1 | 98.6 | 78.3 | 1080.7 | 842.3 | 64.0 | 81.7 |
| | Pilares | 1924.7 | 1832.1 | 20.3 | 20.2 | 189.6 | 161.4 | 94.6 | 90.7 |
| | Lajes | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Escadas | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Fundações | 3781.6 | 6582.3 | 54.2 | 69.1 | 210.4 | 277.9 | 69.8 | 95.3 |
| | Reservatórios | 705.2 | 544.9 | 6.0 | 5.1 | 78.2 | 62.1 | 117.4 | 105.9 |
| | Muros | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Total | 12718.9 | 15355.4 | 179.1 | 172.7 | 1558.9 | 1343.7 | 71.0 | 88.9 |
| Fundo do reservatório inferior | Vigas | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Pilares | 6.4 | 6.7 | 0.1 | 0.1 | 1.1 | 1.2 | 119.4 | 92.4 |
| | Lajes | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Escadas | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Fundações | 27.2 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 3.7 | 0.0 | 32.0 | 0.0 |

| | | | | | | | | |
|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Reservatórios | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Muros | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 33.7 | 6.7 | 0.9 | 0.1 | 4.8 | 1.2 | 37.3 | 92.4 |

Fonte: Autores (2018).

Tabela 3: Consumo de aço por barra

| Com juntas | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|----------------|------------------|----------------------|--------------|
| Aço | Diâmetro | Peso (kg) | | | | | | Total |
| | | Vigas | Pilares | Lajes | Escadas | Fundações | Reservatórios | |
| CA50 | 6.3 | 4693.8 | 828.7 | 325.6 | 32.2 | 52.8 | 356.4 | 6289.5 |
| CA50 | 8.0 | 1019.8 | 147.7 | 922.2 | 102.0 | 277.1 | 557.8 | 3026.7 |
| CA50 | 10.0 | 1987.4 | 1431.1 | 1694.1 | 31.5 | 95.5 | 175.0 | 5414.6 |
| CA50 | 12.5 | 3049.6 | 3480.3 | 2326.3 | 404.3 | 946.2 | 349.0 | 10555.8 |
| CA50 | 16.0 | 3595.2 | 4216.0 | 15777.9 | - | 2160.8 | 146.6 | 25896.5 |
| CA50 | 20.0 | 30238.0 | 5837.7 | 45834.3 | - | - | - | 81910.0 |
| CA60 | 5.0 | 4106.9 | 2500.2 | 2468.8 | 23.0 | 276.5 | 75.8 | 9451.1 |
| Sem juntas | | | | | | | | |
| Aço | Diâmetro | Peso (kg) | | | | | | Total |
| | | Vigas | Pilares | Lajes | Escadas | Fundações | Reservatórios | |
| CA50 | 6.3 | 6469.9 | 885.8 | 267.1 | 33.3 | 17.2 | 271.1 | 7944.4 |
| CA50 | 8.0 | 2125.2 | 665.0 | 1822.1 | 44.1 | 2.2 | 330.1 | 4988.8 |
| CA50 | 10.0 | 2802.0 | 872.2 | 3448.8 | 40.5 | 112.5 | 139.8 | 7415.8 |
| CA50 | 12.5 | 3268.7 | 957.9 | 6789.2 | 393.4 | 376.6 | 449.5 | 12235.1 |
| CA50 | 16.0 | 5267.6 | 2867.0 | 15214.0 | - | 5640.6 | 971.0 | 29960.2 |
| CA50 | 20.0 | 32670.6 | 5568.4 | 27736.7 | - | - | - | 65975.7 |
| CA60 | 5.0 | 3996.2 | 1536.8 | 5259.9 | 43.6 | 433.3 | 40.2 | 11310.0 |

Fonte: Autores (2018).

Tabela 4.a: Consumo de materiais

| Vigas | Pilares | Lajes |
|--------------|----------------|--------------|
|--------------|----------------|--------------|

| | | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas |
|--------------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Peso total | CA50 | 44583.9 | 52604.1 | 15941.7 | 11816.3 | 66880.4 | 55277.9 |
| | CA60 | 4106.9 | 3996.2 | 2500.2 | 1536.8 | 2468.8 | 5259.9 |
| | Total | 48690.8 | 56600.3 | 18441.8 | 13353.1 | 69349.2 | 60537.8 |
| Volume concreto(m ³) | C-25 | - | - | - | - | - | - |
| | C-30 | 491.2 | 523.2 | 175.4 | 159.7 | 763.5 | 553.6 |
| | Total | 491.2 | 523.2 | 175.4 | 159.7 | 763.5 | 553.6 |
| Área de forma (m ²) | | 3360.8 | 2910.7 | 1604.9 | 1143.1 | 605.5 | 421.7 |
| Consumo de aço (kgf/m ³) | | 99.1 | 108.2 | 105.2 | 83.6 | 90.8 | 109.3 |

Fonte: Autores (2018).

Tabela 4.b: Consumo de materiais

| | | Escadas | | Fundações | | Reservatórios | | Total | |
|------------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas | Com juntas | Sem juntas |
| Peso total | CA50 | 570.0 | 511.3 | 3532.3 | 511.3 | 1584.8 | 2161.3 | 133093.1 | 128520.0 |
| | CA60 | 23.0 | 43.6 | 276.5 | 43.6 | 75.8 | 40.2 | 9451.1 | 11310.0 |
| | Total | 593.0 | 555.0 | 3808.8 | 555.0 | 1660.5 | 2201.5 | 142544.2 | 139830.0 |
| Volume conc. (m ³) | C-25 | - | - | 0.8 | - | 13.4 | 18.3 | 14.3 | 18.3 |
| | C-30 | 6.5 | 6.5 | 54.2 | 6.5 | - | - | 1490.7 | 1312.1 |
| | Total | 6.5 | 6.5 | 55.0 | 6.5 | 13.4 | 18.3 | 1505.0 | 1330.4 |
| Área de forma(m ²) | | 69.1 | 68.9 | 214.1 | 68.9 | 173.6 | 144.8 | 6028.1 | 4967.2 |
| Consumo de aç(kgf/m ³) | | 91.5 | 85.9 | 69.2 | 85.9 | 123.7 | 120.6 | 94.7 | 105.1 |

Autores (2018).

4. CONCLUSÃO

O trabalho realizado teve a finalidade de verificar o valor e eficiência da técnica de juntas de dilatação em edificações de médio porte, considerando um projeto para estudo de caso, que foi dimensionado duas vezes, inicialmente para estrutura dividida em blocos e posteriormente para uma estrutura monolítica.

Na comparação de insumos entre dois modelos estruturais, verificou-se que o modelo estrutural monolítico apresentou menor consumo de fôrma e concreto, entretanto o volume aço aumentou como intuito de combater o excesso de deformações proveniente dos carregamentos transmitidos ao longo da estrutura, constatou-se também a redução na quantidade de elementos: pilares, vigas, fundações e outros, o que está diretamente ligado ao tempo de execução da obra e conseqüentemente em seu custo sendo este um fator não considerado pelo software. Nas plantas de cargas por ter ocorrido a redução dos elementos estruturais, sucedeu a redistribuição dos carregamentos, desta forma, o número de fundações também reduziu, com isso os mesmos carregamentos atuantes sobre a estrutura foram distribuídos pelo número de fundações deste modelo.

Para o modelo estrutural com divisão de juntas de dilatação, quando comparado ao monolítico, este apresentou maior volume de concreto e fôrmas, isto porque este modelo figurou um maior número de elementos estruturais, contudo o volume de aço apresentou-se em menores quantidades, visto que este modelo configurou vãos menores e conseqüentemente uma redução nos esforços o que proporcionou uma menor área de aço. Quanto as plantas de cargas, algumas fundações ficaram mais sobrecarregadas que outras, devido ao próprio modelo estrutural.

Então, pode-se concluir que o presente estudo de caso, desenvolvido através dos dois projetos estruturais, um modelo monolítico e outro com divisão de blocos, elaborados através do software *Eberick V8 Gold*, com a utilização das normas pertinentes da ABNT, foi constatado que a metodologia de juntas de dilatação para esta edificação promoveu uma redução das deformações principalmente na direção do eixo vertical. Entretanto, sua aplicação além de interferência arquitetônica, gerou um aumento dos elementos estruturais e, conseqüentemente de materiais e do tempo de execução da obra afetando diretamente no custo da mesma.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Ações e segurança nas estruturas** - procedimento. NBR 8681. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações**. NBR 6120. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Forças devido ao vento em edificações**. NBR 6123. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Estruturas de**

Concreto Armado e Protendido. NBR 6118. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Projeto e Execuções de Fundações.** NBR 6122. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

FERREIRA, C. E. S. **Tipologia, instalação, funcionamento e manutenção de diversos tipos de juntas de dilatação em Obras de Arte.** Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013.

FILHO, L. C. P. S; HELENE, P. **Análise de estruturas de concreto com problemas de resistência e fissuração.** In: IBRACON. cap.32. São Paulo. 2011.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e causas nas estruturas de concreto armado e obras nas edificações.** UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

LARANJEIRAS, A. C. R. **Edifícios sem juntas,** Salvador, BA, p. 1-07. 2017.

MONTEIRO, Q. A. B. M. **Avaliação da necessidade de juntas de dilatação em estruturas porticadas de betão armado.** Universidade do Porto, Portugal. 2008.

PACHECO, P. **Projeto de estruturas Especiais de betão,** Mestrado em Estruturas para “Juntas de Dilatação”. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2002

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. Vigas In_ **Fundamento do Concreto e Projeto de Edifício** (notas de aula), São Carlos, 2003.

SCADELAI, M.A.; PINHEIRO, L. M. Pilares In_ **Fundamento do Concreto e Projeto de Edifício** (notas de aula), São Carlos, 2005. p 219.

SOUZA, M. F. **Patologias Ocasionadas pela umidade nas edificações.** UFMG. Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. p.3-17, Belo Horizonte. 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios – causas, prevenção e recuperação.** 1 ed. São Paulo. Pini-EPUSP/IPT p.19-32, 1989.