

LAUDO DE ENGENHARIA



Decreto n.º 6.795 de 16 de março de 2009.

ÍNDICE

1. Considerações Iniciais

2. Vistorias

3. Conclusões

4. Encerramento

5. Anexos

1 - Teste de Vibração das Arquibancadas

2 - Anotação de Responsabilidade Técnica



1. Considerações Preliminares:

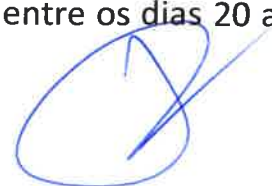
1.1. O Objetivo do trabalho é realizar vistoria técnica no Allianz Parque, estádio situado à Avenida Francisco Matarazzo, 1705, Barra Funda, São Paulo – SP, para aferir possíveis anomalias e desconformidades que serão indicadas neste Laudo Técnico de Engenharia conforme prevê o Decreto Federal n.º 6.795 de 16 de março de 2009 e Portaria n.º 185 (124 e 28/10) de 17 de julho de 2009 do Ministério do Esporte.

1.2. O trabalho será realizado em duas etapas:

1.2.1. Vistorias no estádio observando e colhendo os elementos de pesquisa necessários para elaboração do Laudo Técnico de Engenharia.

1.2.2. Descrição das possíveis anomalias encontradas mediante as aplicações das normas existentes e vigentes até esta data.

1.3. O presente trabalho foi realizado em vistorias entre os dias 20 a 24 de outubro de 2014.



1.4. As vistorias serão classificadas da criticidade de acordo com a Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP quanto aos seguintes graus de riscos:

Critico: impacto irreversível, relativo ao risco contra a saúde e segurança do usuário e do meio ambiente, bem como perda excessiva de desempenho recomendando a intervenção imediata.

Regular: impacto parcialmente recuperável, relativo ao risco quanto a perda parcial de funcionalidade e desempenho, recomendando programação e intervenção em curto prazo.

Mínimo: impacto recuperável, relativo a pequenos prejuízos, sem incidência ou a probabilidade de ocorrência dos riscos acima expostos, recomendando programação e intervenção médio prazo.

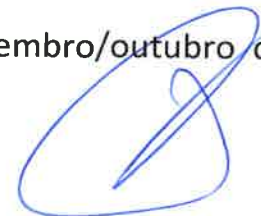


2. Vistorias:

2.1. O Allianz Parque, antigo Palestra Itália, fica localizado na cidade de São Paulo, no bairro da Barra Funda na Avenida Francisco Matarazzo, 1705.



2.2. O Allianz Parque foi recentemente reformado, onde parte de sua antiga estrutura foi demolida e totalmente reconstruída e outra parte que recebeu reforço estrutural e uma nova configuração arquitetônica. As obras foram finalizadas em setembro/outubro de 2014.



A capacidade do estádio hoje, em eventos de futebol, em cada um de seus níveis de cadeiras é:

NÍVEL	CAPACIDADE
CADEIRAS INFERIORES	25.395
CADEIRAS INTERMEDIARIAS (CAMAROTES)	3.430
CADEIRAS SUPERIORES	14.888
TOTAL	43.713

O Allianz Parque ainda possui em todos os níveis de cadeiras espaços reservados para PCD e estrutura para atender a estes usuários de acordo com que determina as normas técnicas e decretos vigentes.

O estádio também possui instalações sanitárias adequadas para receber o público total de forma confortável e organizada.

Analisando do ponto de vista estrutural todas as obras realizadas, tanto as novas como as reformas, foram executadas dentro das boas práticas da engenharia, sempre em conformidade com as normas técnicas brasileiras e com o acompanhamento de profissionais capacitados para execução dos projetos e serviços.



Foram realizados monitoramentos constantes durante toda execução das atividades e testes para aferir a qualidade dos materiais aplicados durante a execução.

Também foi contratado e realizado um importante teste de vibração nas arquibancadas que resultou no relatório (Anexo B) constatando que todas as estruturas estão capacitadas a receber o público estipulado em seus espaços.



3. Conclusão:

- 3.1. Tendo em vista que se trata de um estádio completamente novo, mesmo as áreas reformadas, pois estas sofreram grande interferência estrutural, conclui-se que Allianz Parque está totalmente **apto e liberado** a receber atividades esportivas de futebol sem nenhuma restrição.
- 3.2. Não foi encontrado nenhum ponto de criticidade de acordo com as Normas de Inspeção Predial do IBAPE/SP.



4. Encerramento:

O presente parecer técnico e constituído de nove folhas em papel timbrado, digitadas somente no anverso, todas rubricadas e esta ultima devidamente assinada.

Este relatório tem validade de 01 ano e novas anomalias decorrentes de atos de vandalismo, brigas generalizadas, reformas, construções, mudanças de layout, mudança de capacidade de publico e conservação e etc. que modifiquem o estado do estádio, não será objeto desse presente Laudo de Vistoria de Engenharia.

São Paulo, 29 de outubro de 2014.

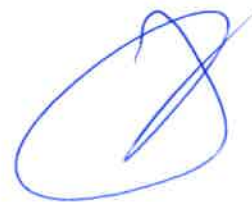


FRANCISCO GERALDO CAÇADOR

Engenheiro Civil - CREA 5060272889

Anexo 1

Teste de Vibração das Arquibancadas



CLIENTE: WTORRE S.A.

ESCOPO: ANÁLISE DINÂMICA DA ARENA ALLIANZ PARQUE

Nº DOCUMENTO: RT-1347-MD-001

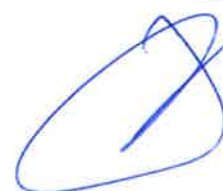
00	18/07/2014	EMISSÃO INICIAL
REVISÃO	EMISSÃO	JUSTIFICATIVA
ELABORAÇÃO: DANIELA DAVID		APROVAÇÃO: MARCO JULIANI

RELATÓRIO TÉCNICO



ÍNDICE

1	<u>INTRODUÇÃO E OBJETIVO.....</u>	<u>3</u>
2	<u>DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA</u>	<u>3</u>
3	<u>ENSAIO DE VIBRAÇÃO</u>	<u>8</u>
3.1	POSICIONAMENTO DOS ACELERÔMETROS	9
3.2	PROVAS REALIZADAS	13
4	<u>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</u>	<u>13</u>
4.1	FREQUÊNCIAS NATURAIS EXPERIMENTAIS.....	13
5	<u>MODELO NUMÉRICO.....</u>	<u>17</u>
6	<u>ANÁLISE MODAL TEÓRICA.....</u>	<u>18</u>
7	<u>ANÁLISE TEÓRICA DAS VIBRAÇÕES INDUZIDAS PELO PÚBLICO</u>	<u>21</u>
7.1	APLICAÇÃO DO CARREGAMENTO DINÂMICO	21
7.2	PERCEPÇÃO DAS VIBRAÇÕES.....	22
7.3	ANÁLISE DA SEGURANÇA ESTRUTURAL QUANDO ÀS VIBRAÇÕES	23
8	<u>CONCLUSÃO</u>	<u>25</u>
9	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>26</u>



1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A Arena Allianz Parque, antigo estádio Palestra Itália, localizada entre os bairros Perdizes e Água Branca na cidade de São Paulo/SP, será destinado não apenas ao futebol mas também servirá como uma arena multiuso.

Os estádios de futebol são comumente susceptíveis a níveis de vibrações intensos, oriundos de movimentos do público durante competições esportivas ou shows de música. Nesses eventos, geralmente a solicitação é imposta de forma "ritmada" e, como consequência, a estrutura é submetida a deslocamentos cíclicos em determinada frequência resultando em vibrações. Assim, torna-se necessário a avaliação dos níveis de vibrações durante esses eventos, comparando-os com os limites recomendados para o conforto dos usuários e segurança estrutural.

Com o objetivo de avaliar o comportamento dinâmico da Arena Allianz Parque, foram realizados ensaios de vibração e a partir dos resultados experimentais obtidos foi calibrado um modelo numérico da estrutura, onde foram aplicados carregamentos dinâmicos para previsão das movimentações induzidas pelos espectadores e, com isso, analisar as condições de conforto e de segurança da estrutura.

2 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A arena terá 43 mil lugares cobertos por uma estrutura metálica e camarotes para mais de 3 mil pessoas. Para grandes shows, até 55 mil pessoas e até 12 mil pessoas no Anfiteatro. Contará com restaurante panorâmico, lanchonetes, lojas, centro de convenções e estacionamento para até 2.000 carros

A estrutura é, predominantemente, constituída por peças pré-moldadas consolidadas. As arquibancadas são formadas por degraus de laje pré-moldados apoiados em pórticos transversais. Esses pórticos são formados por vigas-jacaré que se apoiam em pilares.

Os pisos na área da arquibancada são constituídos por lajes alveolares protendidas, lançadas sobre vigas.

As figuras a seguir ilustram o estágio da obra em fevereiro de 2014, a planta chave do estádio e três cortes dos Eixos 1, 25 e 41.

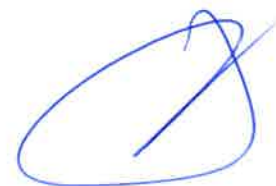




Figura 1 – Vista geral no estádio em fevereiro/2014

(fonte: <http://www.cbnfoz.com.br/editorial/esporte/noticias/18022014-92715-diretoria-do-palmeiras-admite-a-possibilidade-de-a-arena-so-ser-inaugurada-em-2015>)

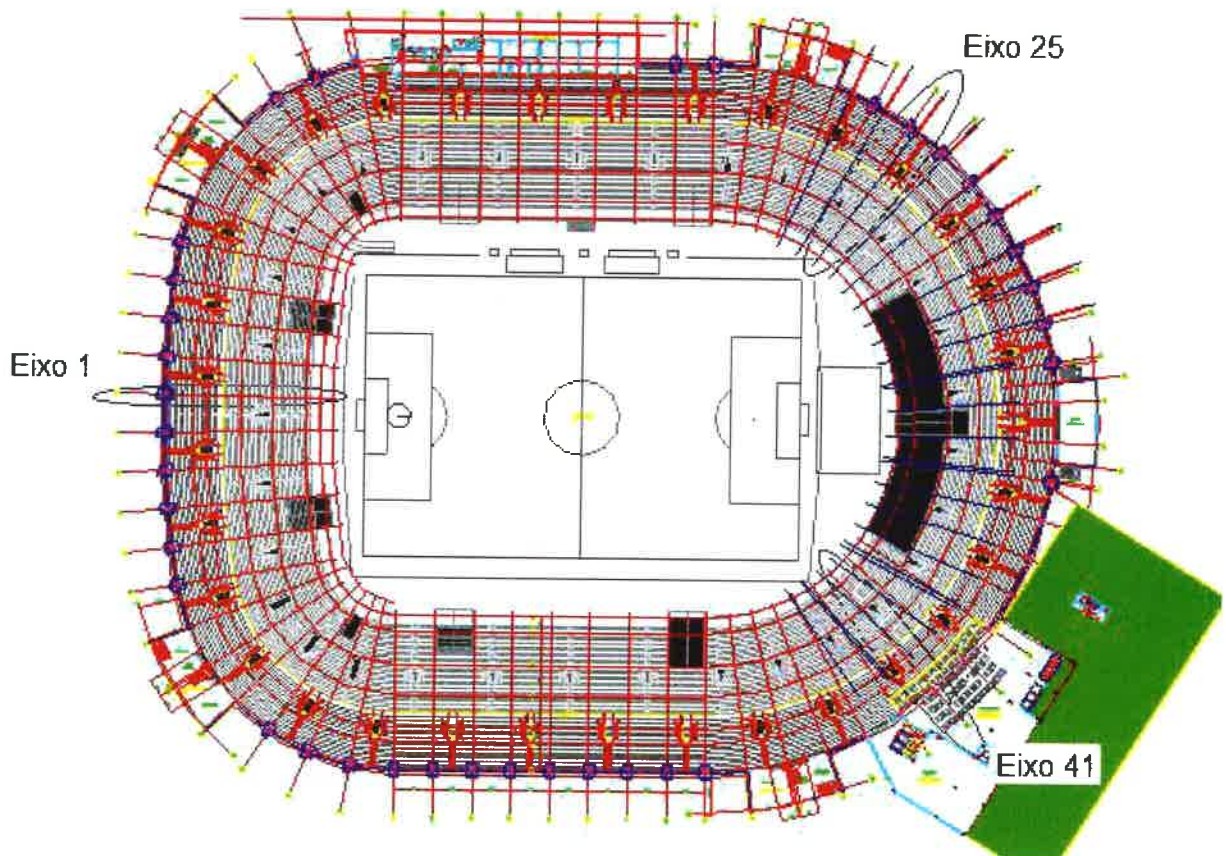


Figura 2 – Planta chave do estádio

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

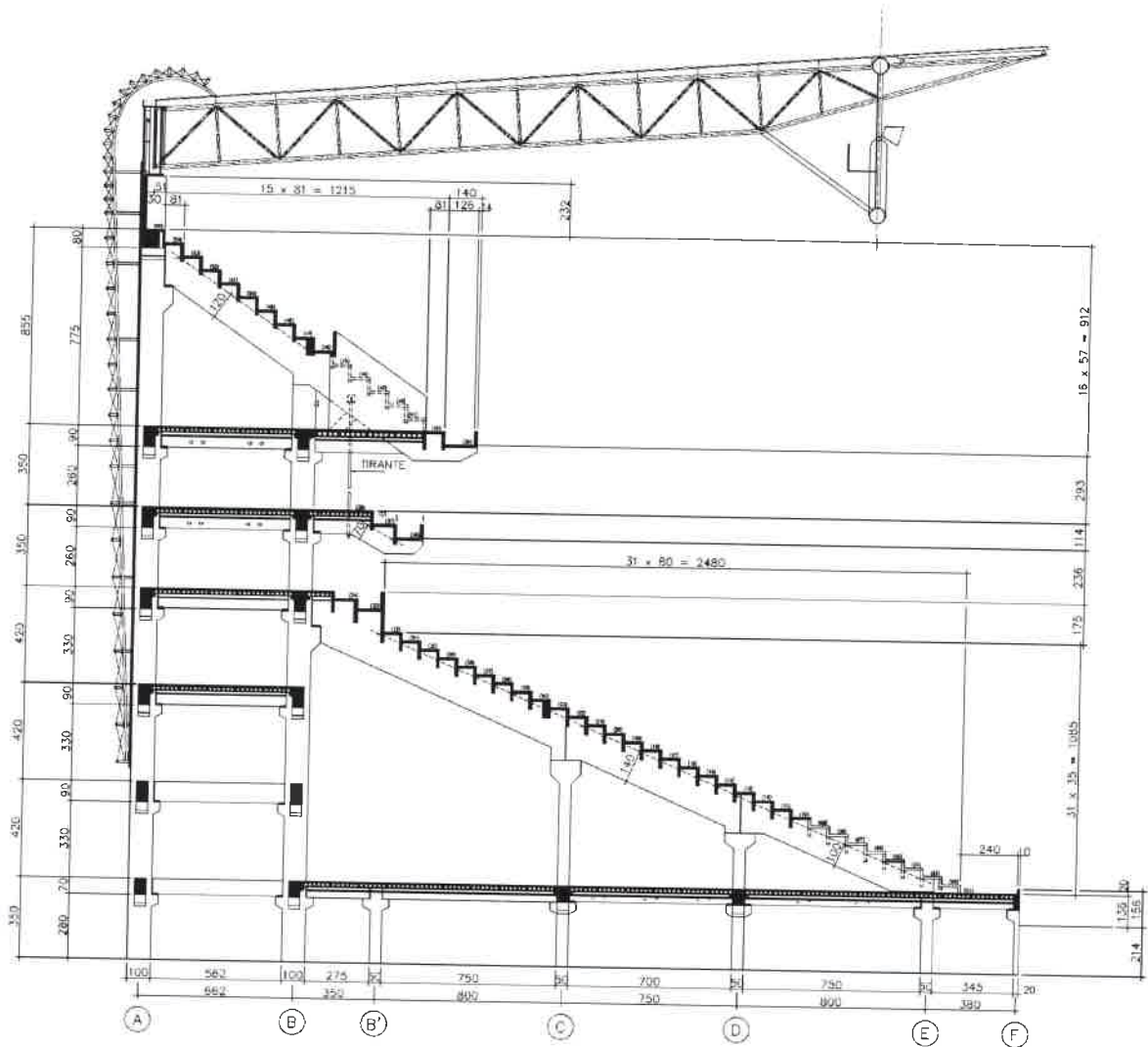


Figura 3 – Corte do Eixo 1

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

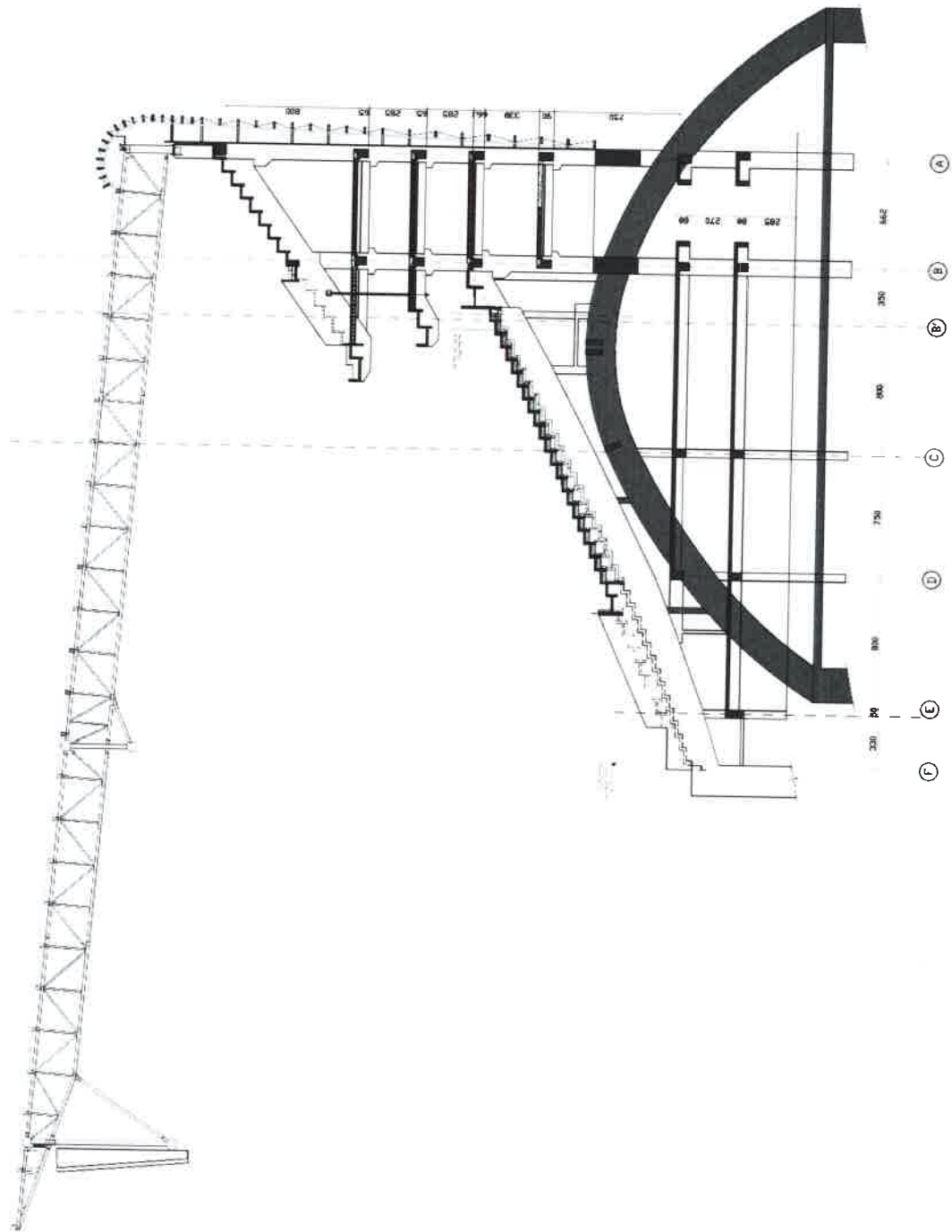


Figura 4 – Corte do Eixo 25

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

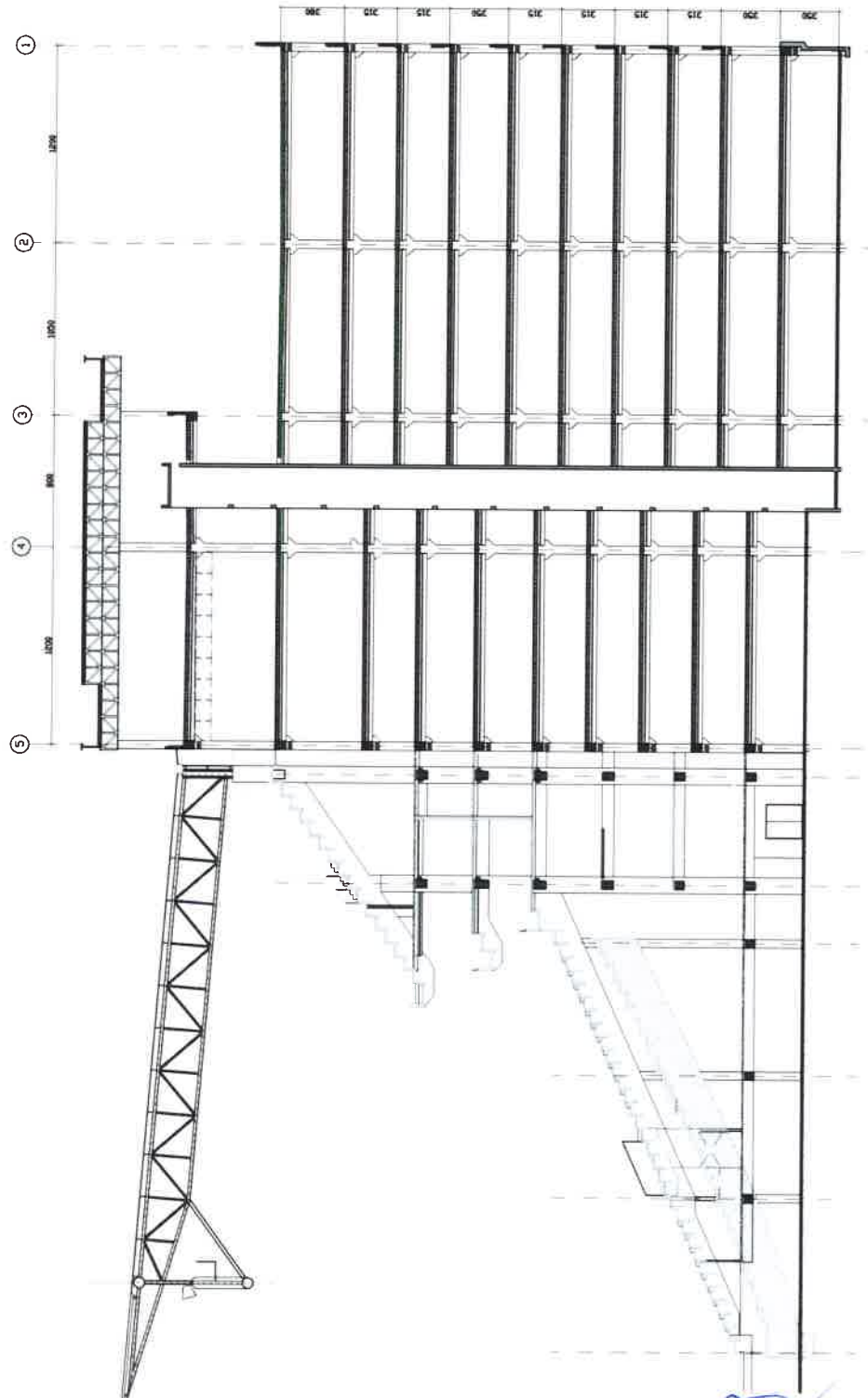


Figura 5 – Corte do Eixo 41

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

3 ENSAIO DE VIBRAÇÃO

Uma das maneiras de se avaliar o comportamento estrutural é através de ensaios dinâmicos. Esses ensaios consistem em uma técnica não-destrutiva que permite avaliar a integridade de uma estrutura, mobilizando suas propriedades físicas e mecânicas. A metodologia mostra-se conveniente pelo caráter não-destrutivo, podendo ser repetida ao longo do tempo, utilizando seu histórico para comparações pertinentes.

A partir de uma determinada solicitação dinâmica obtêm-se as acelerações da estrutura, por meio de instrumentos de medição localizados em posições pré-determinadas, escolhidas em função do tipo do fenômeno a ser monitorado. As análises dos dados obtidos por esta experimentação identificam as propriedades dinâmicas da estrutura e seu comportamento, descrevendo-o por meio de parâmetros dinâmicos oportunos – frequências e modos de vibração, por exemplo.

A análise dinâmica da Arena Allianz Parque foi realizada nos dias 26, 27 e 29 de maio de 2014. A excitação da estrutura se deu por meio da aglomeração de pessoas simulando uma torcida, como ilustra a Figura 6.



Figura 6 – Simulação da torcida

Para medições das acelerações foram utilizados acelerômetros espalhados estrategicamente na estrutura, os quais foram acoplados a um sistema de condicionamento de sinais, com filtros e amplificadores, e a um sistema de aquisição de dados. Estes foram ligados a um computador permitindo o armazenamento automático dos resultados para posterior tratamento e análise.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

3.1 Posicionamento dos acelerômetros

Foram utilizados, aproximadamente, 11 acelerômetros posicionados nas arquibancadas, conforme Figuras 7, 8 e 9 abaixo.

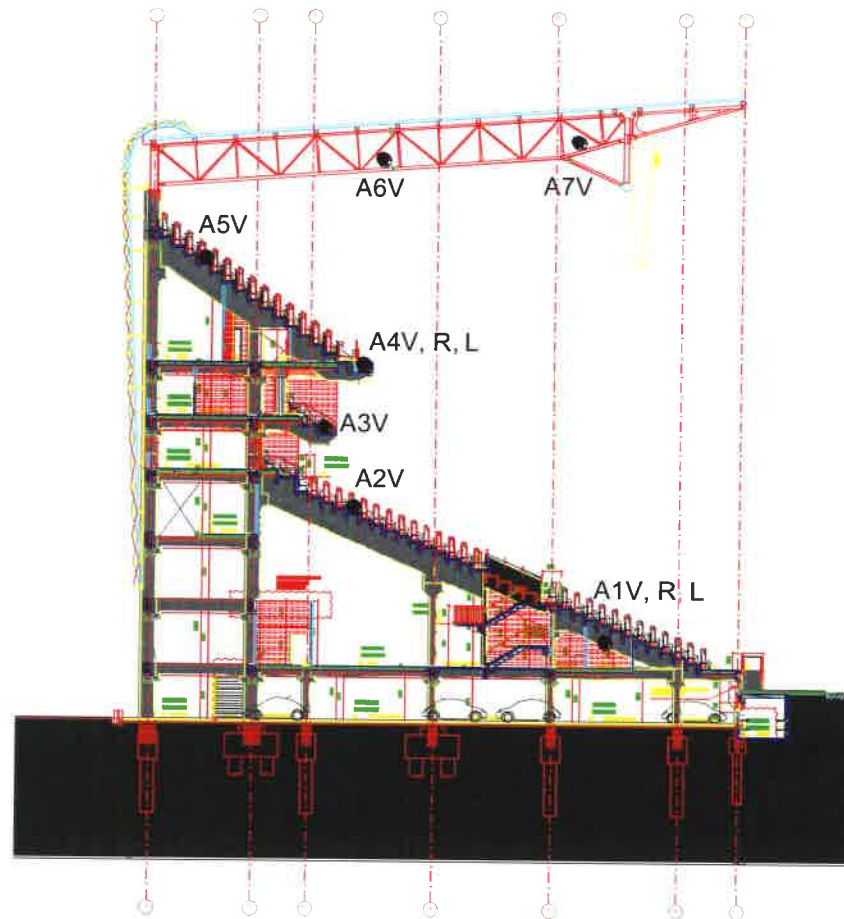


Figura 7 – Posição dos acelerômetros - eixo 1

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

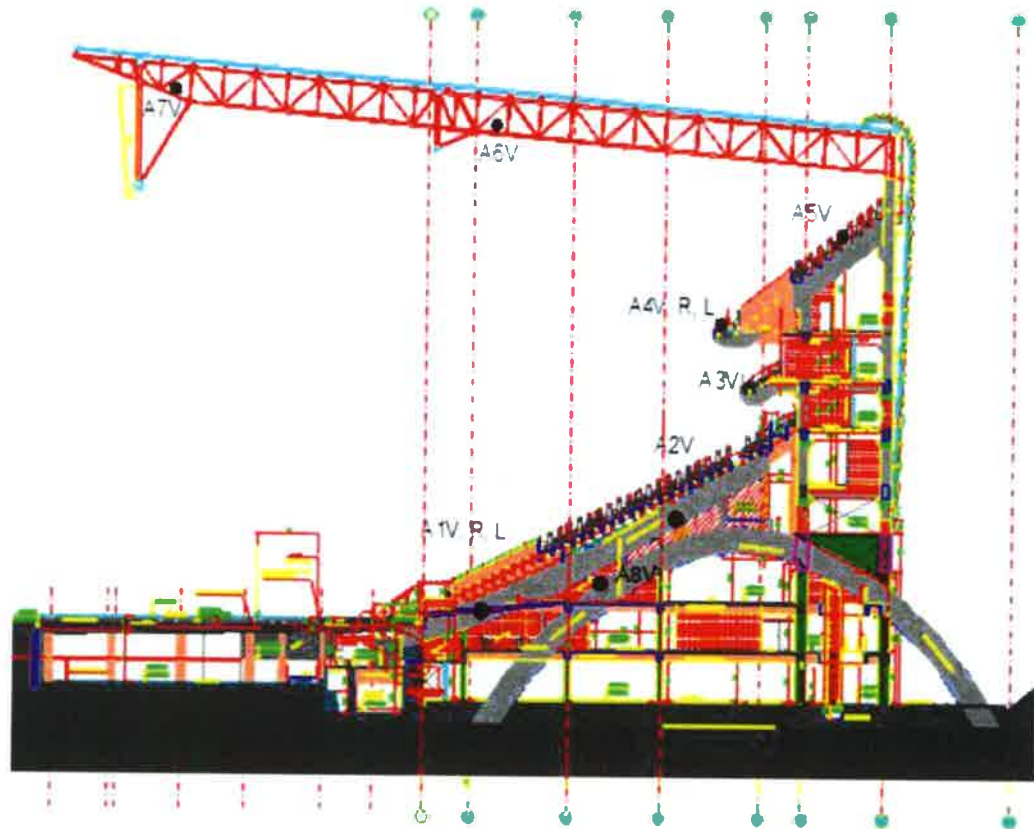


Figura 8 – Posição dos acelerômetros – eixo 25.

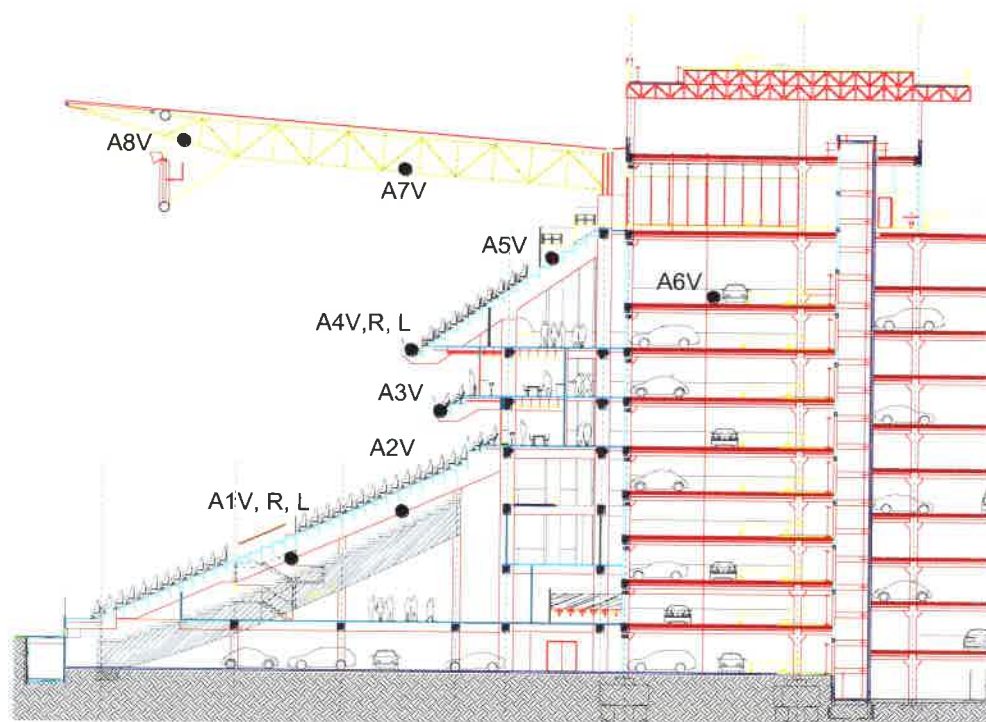


Figura 9 – Posição dos acelerômetros – eixo 41

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

A nomenclatura utilizada para identificação dos acelerômetros é AnY, onde a letra “A” indica acelerômetro, a letra “n” indica numeração do sensor e a letra “Y” indica a orientação do acelerômetro, sendo “V” para vertical, “R” para radial e “L” para longitudinal. As figuras abaixo ilustram alguns dos acelerômetros instalados no local.



Figura 10 – Posição 1 (A1V, A1R e A1L)



Figura 11 – Posição 4 (A4V, A4R e A4L)

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.



Figura 12 - Posição 5 (A5V)



Figura 13 - Posição 3 (A3V)



Figura 14 - Posição 7 (A7V)

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

3.2 Provas realizadas

Para cada setor analisado, foi realizada uma prova, com duração de 30 minutos, e gravadas com uma frequência de aquisição de 500 Hz. Na Tabela 1 são apresentadas as provas realizadas.

Tabela 1 - Provas realizadas

Eixo	Provas	Data	Horário
Eixo 1	1	26/05/14	16:30
Eixo 25	2	27/05/14	16:30
Eixo 41	3	29/05/14	16:25

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise foi conduzida de modo mais detalhado no campo de frequência de interesse, que é o campo compreendido entre 0 e 15 Hz, no qual são encontradas as principais harmônicas de excitação induzidas pelo público. Apesar de existirem modo de vibração nas frequências superiores, estas são desprezadas, pois a contribuição desses modos em relação à resposta das arquibancadas para a vibração induzida pelo público deve ser considerada irrelevante, uma vez que para estas frequências não é introduzida energia na estrutura.

4.1 Frequências naturais experimentais

A partir dos resultados experimentais foram obtidos os diagramas de estabilização dos modos de vibração. As frequências naturais da estrutura são apresentadas nas tabelas e figuras a seguir.



NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

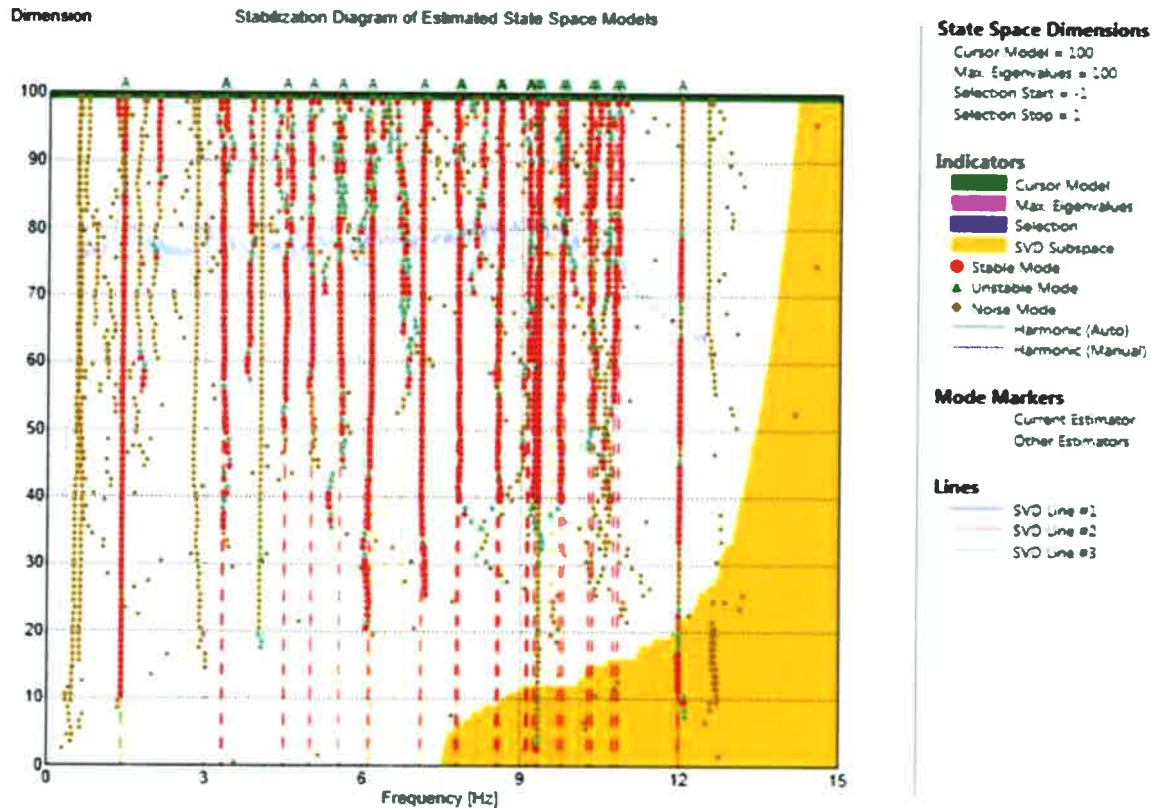


Figura 15 – Diagrama de estabilização dos modos de vibração do Eixo 1

Tabela 2 – Frequências naturais do Eixo 1

Frequência (Hz)	Modo
1,4	Flexão da cobertura
3,3	Flexão dos pilares na direção do campo
4,5 – 7,8	Modos combinados de flexão dos pilares em várias direções
>8,5	Flexão da arquibancada

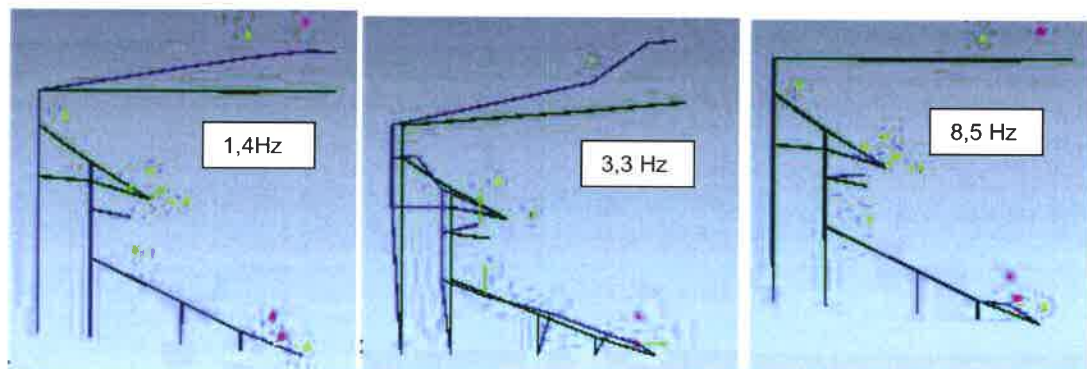


Figura 16 – Deformadas experimentais do Eixo 1

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

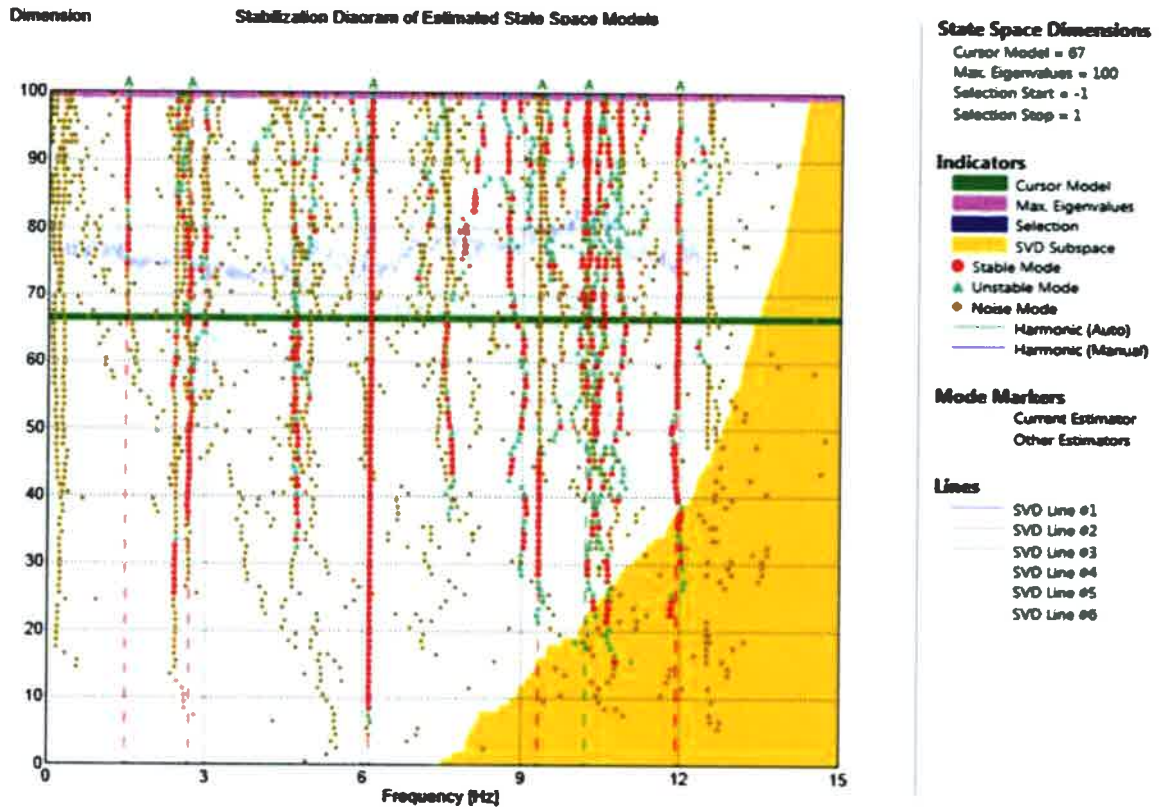
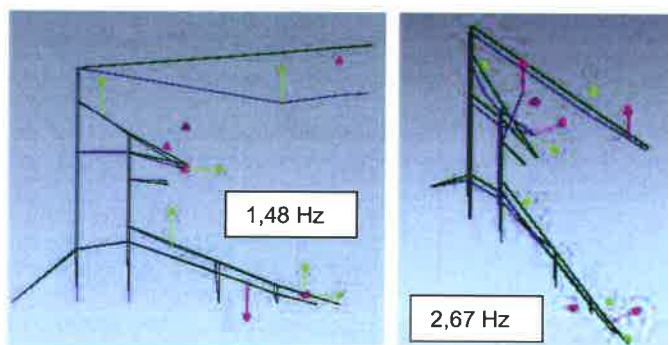


Figura 17 – Diagrama de estabilização dos modos de vibração do Eixo 25

Tabela 3 – Frequências naturais do Eixo 25

Frequência (Hz)	Modo
1,48	Flexão da cobertura
2,67	Deslocamento longitudinal de toda a estrutura
6,12	Flexão do pilar da direção do campo
>10,20	Flexão da arquibancada e dos pilares



NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

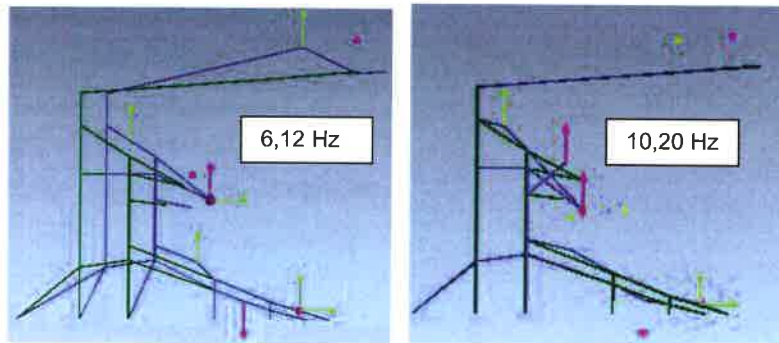


Figura 18 – Frequências naturais do Eixo 25

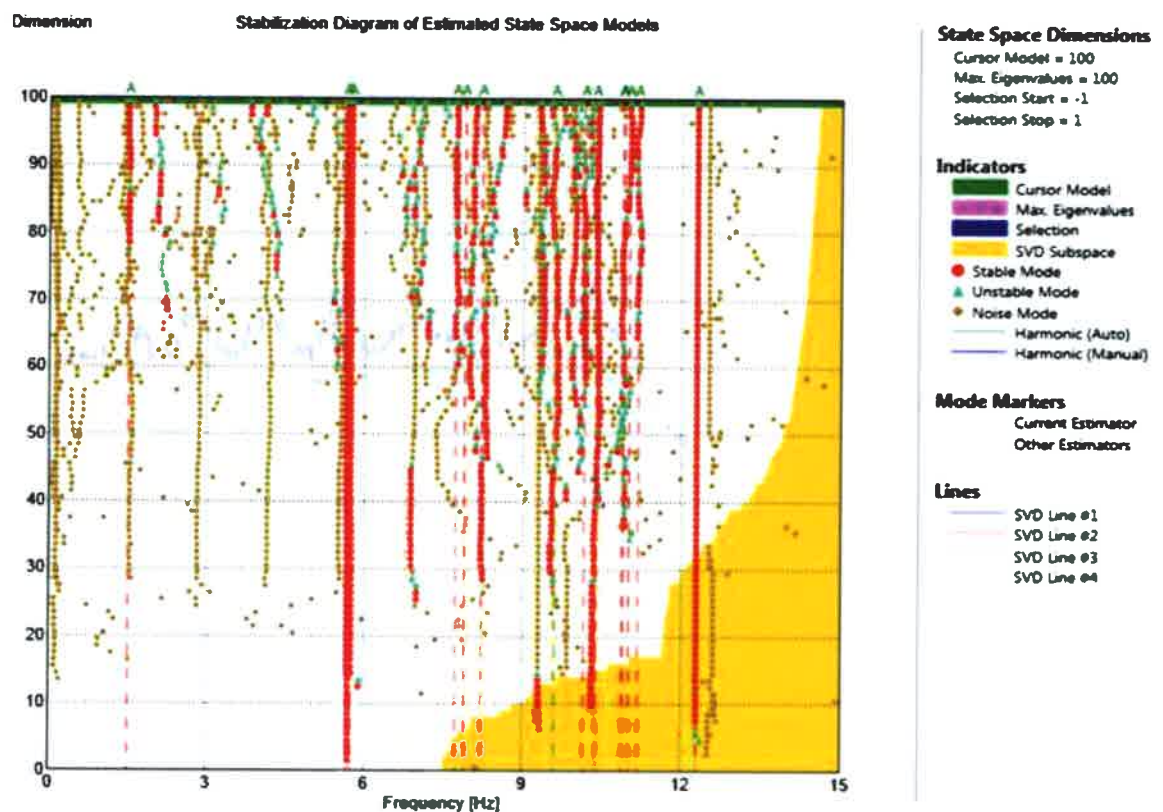


Figura 19 – Diagrama de estabilização dos modos de vibração do Eixo 25

Tabela 4 – Frequências naturais do Eixo 41

Frequência (Hz)	Modo
1,5	Flexão da cobertura
5,7	Flexão dos pilares na direção do campo
7,8	Flexão da laje do estacionamento
>9,6	Flexão da arquivancada

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

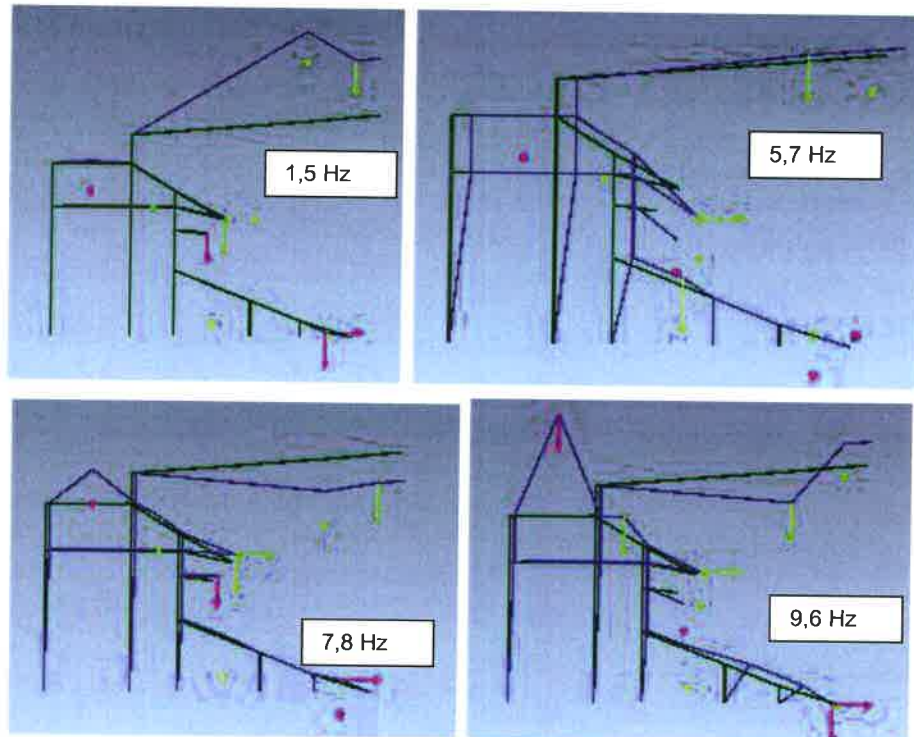


Figura 20 – Frequências naturais do Eixo 41

5 MODELO NUMÉRICO

Foi elaborado um modelo matemático tridimensional, utilizando o software STRAP versão 09, contendo pórticos interligados por vigas, lajes e arribancadas (Eixos 1/66 e 24/25).

A estrutura foi discretizada em elementos finitos de casca ("shells"). As ligações entre os elementos pré-moldados foram consideradas rígidas e a base dos pilares foi considerada engastada. O modelo numérico está apresentado nas figuras a seguir.

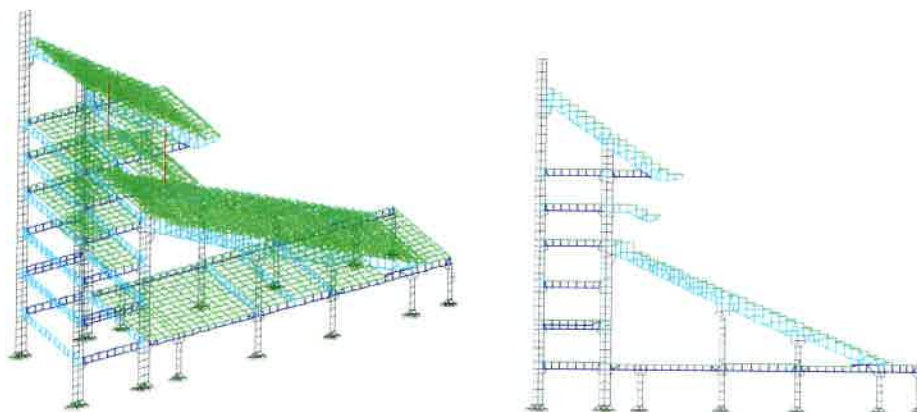


Figura 21 – Visão do modelo matemático tridimensional e corte – Eixo 1

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

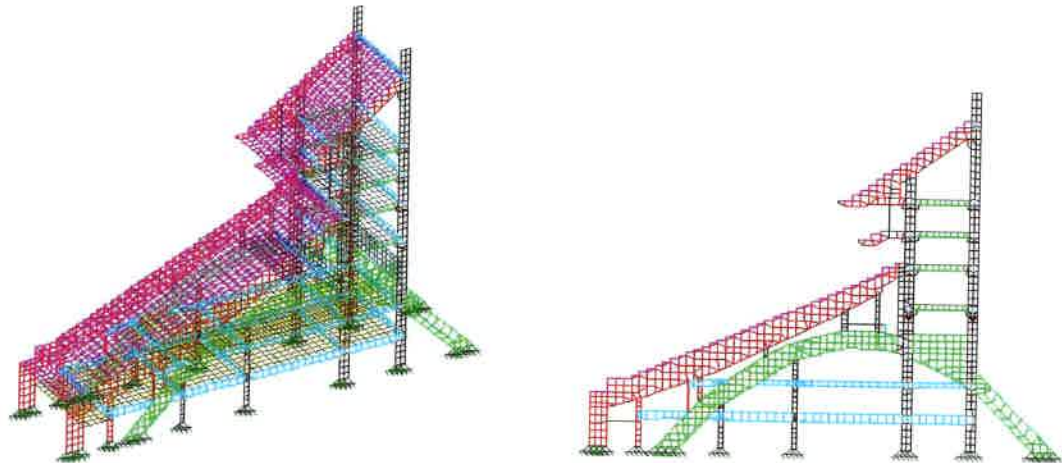


Figura 22 – Visão do modelo matemático tridimensional e corte – Eixo 25

Na Tabela 3 estão apresentadas as propriedades mecânicas adotadas para o concreto. O valor do módulo de elasticidade dinâmico foi obtido a partir da expressão $1,2 \cdot 5600 \cdot f_{ck}^{1/2}$, considerando $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$ para os pilares, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ para vigas e lajes e $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$ para as arquibancadas. O valor 1,2 corresponde a amplificação do módulo de elasticidade estático, resultando o módulo de elasticidade dinâmico.

Tabela 5 – Propriedades mecânicas do concreto

E (MPa)	Pilares	42.502 MPa
	Vigas, lajes	36.808 MPa
	Arquibancadas	39.756 MPa
ν		0,20
ρ (kg/m ³)		2.500 kg/m ³
γ (N/m ³)		2.5000 N/m ³
Sendo:		
E: módulo de elasticidade ρ : massa específica		
ν : coeficiente de Poisson γ : peso específico		

6 ANÁLISE MODAL TEÓRICA

A partir do modelo numérico foram obtidas as frequências naturais da estrutura e os respectivos modos de vibração, Tabela 4.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

Tabela 6 – Frequências naturais

Freq. (Hz) – eixo 1	Freq. (Hz) – eixo 25
3,14	1,67
5,80	6,45
7,40	10,73
9,09	-
9,51	-
10,35	-

As deformadas modais entre estão apresentadas nas figuras a seguir:

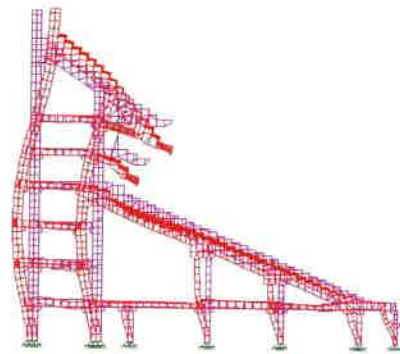
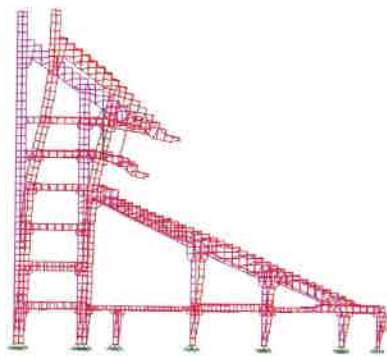


Figura 23 – Modo de vibração na FN de 3,14 Hz **Figura 24 – Modo de vibração na FN de 5,80 Hz**

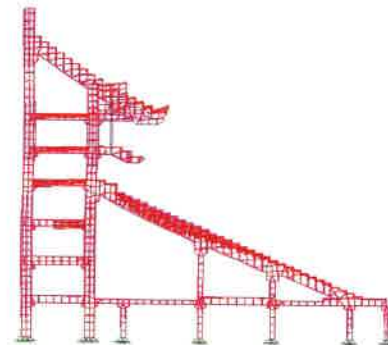
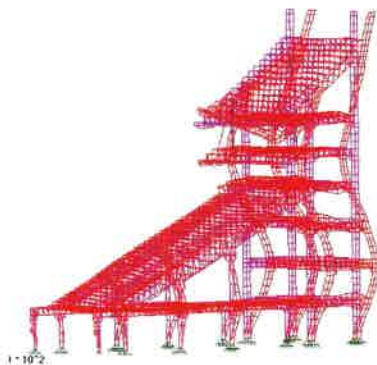


Figura 25 – Modo de vibração na FN de 7,40 Hz **Figura 26 – Modo de vibração na FN de 9,09 Hz**

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

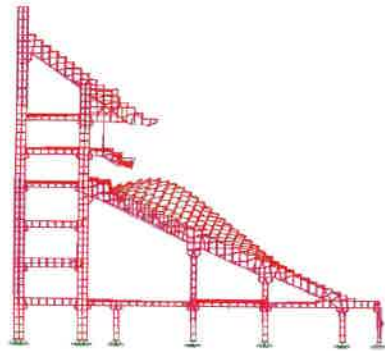


Figura 27 – Modo de vibração na FN de 9,51 Hz

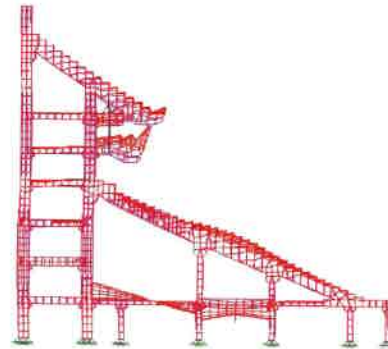


Figura 28 – 17º Modo de vibração na FN de 10,35 Hz

As deformadas modais entre os eixos 25 e 26 estão apresentadas nas figuras a seguir



Figura 29 – Modo de vibração na FN de 1,67 Hz

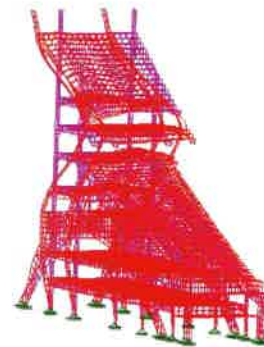


Figura 30 – Modo de vibração na FN de 6,45 Hz

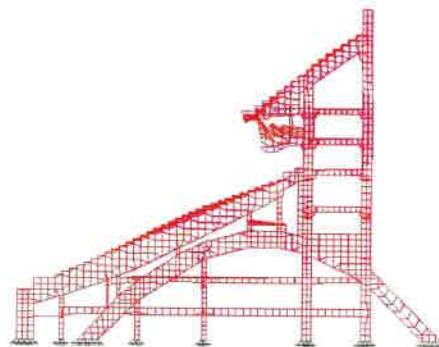


Figura 31 – Modo de vibração na FN de 10,73 Hz

Comparando as frequências naturais e os modos de vibração experimentais com os obtidos pelo modelo numérico, verifica-se a compatibilidade. Os modos de flexão das arquibancadas correspondem em frequências naturais elevadas, acima de 8Hz e os primeiros modos de flexão dos pilares são mais baixos, próximos a 3Hz.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

7 ANÁLISE TEÓRICA DAS VIBRAÇÕES INDUZIDAS PELO PÚBLICO

7.1 Aplicação do carregamento dinâmico

O carregamento teórico foi aplicado segundo a função a seguir:

$$F_p = \rho mg + \sum_{i=1}^n G_i \text{sen}(2\pi f_p t - \phi_i)$$

Onde:

F_p = carregamento resultante;

ρ = fator de eficácia da multidão;

m = massa das pessoas;

g = gravidade;

G_i = fator de carga para cada harmônico;

i = número do i -ésimo harmônico;

f_p = frequência da atividade;

t = tempo de ocorrência da atividade;

ϕ_i = diferença de fase entre o i -ésimo harmônico e o primeiro;

n = número de harmônicos considerados.

Para o carregamento estático (G) admitiu-se 0,8 kN/m². Na Tabela 7 são apresentados os parâmetros utilizados, obtidos a partir de da publicação *Dynamic performance requirements for permanent grandstands subject to crowd action, 2008*.

Tabela 7 – Características dos carregamento para cada cenário

Cenário	ρ	f_p (Hz)	α_1	α_2	α_3	ϕ_i
1 - Eventos esportivos e similares com maior parte do público sentado, com movimentação esporádica	Não há função para esse cenário					
2 - Concerto e eventos esportivos com maior parte do público sentado	1	1,8	0,12	0,015	0	0
3 - Shows musicais e eventos esportivos mais animados com maior parte do público em pé se movimentando	1	1,8	0,188	0,045	0,013	0
4 - Eventos com mais energia com maior parte do público em pé se movimentando intensamente	1	2	0,375	0,095	0,026	0

O conforto e a segurança estrutural foram avaliados nos pontos ilustrados na Figura 32.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

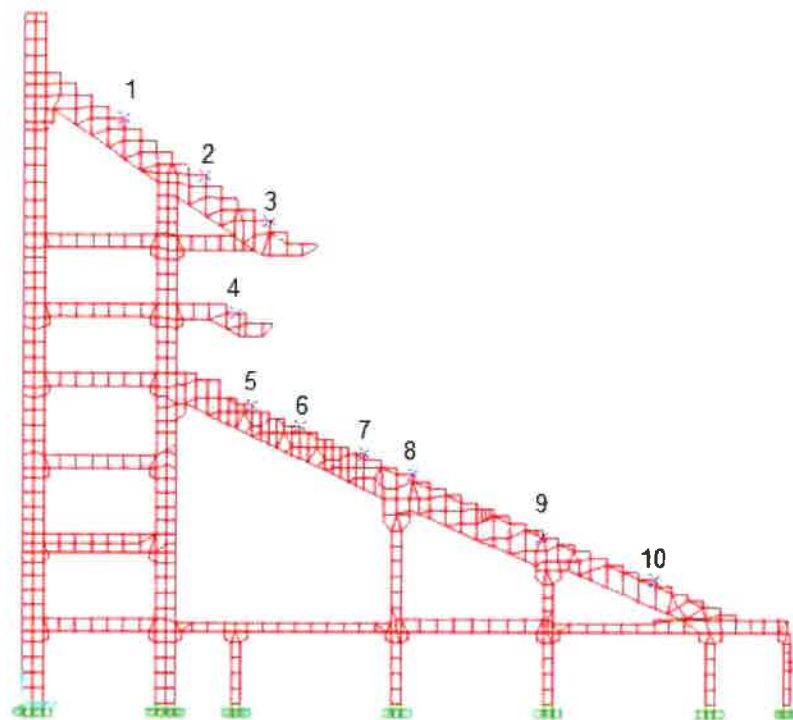


Figura 32 – Pontos de controle do Eixo 1

7.2 Percepção das vibrações

A análise da percepção das vibrações foi realizada conforme os valores limites (Tabela 8) propostos na publicação *Dynamic performance requirements for permanent grandstands subject to crowd action, 2008*.

Tabela 8 – Faixas limites de vibrações para cada cenário

Descrição	Aceleração RMS (mm/s ²)
1 - Eventos esportivos e similares com maior parte do público sentado, com movimentação esporádica	-
2 - Concerto e eventos esportivos com maior parte do público sentado	196 - 294
3 - Shows musicais e eventos esportivos mais animados com maior parte do público em pé se movimentando	735
4 - Eventos com mais energia com maior parte do público em pé se movimentando intensamente	1960

A Tabela 9 apresenta os valores máximos de aceleração (nas direções: vertical, radial e longitudinal) nos pontos de controle.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

Tabela 9 – Acelerações (mm/s²) teóricas devido ao carregamento dinâmico

Cenário	Nó	Vertical	Radial	Longitudinal
Cenário 1	1	12,81	39,50	0,15
	2	23,80	31,50	0,14
	3	47,22	22,52	0,14
	4	37,14	19,03	0,17
	5	53,11	33,46	0,17
	6	104,65	51,66	0,17
	7	117,27	58,22	0,16
	8	100,73	52,21	0,17
	9	35,93	26,25	0,18
	10	10,64	21,70	0,18
Cenário 2	1	12,91	50,50	0,19
	2	28,20	39,65	0,18
	3	58,06	26,01	0,19
	4	44,53	23,12	0,18
	5	54,60	42,18	0,18
	6	105,64	57,90	0,18
	7	117,93	63,20	0,17
	8	101,22	57,06	0,19
	9	36,14	33,15	0,19
	10	10,88	29,24	0,19
Cenário 3	1	13,33	50,20	0,23
	2	26,99	41,07	0,19
	3	54,17	30,18	0,17
	4	42,59	24,33	0,19
	5	54,64	38,33	0,19
	6	107,33	55,36	0,19
	7	120,34	61,51	0,18
	8	103,44	55,41	0,20
	9	36,96	30,30	0,20
	10	11,00	26,15	0,21

Segundo os limites de vibração propostos na Tabela 8 e os valores obtidos na Tabela 9, não haverá desconforto para o público, durante os eventos.

7.3 Análise da segurança estrutural quando às vibrações

Para a avaliação da segurança estrutural do edifício, utiliza-se a norma DIN 4150/3, que estabelece os valores aceitáveis para a velocidade, a partir dos quais a probabilidade de ocorrência de algum dano estrutural passa a ser considerada. Tais limites são apresentados na Tabela 10 e as velocidades obtidas do modelo estão na Tabela 11.

NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

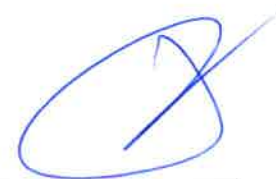
Tabela 10 – Valores da velocidade de pico para avaliação da segurança estrutural (DIN 4115/3)

Tipo de Edificação	Velocidade (mm/s)			
	Na fundação			No plano do pavimento
	< 10 Hz	10 - 50 Hz	50 - 100 Hz	Todas as frequências
Edifícios	20	20-40	45-50	40

Tabela 11 – Velocidades (mm/s) de pico devido ao carregamento dinâmico

Cenário	Nó	Vertical	Radial	Longitudinal
Cenário 1	1	1,83	8,78	0,03
	2	4,41	7,28	0,03
	3	8,03	5,13	0,03
	4	7,25	3,81	0,03
	5	6,55	6,53	0,03
	6	11,84	8,94	0,03
	7	13,29	9,60	0,03
	8	11,79	8,85	0,02
	9	4,37	5,43	0,03
	10	1,42	4,41	0,03
Cenário 2	1	1,87	9,27	0,03
	2	4,61	7,75	0,03
	3	8,37	5,47	0,03
	4	7,59	4,19	0,03
	5	6,68	6,79	0,03
	6	11,92	9,16	0,03
	7	13,76	9,78	0,03
	8	12,21	9,03	0,03
	9	4,53	5,63	0,03
	10	1,43	4,61	0,03
Cenário 3	1	1,97	10,57	0,04
	2	5,07	8,84	0,03
	3	9,35	6,27	0,03
	4	8,37	5,08	0,04
	5	6,97	7,37	0,03
	6	12,23	9,67	0,03
	7	14,87	10,21	0,03
	8	13,18	9,44	0,03
	9	4,89	6,09	0,04
	10	1,49	5,11	0,04

As velocidades obtidas foram inferiores a 40mm/s.



NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

8 CONCLUSÃO

Com base nos dados e resultados apresentados, conclui-se que:

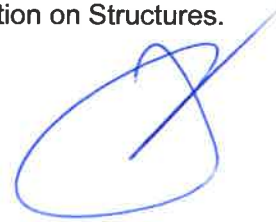
- O ensaio para avaliação do comportamento dinâmico da estrutura foi realizado por meio de excitação simulando a torcida;
- A primeira frequência natural da cobertura é aproximadamente 1,4Hz.
- As primeiras frequências naturais da arquibancada correspondem a modos de vibração com flexão dos pilares, em torno de 3Hz. As frequências naturais correspondentes aos modos de flexão das arquibancadas estão acima de 8Hz;
- As frequências naturais encontradas nos ensaios são próximas às dos modelos teóricos;
- Os três cenários de carregamento dinâmico, aplicados no modelo, resultaram em acelerações médias inferiores aos limites propostos na Tabela 8;
- A publicação *Dynamic performance requirements for permanent grandstands subject to crowd action* (2008) não indica limites de vibração para situações esporádicas e por um curto período de tempo, como por exemplo, durante a comemoração de um gol. Nestas situações, as vibrações podem ser mais perceptíveis, mas por curto período de tempo, que não causará desconforto ao público;
- Os três cenários de carregamento dinâmico, aplicados no modelo, resultaram em velocidades de pico inferiores a 40mm/s, ou seja, quanto às vibrações, a estrutura das arquibancadas é segura;
- De modo geral, a estrutura se mostrou apta a receber as solicitações dinâmicas típicas do público de atividades desportivas e shows musicais.



9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dynamic performance requirements for permanent grandstands subject to crowd action, 2008.

DIN 4150 part 3 (1999): Structural vibration - Effects of Vibration on Structures.



NOTA: É proibida a reprodução parcial ou total deste documento sem autorização prévia.

Anexo 2

Anotação de Responsabilidade Técnica



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

ART de Obra ou Serviço
92221220141503033

1. Responsável Técnico

FRANCISCO GERALDO CACADOR

Título Profissional: **Engenheiro Civil**

Empresa Contratada:

RNP: **1402717113**

Registro: **5060272889-SP**

Registro: **0000000-SP**

2. Dados do Contrato

Contratante: **REAL ARENAS EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS S/A**

Endereço: **Avenida FRANCISCO MATARAZZO**

Complemento:

Cidade: **São Paulo**

Contrato: **Sem número**

Valor: **R\$ 2.000,00**

Ação Institucional:

Celebrado em: **01/10/2014**

Tipo de Contratante: **Pessoa jurídica de direito privado**

CPF/CNPJ: **09.355.015/0001-47**

Nº: **1705**

Bairro: **ÁGUA BRANCA**

UF: **SP**

Vinculada à Art nº:

CEP: **05001-200**

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Avenida FRANCISCO MATARAZZO**

Complemento:

Cidade: **São Paulo**

Data de Início: **01/10/2014**

Previsão de Término: **31/10/2014**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Comercial**

Proprietário:

Nº: **1705**

Bairro: **ÁGUA BRANCA**

UF: **SP**

CEP: **05001-200**

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

			Quantidade	Unidade
Execução				
1	Laudo	Edificação	125575,34	metro quadrado
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART				

5. Observações

Essa ART refere-se ao laudo técnico de Engenharia realizado no empreendimento Allianz Parque.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

136 - COTIA - ASSOCIAÇÃO DOS ARQUITETOS, ENGENHEIROS E TÉCNICOS DE COTIA - AETEC

8. Assinatura

Declaro serem verdadeiras as informações acima


_____ de _____ de _____
Local data
FRANCISCO GERALDO CACADOR - CPF: 182.092.626-53

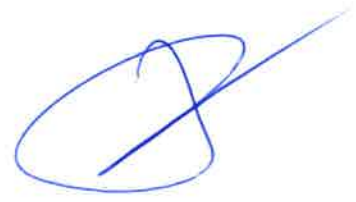
Valor ART R\$ 63,64

Registrada em:

Valor Pago R\$

Nosso Numero: 92221220141503033 Versão do sistema

VALIDADE POR 10 DIAS COM O RECIBO DE PAGAMENTO



**BANCO DO BRASIL****Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo**

Agência / Código do Cedente: 3336-7/00401783-8

Nosso Número: 92221220141503033

Recibo do Sacado**SACADO: FRANCISCO GERALDO CACADOR****CREASP: 5060272889**

Data de Emissão: 29/10/2014

Data Vencimento: 07/11/2014

Numero ART:92221220141503033**Valor****R\$ 63,64**

Depósitos ou transferências entre contas não serão reconhecidos por nossos sistemas.
A quitação do título ocorrerá somente após a informação do crédito bancário.

Autenticação Mecânica

-----CORTE AQUI-----

**BANCO DO BRASIL | 001-9 |****00199.22210 29222.122011 41503.033213 6 62400000006364**

Local de pagamento PAGUE PREFERENCIALMENTE NAS AGÊNCIAS DO BANCO DO BRASIL					Vencimento 07/11/2014
Cedente Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo					Agência / Código do Cedente 3336-7/00401783-8
Data da Emissão 29/10/2014	Número do Documento 92221220141503033	Espécie doc. RC	Aceite N	Data do Processamento 29/10/2014	Nosso número/Código Documento 92221220141503033
Uso do banco	Carteira 18-027	Espécie Moeda R\$	Quantidade	Valor	(=) Valor do Documento R\$ 63,64
Instruções (Texto de responsabilidade do cedente) NÃO RECEBER APÓS O VENCIMENTO. BOLETO REFERENTE A ART Nº92221220141503033 Unidade Cedente: 3336					(-) Desconto / Abatimentos
					(-) Outras deduções
					(+) Mora / Multa
					(+) Outros acréscimos
					(=) Valor cobrado
Sacado FRANCISCO GERALDO CACADOR					Código de baixa
Sacador/Avalista					Ficha de Compensação/Autenticação mecânica



-----CORTE AQUI-----

**Bradesco**

Internet Banking

Comprovante de Transação Bancária

Boleto de Cobrança

Data: 29/10/2014

Nº de controle: 781.849.316.443.50 | Documento: 0000151

Conta de débito: Agência: 1362 | Conta: 36950-0 | Tipo: Conta-Corrente

Nome: DANILO EVERSON ALMEIDA

Código de barras: 00199.22210 29222.122011 41503.033213 6 62400000006364

Banco destinatário: 001 - BANCO DO BRASIL S.A.

Data do vencimento: 07/11/2014

Data de débito: 29/10/2014

Valor total: R\$ 63,64

Descrição: ART CACADOR

A transação acima foi realizada por meio do Bradesco Internet Banking.

Autenticação

2PiVVGDM bNaFLWmx z#bH8ACe VL0TPDfS 8h48?l?u b@Gzn4WK hGQLpbyY nnI573pa
S66xALYj JSP4mfKp 5NVOmqff iL6@rxzg Ec9bttya OQ7rbMME xJP7XZ#D 9dSkz9#q
Vtz@3vOf ejVBJr8B j*m?TD8x AmhZWaKK YFZA3kTd ctWR?vYq 69110164 01753142

Fone Fácil BradescoCapitais e regiões metropolitanas 4002 0022
Demais regiões 0800 570 0022Consulta de saldo, extrato, transações financeiras e de cartão de crédito.
Atendimento 24 horas, 7 dias por semana.SAC - Alô Bradesco
0800 704 8383SAC - Deficiência Auditiva ou de Fala
0800 722 0099Cancelamento, reclamação, informação, sugestão e elogio.
Atendimento 24 horas, 7 dias por semana.

Ouvidoria 0800 727 9933 Atendimento de segunda a sexta-feira das 8h às 18h, exceto feriados.

Demais telefones consulte o site **Fale Conosco**.