

# LC TECNOLOGIA

LC TECNOLOGIA  
RUA DO AREAL 21 – TANCREDO NEVES  
FONE: (92) 98474-7920  
LCTECNOLOGIA@GMAIL.COM  
CNPJ: 01.725.593/0001-16

## **AVALIACAO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

### **1.1 LAUDO DE DESLOCAMENTO DE ESTRUTURAS**

Este estudo da deformação da viga em serviço. Com uma trena a laser, pegamos as medidas no meio do vão em relação aos apoios. E Estação total para cotar os apoios extremos, visto que o prédio contém grandes dimensões. Dessa forma, levanta-se a deformação em ELS (Estado Limite de Serviço), já que o imóvel se encontra em funcionamento. Depois, comparamos esta deformação com a tabela 13.2 da NBR 6118.

Esta verificação se faz necessária, pois o limite de deslocamento não pode exceder o que a norma exige.

### **1.2 Justificativa**

O prédio apresenta patologias em alguns pontos, como trincas nas paredes de vedação e deslocamento de revestimento de estruturas.

### **1.3 Caracterização e Uso da edificação**

A edificação possui 2100,00 metros quadrados de área útil. Possui 02 pavimentos de utilidade. O terço com 1.100,00 metros quadrados e o superior com 1.000,00. Está localizada próximo cerca de 200 metros das margens do rio negro. Em solo apresentado arenoso em sua totalidade conforme demonstra o perfil de sondagem apresentado em anexo.

O prédio tem sua estrutura de concreto estrutural, fundações do tipo estaca.. Construído na forma convencional. A cobertura conta com laje. Os três planos de laje

LC TECNOLOGIA

são do tipo maciça. As paredes de vedação são de alvenaria de tijolo cerâmico 8 furos, 9x19x19cm, assentados meia vez, com reboco de 1,5cm médio.

O uso da edificação é militar de alojamento e apoio nas atividades administrativas do exército brasileiro no Estado do Amazonas.

Segue abaixo a planta baixa apresentando os pontos principais da estrutura do pórtico estudado.

#### 1.4 Processo de levantamento

Como o prédio apresentou em algumas vigas da infra estrutura (vigas baldrames) visualmente com deslocamentos caracterizado no acompanhamento de fissuras em paredes de vedação. Foi realizado 04 (quatro) furos de inspeção de largura 0,60x comprimento 0,60 e profundidade 0,60cm, em pontos de flecha medindo-se o deslocamento da peça no meio do vão. Fora levantando também as dimensões comuns das seções das vigas nos trechos estudados.

Para o levantamento planialtimétrico das estruturas construídas como aparelho de medição Estação Total da Marca Sanding Modelo STS 750. Foi registrado as posições verticais e horizontais dos pontos de apoio ao extremo do portico.

Foi registrado em planilha as posições e elevações para identificação de desníveis nos pontos principais das estruturas.

Foi identificado os deslocamentos normais em todo portico das estruturas em suas extremidades. Em pontos com presença visual de deslocamento foi verificado o deslocamento da peça (viga) de acordo com a tabela 13.2 da norma ABNT NBR 6118. Para a escolha do ponto de medição flecha em vigas biapoiadas foi considerado L/2 para ponto de medição. Para vigas em balanço a medição se fez no local de momento máximo da mesma.

Para obtenção dos desníveis, foi considerado o nível base como a cota zero do aparelho de medição. Por se tratar de um prédio com comprimento para dilatação. Foi medido os deslocamentos vertical e horizontal na junta de dilatação.

Foi obtido as deformações em ELS (Estado Limite de Serviço) e comparado com o da norma.

Segundo o item 6.1 da NBR6118/2014, as estruturas de concreto devem ser projetadas de modo a manter sua segurança, estabilidade e aptidão perante às solicitações que sofrerá durante o seu período de projeto. Desta forma, é fundamental que os deslocamentos que ocorrem em uma estrutura sejam limitados de forma a garantir a qualidade da obra.

A norma NBR 6118:2014 possui diversas considerações e prescrições com o objetivo de garantir durabilidade das estruturas de concreto armado. Tais considerações dizem respeito a critérios de projeto a serem adotados em função da classificação de agressividade do ambiente à estrutura, que visam proteger os elementos estruturais e garantir seu desempenho durante a vida útil de projeto. Para nosso estudo levamos adotamos a classe de agressividade utilizada e a qualidade do concreto como CP, classe I, com média de 18mpa a 20mpa para infra estrutura de concreto.

Segue a planta de levantamento com dados geométricos de levantamento do pórtico, a identificação do prédio estudado e a localização dos pontos críticos.

LC TECNOLOGIA

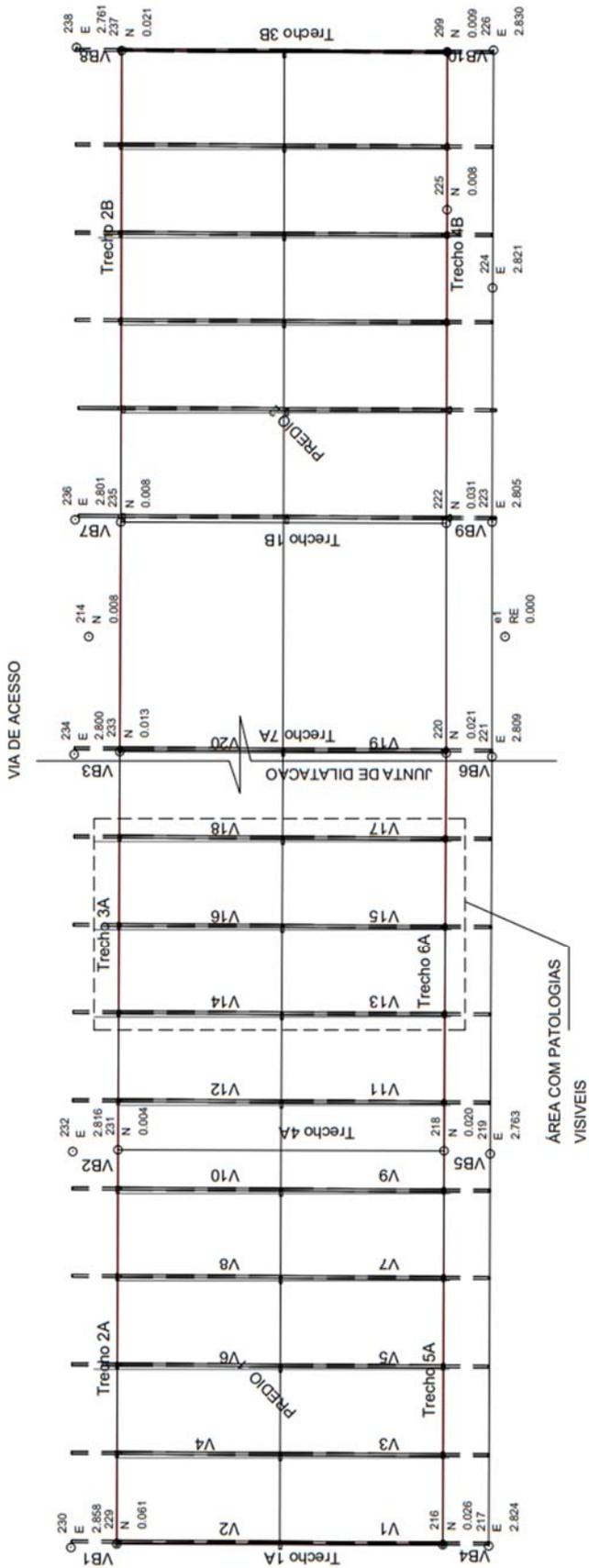


TABELA PONTOS E ELVEVACAO			
PONTO	NORTE	ESTE	ELEVACAO
225	2.6310	19.6280	0.008
226	0.5240	26.9140	2.830
229	17.6180	-41.4840	0.061
230	19.6900	-41.6500	2.858
231	17.5590	-23.4820	0.004
232	19.6140	-23.5650	2.816
233	17.4780	-5.2530	0.013
234	19.5490	-5.3790	2.800
235	17.4330	5.2960	0.008
236	19.5060	5.3970	2.801
237	17.3910	26.8980	0.021
238	19.4370	27.0370	2.761
E1	0.0000	0.0000	0.000

TABELA PONTOS E ELVEVACAO			
PONTO	NORTE	ESTE	ELEVACAO
214	18.8880	0.0000	0.008
216	2.8300	-41.5180	0.026
217	0.7470	-41.5760	2.824
218	2.7710	-23.5260	0.020
219	0.6810	-23.6710	2.763
220	2.6770	-5.3200	0.021
221	0.5960	-5.4800	2.809
222	2.6670	5.2420	0.031
223	0.5980	5.2960	2.805
224	0.5670	16.0640	2.821
225	2.6310	19.6280	0.008

① Planta Estrutura Principal  
Escala 1/250

LC TECNOLOGIA



Na planta topográfica através de meios computacionais foi quantificado o quanto a edificação desloca-se em forma de rampas e curvas de nível de centrimetro em centímetro. Com isso temos uma visão geral do deslocamento das bases do pórtico e identificamos as partes críticas do sistema.

Parte da análise identificou um pilar em prumado no ponto 229, que vale considerar como um desnível atípico às áreas de influencia deste apoio. Com os dados notamos a diferença de locação da cota neste ponto diferencial as demais. Com isso, entendemos que essa diferença está inserida por conta da execução de nivelamento. Por esta diferença ser pontual não apresentou relação com o objetivo final de estudo, que é mensurar o deslocamento do pórtico e das vigas apresentadas.

É fundamental que os deslocamentos que ocorrem em uma estrutura sejam limitados de forma a garantir a qualidade da obra. A tabela 13.3 da NBR6118/2014 limita os valores de deslocamento em elementos, como visto abaixo.

LC TECNOLOGIA

Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$\ell/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$\ell/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$\ell/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$\ell/350+$ contraflecha <sup>b</sup>
			Ocorrido após a construção do piso	$\ell/600$
Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento	
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$\ell/500^c$ e 10 mm e $\theta = 0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$\ell/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ( $\psi_1 = 0,30$ )	$H/1700$ e $H_f/850^e$ entre pavimentos <sup>f</sup>
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$\ell/400^g$ e 15 mm

<sup>a</sup> As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.

<sup>b</sup> Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que  $\ell/350$ .

<sup>c</sup> O vão  $\ell$  deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.

<sup>d</sup> Rotação nos elementos que suportam paredes.

<sup>e</sup>  $H$  é a altura total do edifício e  $H_f$  o desnível entre dois pavimentos vizinhos.

<sup>f</sup> Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não podem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica ao deslocamento vertical relativo das extremidades de lntéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando  $H_f$  representa o comprimento do lntel.

<sup>g</sup> O valor  $\ell$  refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

#### NOTAS

1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão  $\ell$  suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.

2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor  $\ell$  é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.

3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.

4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

## 1.5 A TABULAÇÃO DOS DADOS

### TABELA DE LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO DO PORTICO

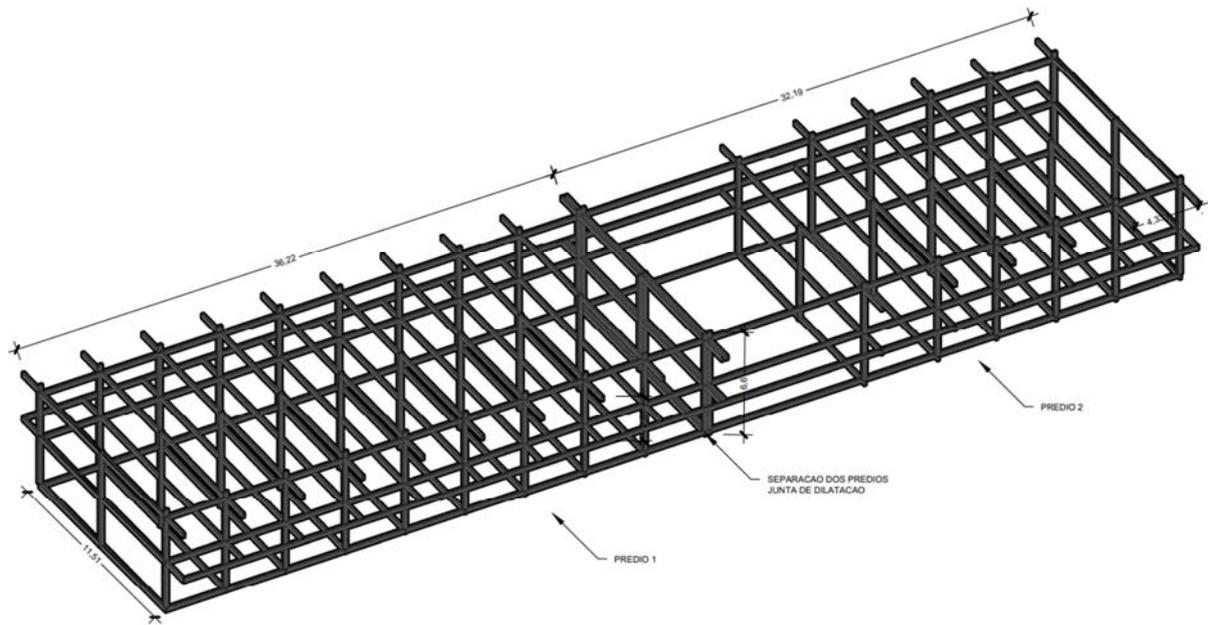
PONTOS	POSICAO	X	Y	ELEVACAO
214	N	0.000	18.888,000	0,008
216	N	- 41.518,000	2.830,000	0,026
217	E	- 41.576,000	0.747	2,824
218	N	- 23.526,000	2.771,000	0,020
219	E	- 23.671,000	0.681	2,763
220	N	- 5.320,000	2.677,000	0,021
221	E	- 5.480,000	0.596	2,809
222	N	5.242,000	2.667,000	0,031
223	E	5.286,000	0.589	2,805
224	E	16.064,000	0.567	2,821
225	N	19.628,000	2.631,000	0,008
226	E	26.914,000	0.524	2,830
227	N	-0.002	18.887,000	- 0,011
E1	RE	0.000	0.000	-
229	N	- 41.484,000	17.618,000	0,061
230	E	- 41.650,000	19.690,000	2,858
231	N	- 23.482,000	17.559,000	0,004
232	E	- 23.565,000	19.614,000	2,816
233	N	- 5.253,000	17.478,000	0,013
234	E	- 5.379,000	19.549,000	2,800
235	N	5.296,000	17.433,000	0,008
236	E	5.397,000	19.506,000	2,801
237	N	26.898,000	17.391,000	0,021
238	E	27.037,000	19.437,000	2,761
299	N	2,625	26,844	0,009

#### Parâmetros adotados para análise

Aceitabilidade sensorial - visual / outro - total					L/350
Efeitos em elementos não estruturais - paredes - Alvenaria... - Após a construção da parede					L/500

O estudo dividiu o prédio em 02 (duas) partes, levando em consideração que a estrutura dele contém uma divisão com sistema de colunas duplas afastadas com junta de dilatação e o sistema da estrutura demonstra separação entre peças estruturais. Conforme demonstra as plantas de edificação anexas.

LC TECNOLOGIA



① **Isometria do Pórtico**  
Escala 1/250

Nas tabelas de cálculos foi identificado na coluna identificada como RESULTADO, o resultado da análise comparativa o que preconiza o limite mínimo da norma e o levantado in-loco.

LC TECNOLOGIA

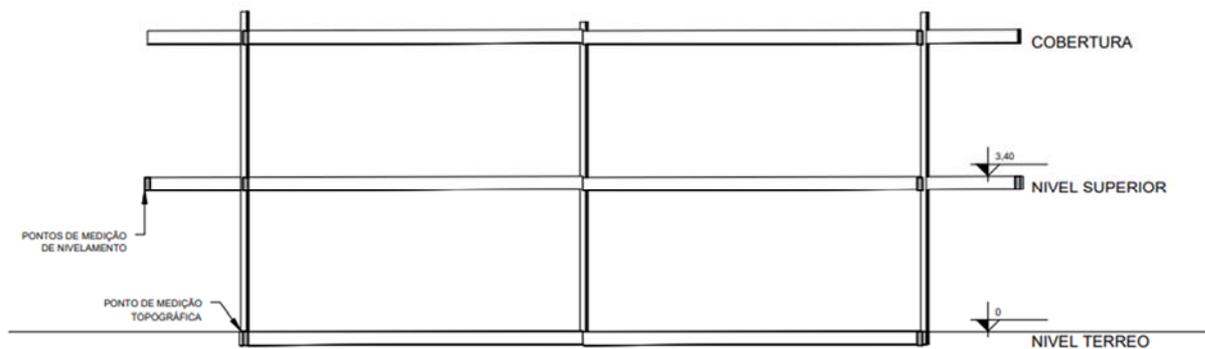
Rua do Areal, 21 Tancredo Neves - Manaus - Am - CEP 69087-280  
Tel : 92-98474-7920 e-mail : lctec.lc@gmail.com

## 1.6 PRÉDIO 1

### INFRA ESTRUTURA – VIGAS INFERIORES (BALDRAME)

Neste levantamento foi identificado geometricamente o nível de implantação da edificação. Foi adotado o nível 0,014, em relação ao ponto implantada como E1, devidamente identificado topograficamente.

O estudo dividiu o prédio em 02 (duas) partes, levando em consideração que a estrutura dele contém uma divisão com sistema de colunas duplas afastadas com junta de dilatação e o sistema da estrutura demonstra separação entre peças estruturais.



① Portico Tipo  
Escala 1/50

LC TECNOLOGIA

Rua do Areal, 21 Tancredo Neves - Manaus - Am - CEP 69087-280  
Tel : 92-98474-7920 e-mail : lctec.lc@gmail.com

A arquitetura do prédio corroborou um pórtico tipo, em requadros similares, podemos identificar a configuração utilizada pelo projetista para distribuir as cargas.

Segue abaixo a tabela de medição topográfica geral.

	GEOMETRIA		NIVEL	VAO	DESL	DIF	Dlimite	RESULTADO
<b>TRECHO 1A</b>	<b>229</b>	<b>216</b>					<b>norma</b>	
PORTICO	0,061	0,026	0,014	14,000	0,047		0,056	OK
PORTICO	0,061	0,026	0,014	14,000	0,012		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,061	0,026	0,014	7,000	-	0,012	0,028	OK
<b>TRECHO 2A</b>	<b>229</b>	<b>231</b>						
PORTICO	0,061	0,004	0,014	14,000	0,047		0,056	OK
PORTICO	0,061	0,004	0,014	14,000	0,010		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,061	0,004	0,014	7,000	-	0,010	0,028	OK
<b>TRECHO 3A</b>	<b>233</b>	<b>231</b>						
PORTICO	0,013	0,008	0,014	14,000	0,001		0,056	OK
PORTICO	0,013	0,008	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,013	0,008	0,014	7,000	-	0,006	0,028	OK
<b>TRECHO 4A</b>	<b>218</b>	<b>231</b>						
PORTICO	0,020	0,004	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
PORTICO	0,020	0,004	0,014	14,000	0,010		0,056	OK
V13	0,020	0,004	0,014	7,000	0,035	0,045	0,028	ELS
V14	0,020	0,004	0,014	7,000	0,033	0,043	0,028	ELS
V15	0,020	0,004	0,014	7,000	0,031	0,041	0,028	ELS
V16	0,020	0,004	0,014	7,000	0,030	0,040	0,028	ELS
<b>TRECHO 5A</b>	<b>218</b>	<b>216</b>						
PORTICO	0,020	0,026	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
PORTICO	0,020	0,026	0,014	14,000	0,012		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,020	0,026	0,014	3,500	-	0,012	0,014	OK
<b>TRECHO 6A</b>	<b>218</b>	<b>216</b>						
PORTICO	0,020	0,026	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
PORTICO	0,020	0,026	0,014	14,000	0,012		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,020	0,026	0,014	3,500	-	0,012	0,014	OK
<b>TRECHO 7A</b>	<b>233</b>	<b>220</b>						
PORTICO	0,013	0,021	0,014	14,000	0,001		0,056	OK
PORTICO	0,013	0,021	0,014	14,000	0,007		0,056	OK
V13	0,013	0,021	0,014	7,000	0,020	0,027	0,028	OK
V14	0,013	0,021	0,014	7,000	0,020	0,027	0,028	OK
V15	0,013	0,021	0,014	7,000	0,020	0,027	0,028	OK
V16	0,013	0,021	0,014	7,000	0,020	0,027	0,028	OK

LC TECNOLOGIA

Nas vigas inferiores deste estudo foi comprovado a causa principal pelas trincas aparentes na alvenaria de vedação. Conforme mostra a figura abaixo. Essas patologias estavam presentes em 3 vigas de baldrame. Todas com deformações similares e patologias similares.

No estudo, como mostra a tabela, as vigas sofreram deformação pelo deslocamento na sua zona de momento máximo. Estas vigas biapoiada foram identificadas como as que sofrem influencias de cargas lineares de alvenaria adotando  $L=500$ , conforma norma. Todavia estas três vigas apresentaram deslocamento excessivo.



Figura 1- Afastamento da vedação com a viga

LC TECNOLOGIA

Rua do Areal, 21 Tancredo Neves - Manaus - Am - CEP 69087-280  
Tel : 92-98474-7920 e-mail : [lctec.lc@gmail.com](mailto:lctec.lc@gmail.com)

## SUPRA ESTRUTURA E VIGAS EM BALANÇO (PRÉDIO 1)

SUPRA ESTRUTURA E VIGAS EM BALANÇO - PREDIO 1								
PÉ DIREITO	2,803	NIVEL ADOTADO		0,014				
	GEOMETRIA		NIVEL	VAO	DESL	DIF	Dlimite	RESULTADO
TRECHO 2A	230	232					norma	
PORTICO	2,858	2,816	2,817	14,000	0,001		0,056	OK
PORTICO	2,858	2,816	2,817	14,000	0,041		0,056	OK
	229/231	230/232						
VB1	2,850	2,858		2,000	0,008		0,008	OK
VB2	2,813	2,816		2,000	0,003		0,008	OK
TRECHO 7A	234	221						
PORTICO	2,800	2,809	2,817	14,000	0,008		0,056	OK
PORTICO	2,800	2,809	2,817	14,000	0,017		0,056	OK
	233/220	234/221						
VB3	2,804	2,800		2,000	0,004		0,008	OK
VB6	2,810	2,809		2,000	0,001		0,008	OK
TRECHO 5A	217	219						
PORTICO	2,824	2,763	2,817	14,000	0,054		0,056	OK
PORTICO	2,824	2,763	2,817	14,000	0,007		0,056	OK
	216/218	217/219						
VB4	2,815	2,824		2,000	0,009		0,008	ELS
VB5	2,809	2,773		2,000	0,036		0,008	ELS

Foi identificado deslocamento acima do limite de serviço em algumas vigas em balanço, cerca de 8% das quantidades de vigas do pórtico. Sendo perceptível na zona de contato vizinho do prédio 1 com o prédio 2, na junta de dilatação. Para o estudo foi considerado a dilatação térmica e L/500.



Figura 2-deslocamento na junta de dilatação

LC TECNOLOGIA

## 1.7 PRÉDIO 2

### INFRA ESTRUTURA VIGAS DE FUNDAÇÃO (BALDRAME)

PRÉDIO 2								
INFRA ESTRUTURA - VIGAS DE FUNDAÇÃO (BALDRAME) (METROS)								
	GEOMETRIA		NIVEL	VAO	DESL	DIF	Dlimite	RESULTADO
TRECHO 1B	222	235					norma	
PORTICO	0,031	0,008	0,014	14,000	0,017		0,056	OK
PORTICO	0,031	0,008	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,031	0,008	0,014	7,000	-	0,006	0,028	OK
TRECHO 2B	235	237						
PORTICO	0,008	0,021	0,014	14,000	0,006		0,056	OK
PORTICO	0,008	0,021	0,014	14,000	0,007		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,008	0,021	0,014	7,000	-	0,007	0,028	OK
TRECHO 3B	299	237						
PORTICO	0,009	0,021	0,014	14,000	0,005		0,056	OK
PORTICO	0,009	0,021	0,014	14,000	0,007		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,009	0,021	0,014	7,000	-	0,007	0,028	OK
TRECHO 4B	222	299						
PORTICO	0,031	0,009	0,014	14,000	0,017		0,056	OK
PORTICO	0,031	0,009	0,014	14,000	0,005		0,056	OK
VIGA ISOLADA	0,031	0,009	0,014	7,000	-	0,005	0,028	OK

### SUPRA ESTRUTURA E VIGAS EM BALANÇO (PRÉDIO 2)

PÉ DIREITO	2,805		NIVEL ADOTADO	0,014				
	GEOMETRIA		NIVEL	VAO	DESL	DIF	Dlimite	RESULTADO
							norma	
TRECHO 1B	223	236						
PORTICO	2,805	2,801	2,817	14,000	0,016		0,056	OK
PORTICO	2,805	2,801	2,817	14,000	0,012		0,056	OK
	222/235	223/236						
VB9	2,820	2,805		2,000	0,015		0,008	ELS
VB7	2,809	2,801		2,000	0,008		0,008	OK
TRECHO 3B	226	238						
PORTICO	2,830	2,761	2,817	14,000	0,056		0,056	OK
PORTICO	2,830	2,761	2,817	14,000	0,013		0,056	OK
	299/237	226/238						
VB10	2,808	2,830		2,000	0,022		0,008	ELS
VB8	2,810	2,761		2,000	0,049		0,008	ELS

LC TECNOLOGIA

## 2 NORMAS DE REFERÊNCIA •

- ABNT NBR 05674:2012 Manutenção de edificações; •
- ABNT NBR 06118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento; •
- ABNT NBR 06120:1980 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações; •
- ABNT NBR 06123:1988 Forças devidas ao vento em edificações; •
- ABNT NBR 08681:2003 Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;

LC TECNOLOGIA

Rua do Areal, 21 Tancredo Neves - Manaus - Am - CEP 69087-280  
Tel : 92-98474-7920 e-mail : [lctec.lc@gmail.com](mailto:lctec.lc@gmail.com)

## Conclusões

Foi verificado deslocamentos com parâmetros fora da norma ABNT 6118, essas variações no deslocamento localizadas em vigas baldrame (viga inferior) em pontos de momentos máximos. Neste pórtico levantado, estas vigas sofreram ação de carga linear de paredes de alvenaria de vedação. Com percepção visual e causando patologias nestas vedações. A longo prazo estas variações podem ocasionar outras patologias no prédio.

Com isto vale relatar que por hora **não se deve sobrecarregar** estas vigas identificadas neste estudo, e a necessidade de reforço na estabilidade da viga no ponto de deslocamento máximo destas vigas. Pontualmente evitando avanço destes deslocamentos.

Em algumas vigas em balanço, foi verificado deslocamento excessivo acima da norma. Para isso, recomenda-se reforço na armação positiva com grampos nas emendas viga/coluna.

LC TECNOLOGIA