



CONPAT
CHIAPAS 2019

XV CONGRESO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN
XVII CONGRESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
8, 9 y 10 DE OCTUBRE DE 2019

**REFORÇO DE BLOCOS DE FUNDAÇÃO DE CONCRETO
ESTUDO DE CASO.**

Ricardo Boni
Engenheiro Civil
PhD Engenharia, São Paulo, Brasil
ricardo.boni@concretophd.com.br

Paulo Helene
Professor Titular da Escola Politécnica da USP
PhD Engenharia, São Paulo, Brasil
paulo.helene@concretophd.com.br

1

Ficha Técnica do Empreendimento

Obra: fecha 2010

3 torres residenciais (166 apartamentos)

Área Total Construída: 42.000 m².

Torre 1: 33 pavimentos.

Torres 2 e 3: 31 pavimentos.

PUC: colapso em

Reforço estrutural realizado em 2018, após colapso do PUC.

2

Desabamento de área de lazer de condomínio

Vitória/ES

Acidente: 19/07/2016
madrugada de terça-feira

em uso (5 anos)

3

≡

MENU

G1

ESPÍRITO SANTO

19/07/2016 09h49 - Atualizado em 19/07/2016 19h32

Área de lazer em condomínio de luxo desaba e porteiro é achado morto

Drone mostra o estrago no Grand Parc, na Enseada do Suá, em Vitória. Suspeita é de vazamento de gás, segundo Corpo de Bombeiros.

Viviane Machado e Victoria Varejão
Do G1 ES

FACEBOOK



As torres do condomínio de luxo Grand Parc Residencial Resort, na Enseada do Suá, em Vitória, foram esvaziadas após toda a **área de lazer desabar, na manhã desta terça-feira (19)**. Quatro pessoas ficaram feridas e **um porteiro ficou desaparecido até as 17h. Ele foi encontrado morto**. O desabamento aconteceu por volta de 3h.

<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/07/torres-de-condominio-de-luxo-no-es-sao-esvaziadas-apos-desabamento.html>

4



5

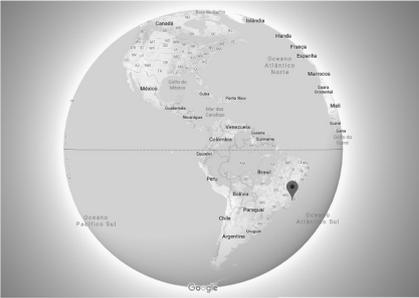


6



9

Localização: Vitória, ES



Fonte: www.google.com.br/maps

Localizado na cidade de Vitória, ES (520 km da cidade do Rio de Janeiro)
Muito próximo da orla marítima (250m).



Fonte: www.google.com.br/maps

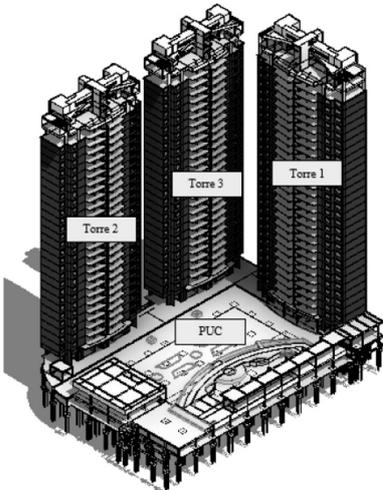
10

Empreendimento

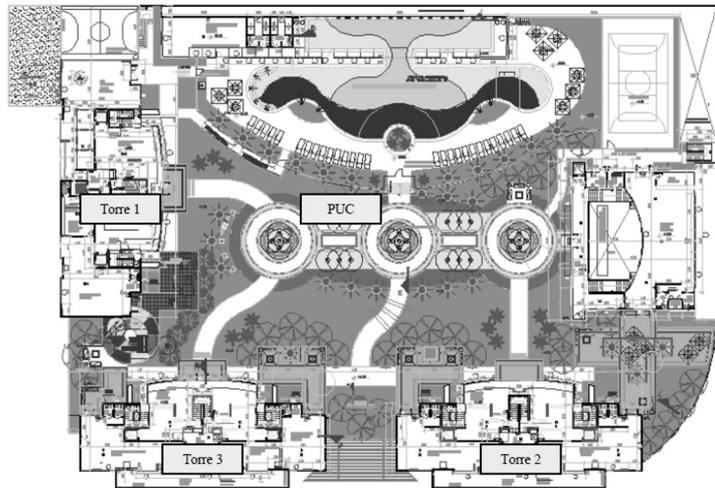


11

Empreendimento



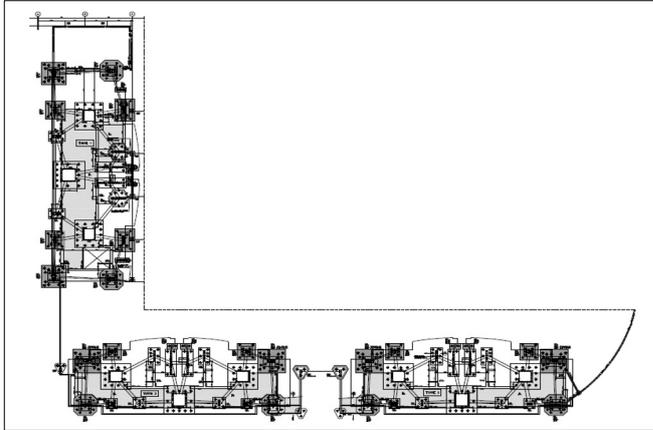
Fonte: Escritório França & Associados Projetos Estruturais



Fonte: Escritório Arketo Projetos e Planejamento

12

Reforço Estrutural dos Blocos de Fundação localizados sob as Torres



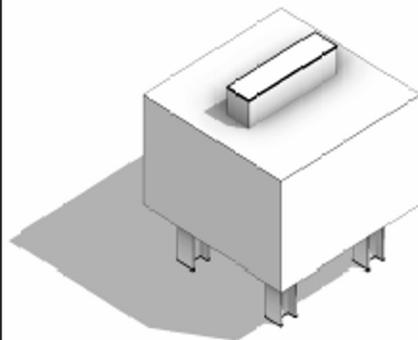
Considerando as 3 torres residenciais:

- ✓ foram reforçados um total de 20 blocos de fundação localizados sobre as torres residenciais;
- ✓ para tanto foram cravadas 152 estacas metálicas adicionais com comprimentos variando de 20 a 22 metros e capacidade de carga de até 258tf.

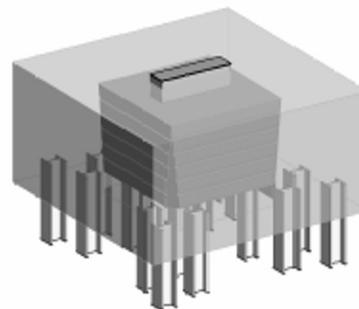
13

Reforço Estrutural dos Blocos de Fundação localizados sob as Torres

Situação dos blocos **Antes** do Reforço Estrutural



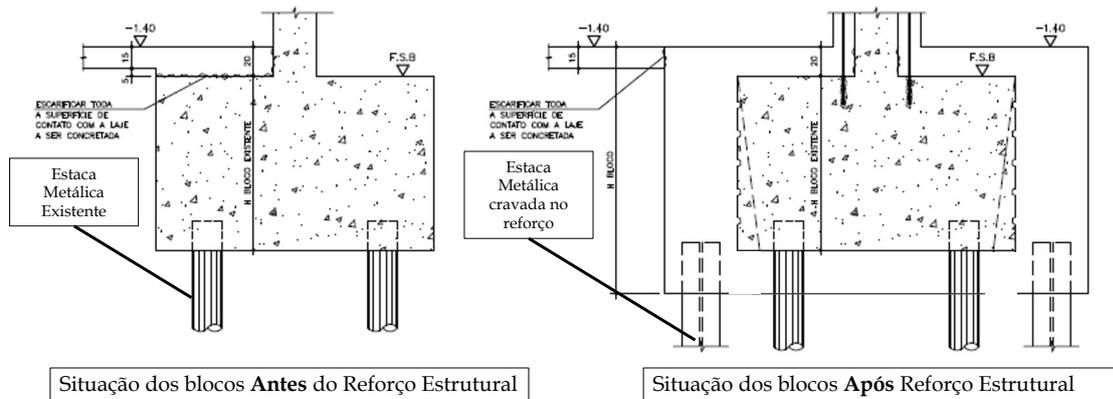
Situação dos blocos **Após** Reforço Estrutural



Foram cravadas novas estacas metálicas na periferia dos blocos existentes e estes foram envolvidos por concreto.

14

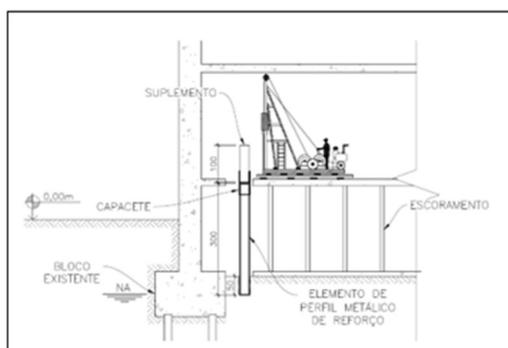
Reforço Estrutural dos Blocos de Fundação localizados sob as Torres



15

Etapas executivas

Cravação das estacas metálicas na periferia dos blocos.



Para execução dessa etapa, houve necessidade de adaptação dos equipamentos de cravação (em virtude da distância entre lajes), escoramento da laje sob a qual o equipamento de cravação ficou apoiado e corte/solda das estacas durante os serviços de cravação.

16

Etapas executivas

Escavação do entorno dos Blocos



Durante esta etapa, houve necessidade de rebaixamento pontual do nível d'água e escoramento lateral do solo. Na oportunidade também foram verificadas as condições dos blocos e estacas existentes.

17

Etapas executivas

Preparação das Superfícies dos blocos

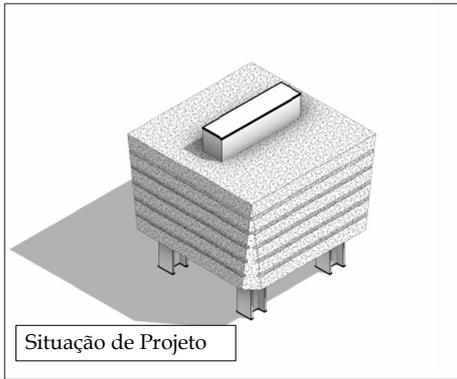


Execução de chanfros e sulcos nos blocos existentes.

18

Etapas executivas

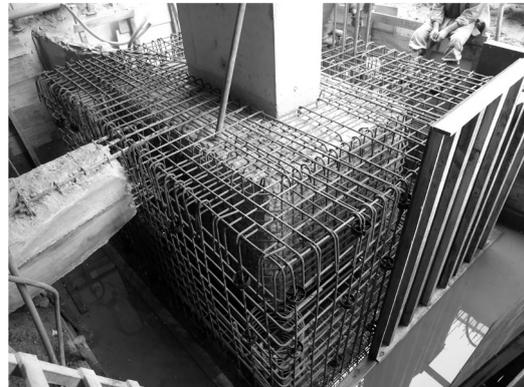
Preparação das Superfícies dos blocos: Projeto e Situação *in loco*



19

Etapas executivas

Serviços de Armação e Fôrmas



20

Etapas executivas

Eventos de Concretagem



Concretagem realizadas com bombas estacionárias.

21

Traço de Concreto

- ✓ Definido após realização de um extenso estudo de dosagem racional e experimental;
- ✓ $f_{ck} \geq 40\text{MPa}$;
- ✓ Concreto autoadensável: classe de espalhamento SF2;
- ✓ Execução de evento de concretagem protótipo.

Tabela: Traço de concreto em massa, materiais secos, para 1m^3 de concreto

Traço de concreto autoadensável, classe de espalhamento SF2*	Concebido para $f_{ck} 40\text{MPa}$
consumo de cimento por m^3 (CP III-40-RS)	425kg
relação água/cimento	0,43
água	183kg
areia fina	329kg
areia média	494kg
brita 0	960kg
aditivo polifuncional	2,5kg
aditivo superplastificante	1,5kg

(*) conforme ABNT NBR 15823-1:2010 "Concreto auto-adensável parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco".

22

Etapas executivas

Eventos de Concretagem



Ensaio de recebimento do concreto realizado de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 15823-2: 2010 “Concreto auto-adensável parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento – Método do cone de Abrams”.

23

Resultados

Inspeção visual

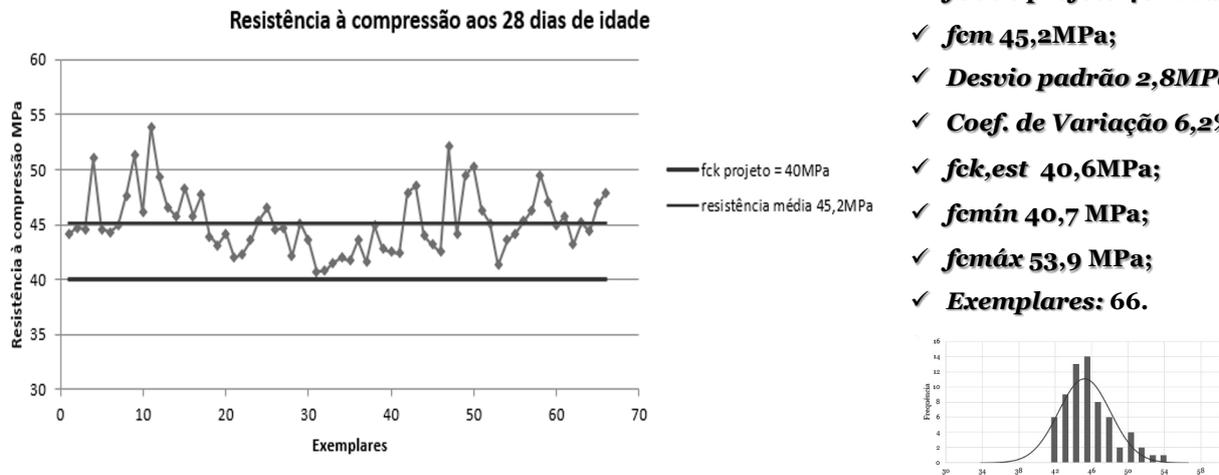


Os blocos não apresentaram fissuras decorrentes do fenômeno de retração ou qualquer outro tipo de falha de concretagem relevante que pudesse comprometer sua integridade, durabilidade e/ou vida útil da estrutura.

24

Resultados

Carta de Valores Individuais e Histograma



25

Considerações finais

Foi possível constatar que o conjunto formado por:

- ✓ Traço de concreto tecnicamente mais apropriado por meio de estudos experimentais de dosagem e eventos protótipos;
- ✓ procedimentos executivos adequados e previamente discutidos com todos os envolvidos;
- ✓ boas práticas de engenharia em conformidade com a normalização vigente e;
- ✓ acompanhamento/controlado sistemáticos dos eventos de concretagem.

Resultado Positivo

26

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

PhD Engenharia
www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br