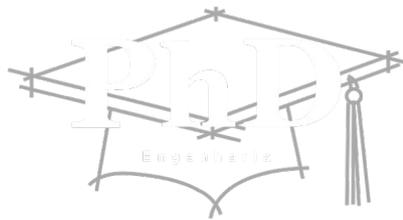


# *Intervenção Estrutural*

## *Ed. União*



edifício  
**UNÃO**

08 de março de 2012

São Paulo

1

## *Ed. União - Fachada lateral*



2

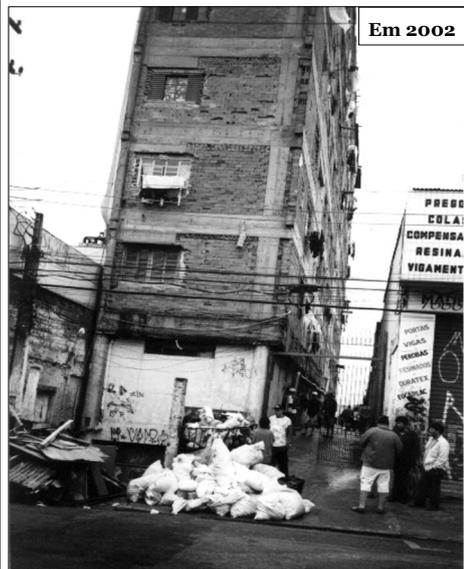
## ***Breve histórico do Edifício...***

- Começou a ser construído no final da década de 60;
- Foi abandonado inacabado, devido ao falecimento do construtor/proprietário;
- Na década de 80 virou abrigo de diversas famílias (72) que executaram por conta própria as alvenarias, instalaram portas, janelas, sistemas hidráulico e elétrico;
- A partir de 2002 um grupo de alunos da FAU.USP liderados pela Prof. Maria Ruth Amaral começaram a fazer diversas melhorias, tais como o desadensamento das famílias, implantação da rede elétrica e reforma da fachada frontal.

direitos reservados 2012

3

## ***Breve histórico...***



4

## *Ed. União*

- Localização: Rua Sólon, 934, Bom Retiro - SP;
  - Pavimentos: 8 tipo e 1 subsolo;
  - Famílias: 42;
- ✓ Nenhum tipo de manutenção preventiva e nem mesmo sistema de impermeabilização foram realizados. A estrutura ficou exposta à atmosfera agressiva de São Paulo por cerca de 50anos;
- ✓ Em 2011 detectou-se a necessidade de medidas corretivas na estrutura.

direitos reservados 2012

5



Subsolo em 2011

6



Pilares do subsolo

7



Pilares do subsolo

8



Lajes do subsolo

9



Vigas do subsolo

10



11



12

## ***Início das ações corretivas***

---

- Em agosto de 2011 foi iniciado o reforço estrutural em 8 pilares cilíndricos do subsolo;
- Como o Edifício não tinha recursos para fazer frente aos gastos com uma intervenção corretiva tradicional, optou-se por treinamento dos moradores com técnicas de reforço, em regime de mutirão;
- Os materiais foram doados pelas empresas MC Bauchemie e Gerdau;
- O projeto foi elaborado pela PhD Engenharia assim como as técnicas práticas de reforço.

direitos reservados 2012

13

## ***Procedimentos para o reforço dos pilares***

---

1. Projeto e materiais;
2. Preparação do substrato;
3. Montagem da armadura;
4. Preparação da fôrma;
5. Preparação do graute;
6. Concretagem;
7. Desfôrma;

direitos reservados 2012

14

## Projeto e materiais para o reforço

### 1- Armadura:

#### ➤ Barras longitudinais:

- 17 Ø 12,5mm a cada 10cm;
- CA-50 nervuradas - Gerdau;

#### ➤ Barras transversais (estribos):

- 60 Ø 4,2mm a cada 5cm;
- CA-60 lisos - Gerdau;
- “dobrados” ou espiral com ganchos nas pontas;
- comprimento de transpasse de 30cm.

### 2- Graute (Emcekrete 50 da MC Bauchemie):

- $f_{ck}$  50MPa;

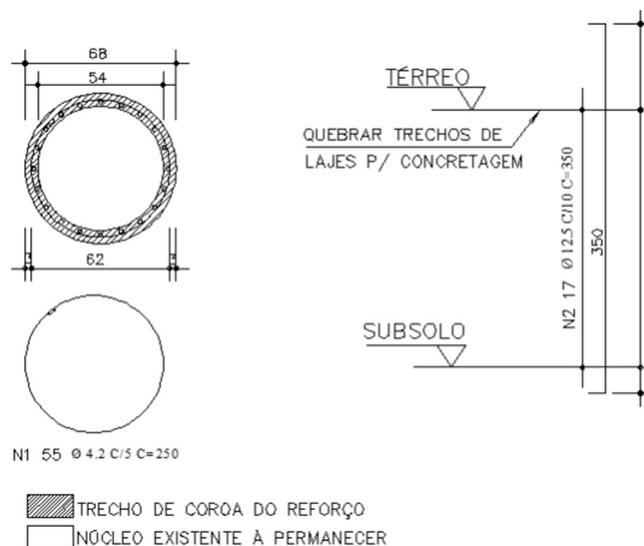
### 3- Pedrisco:

- lavado e peneirado (7,5kg por saco).

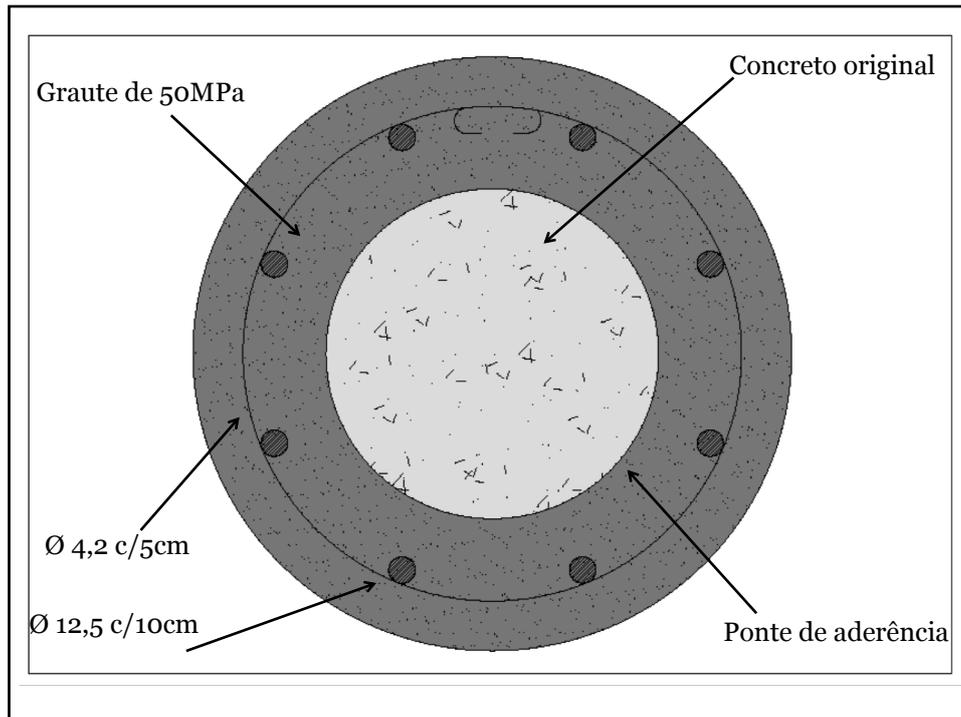
direitos reservados 2012

15

## Projeto do reforço (encamisamento)



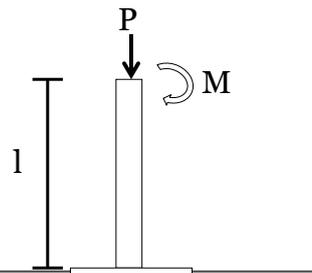
16



17

## Capacidade de Carga do Reforço

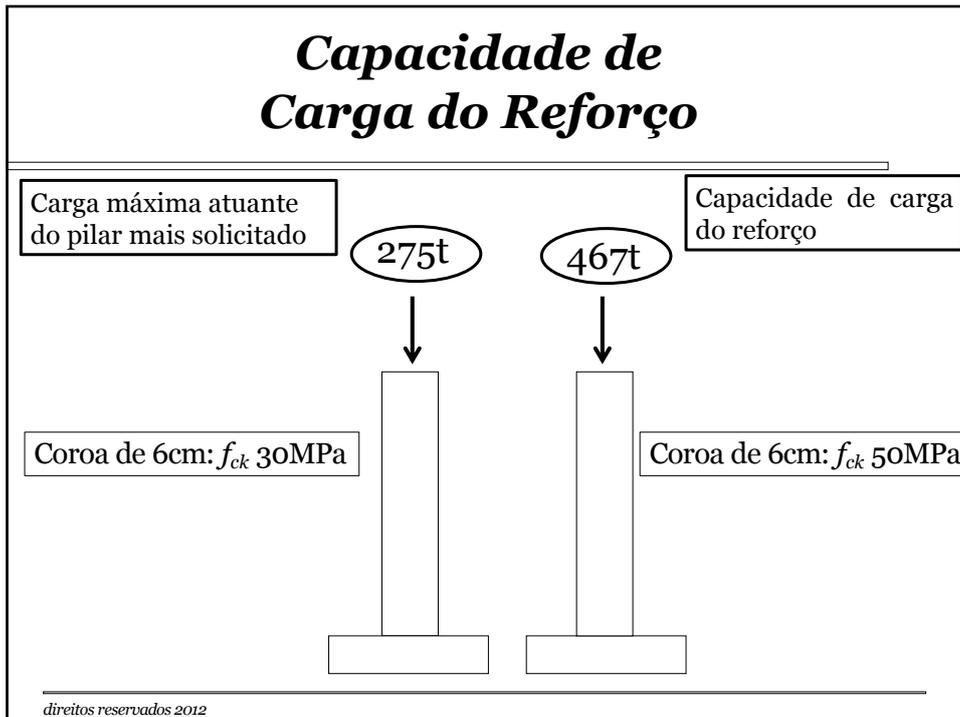
- ✓ O reforço foi projetado para suportar sozinho toda a carga, desprezando a resistência do pilar original;
- ✓ O esforço é constituído essencialmente pela força normal de compressão simples, como também do momento fletor;
- ✓ A armadura do reforço foi calculada como a armação principal do pilar, desconsiderando a já existente devido a corrosão da armadura.



direitos reservados 2012

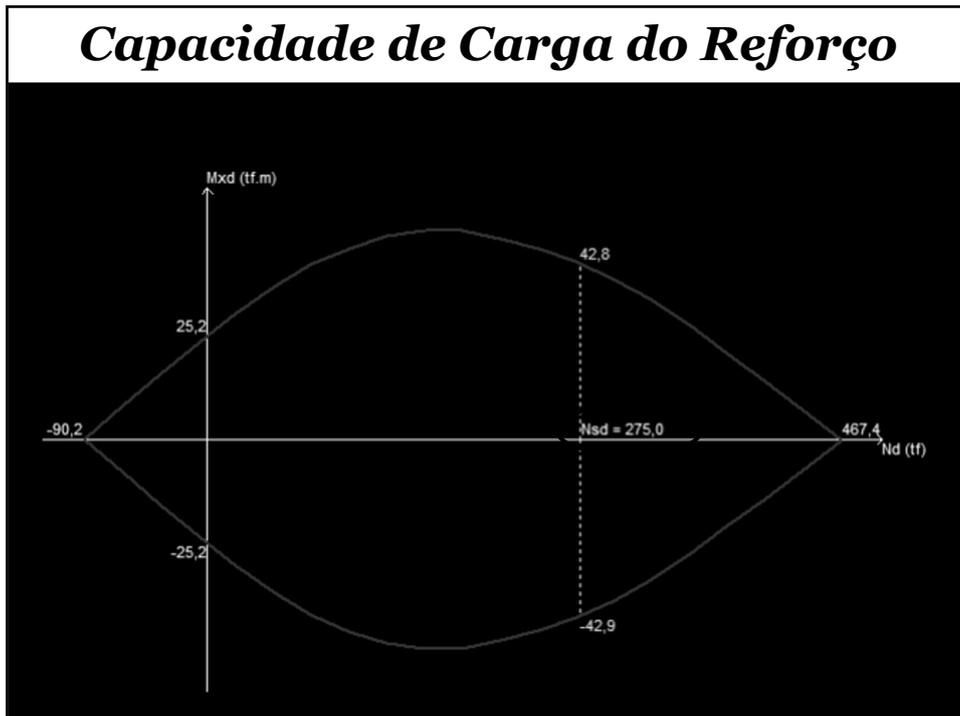
18

## Capacidade de Carga do Reforço



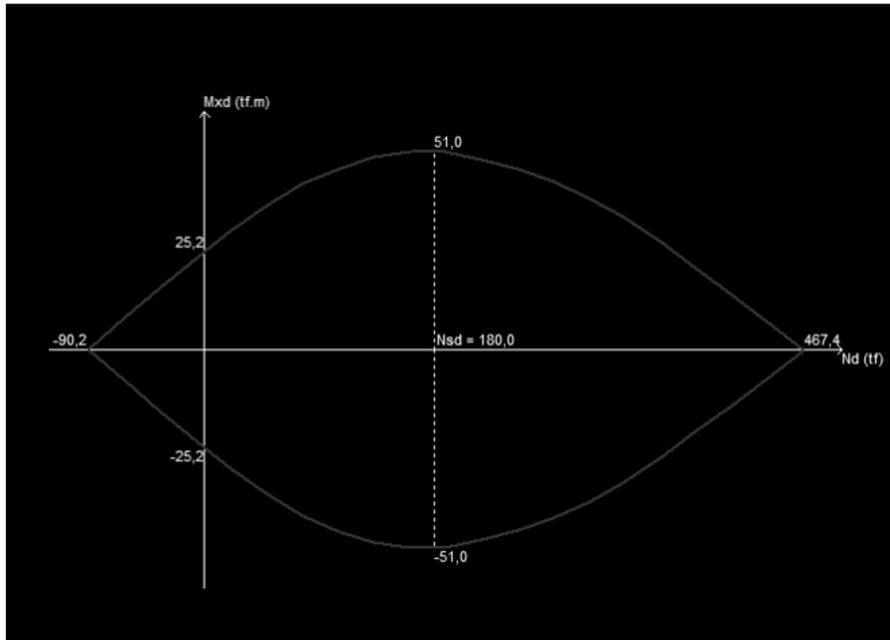
19

## Capacidade de Carga do Reforço



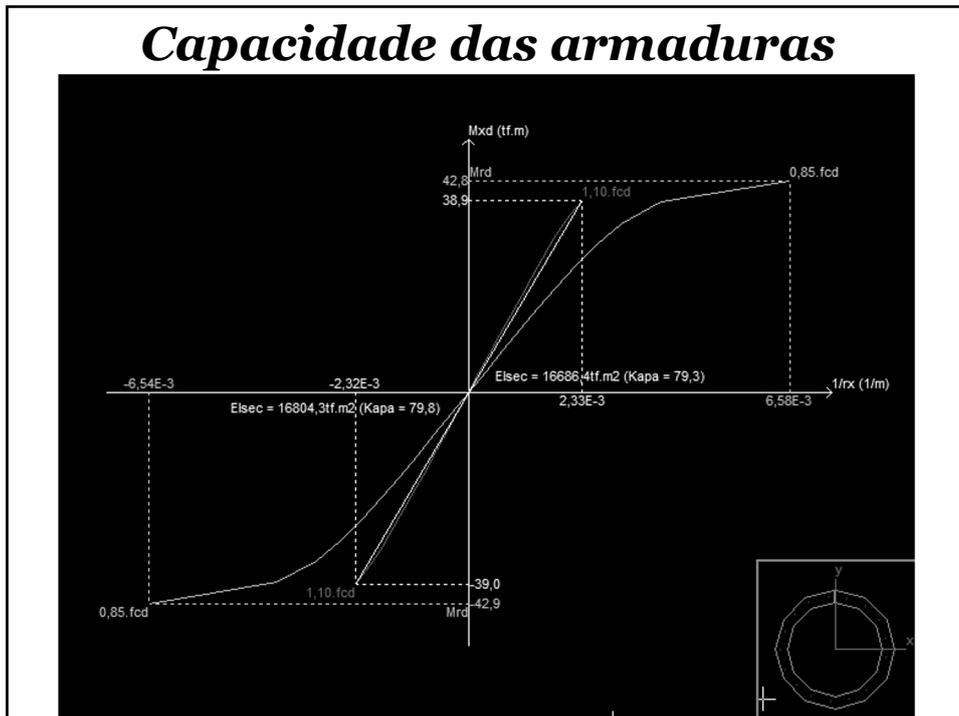
20

## Capacidade de Carga do Reforço



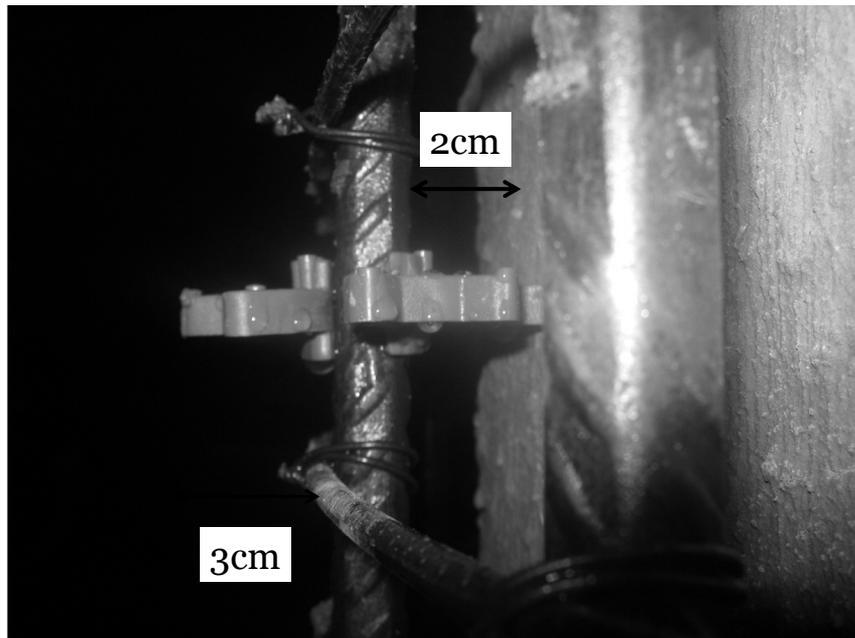
21

## Capacidade das armaduras



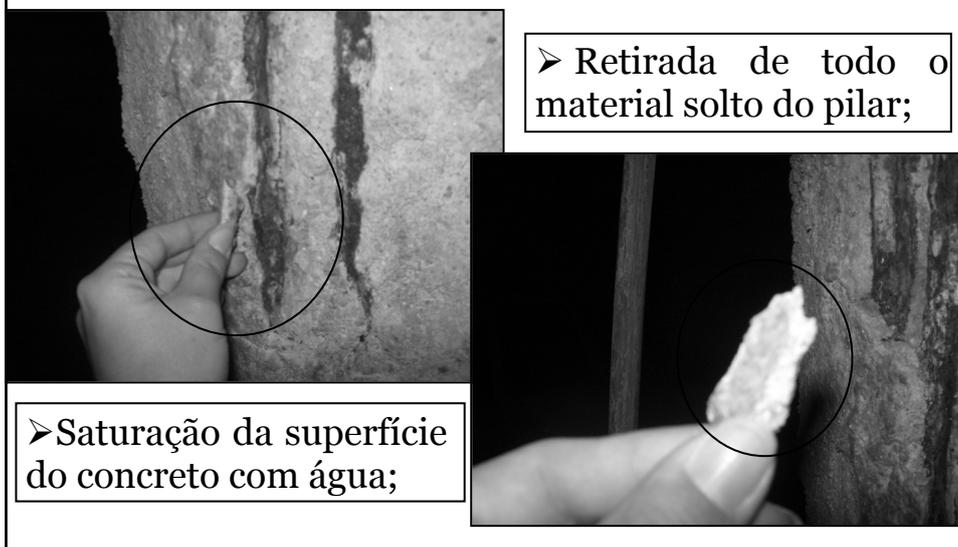
22

## ***Cobrimento***



23

## ***Preparação do Substrato (Parte 1)***



24

## ***Preparação do Substrato (Parte 2)***

- Superfície limpa e livre de partículas soltas e poeira;
- Ponte de aderência Zentrifiz KMH (MC Bauchemie); → 1 saco de 25kg para 5 litros de água
- Misturador mecânico de baixa rotação, mistura realizada por pelo menos 5 minutos, até obtenção de uma argamassa consistente;

direitos reservados 2012

25

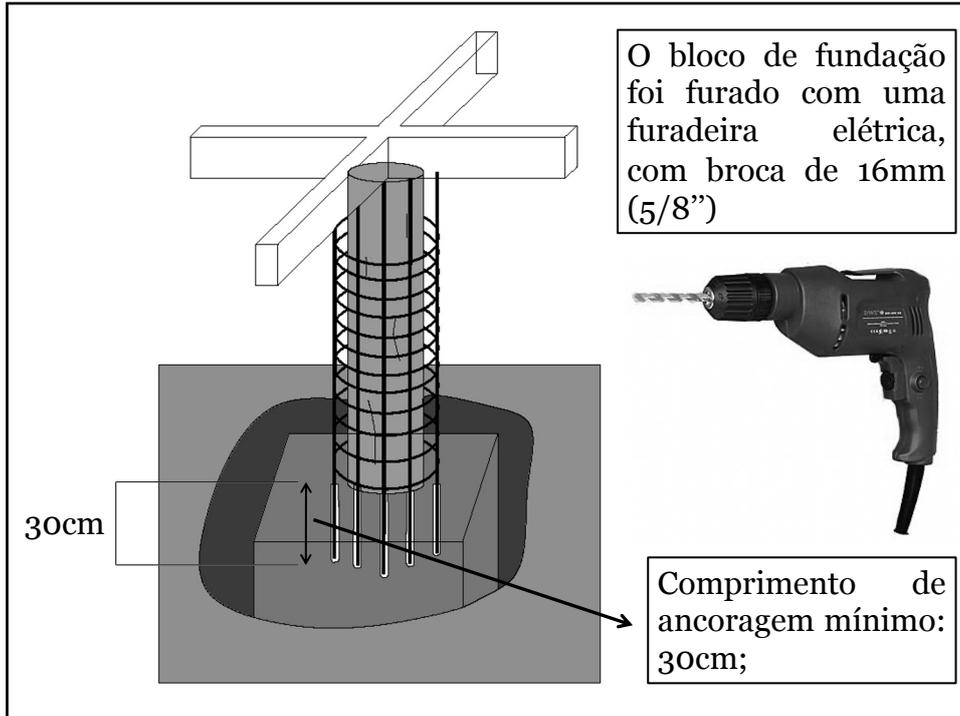
## ***Preparação do Substrato (Parte 3)***



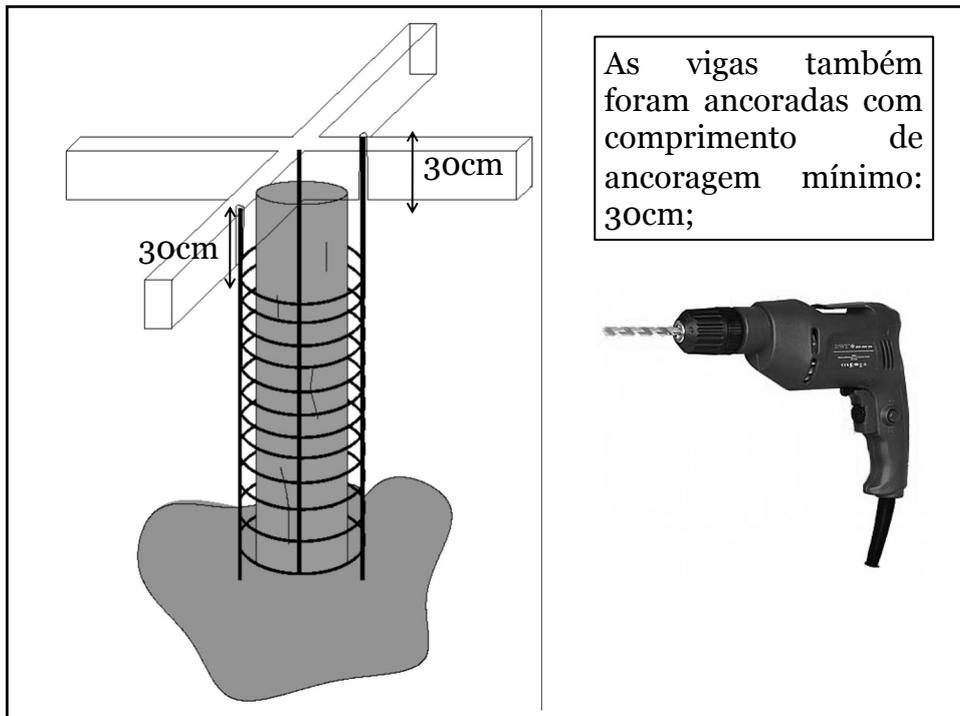
➤ Antes da aplicação da ponte de aderência, as superfícies foram ligeiramente umedecidas;

➤ Aplicação da mistura em toda superfície do pilar, através de um pincel tipo brocha;

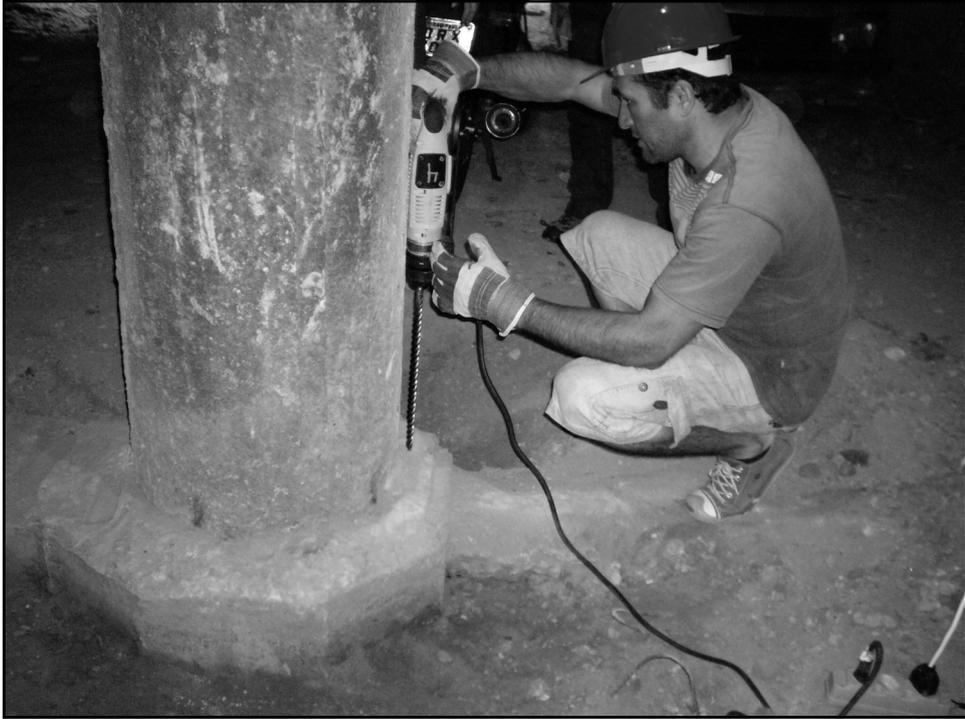
26



27



28

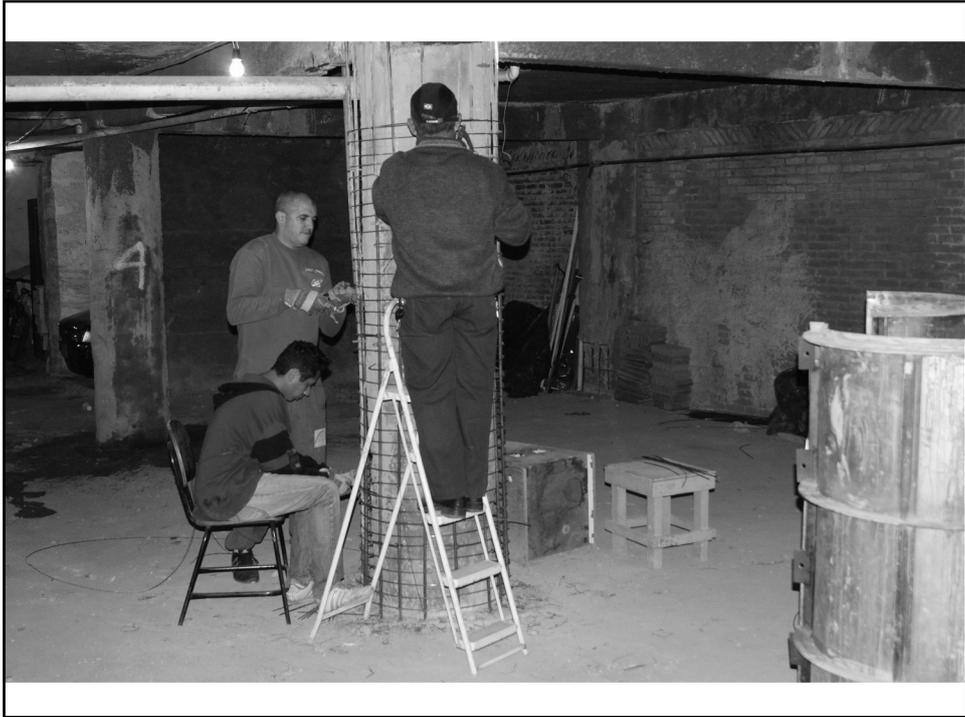


29

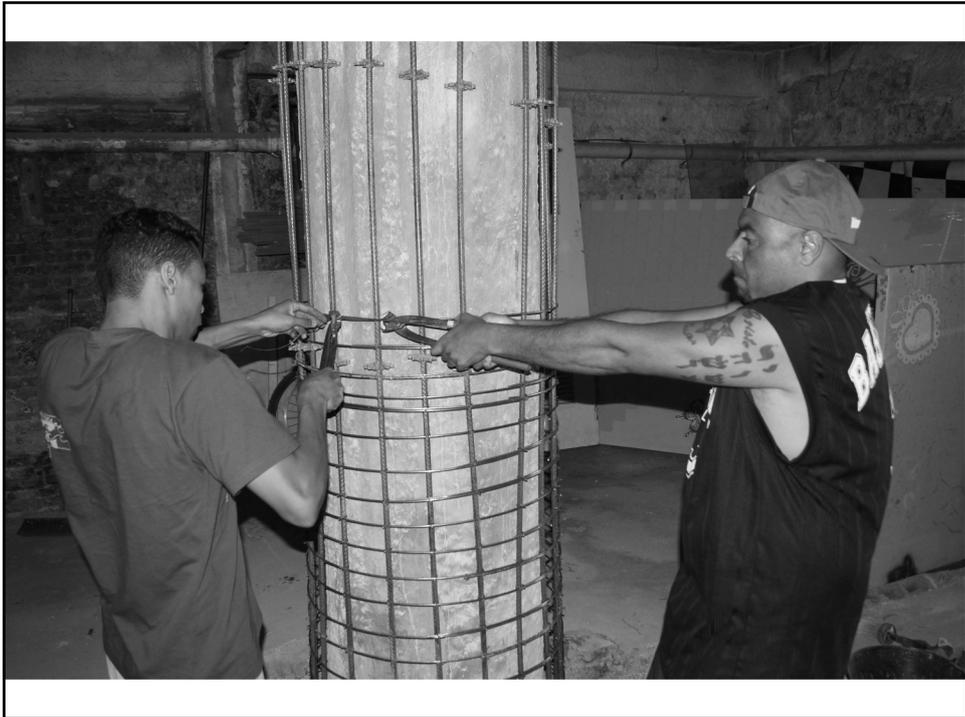
## *Montagem da Armadura*



30



31

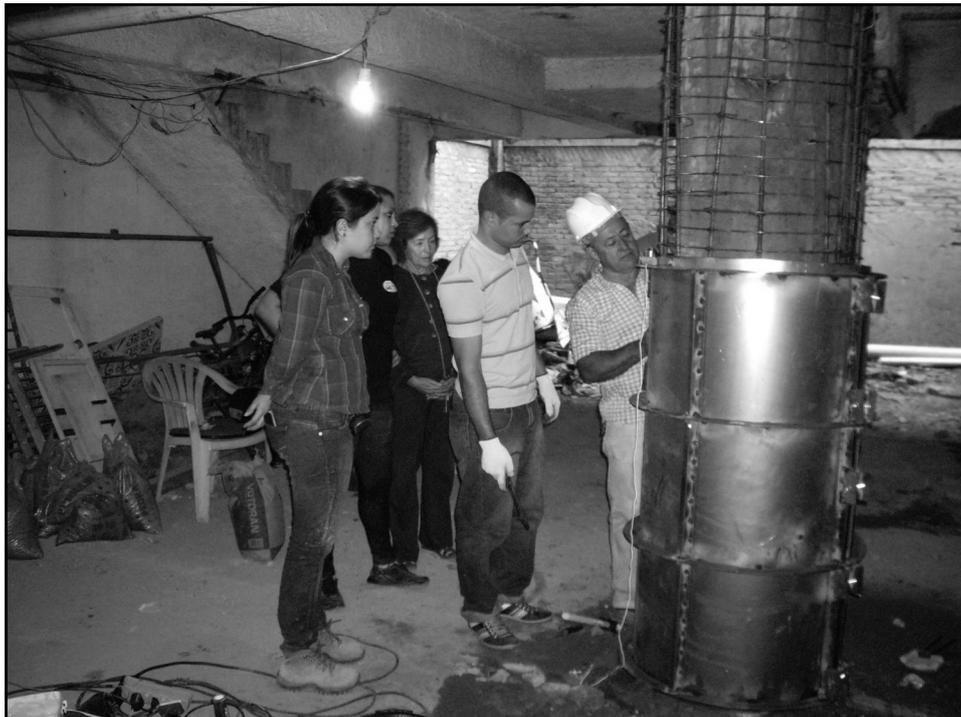


32

## *Preparação da Fôrma*



33



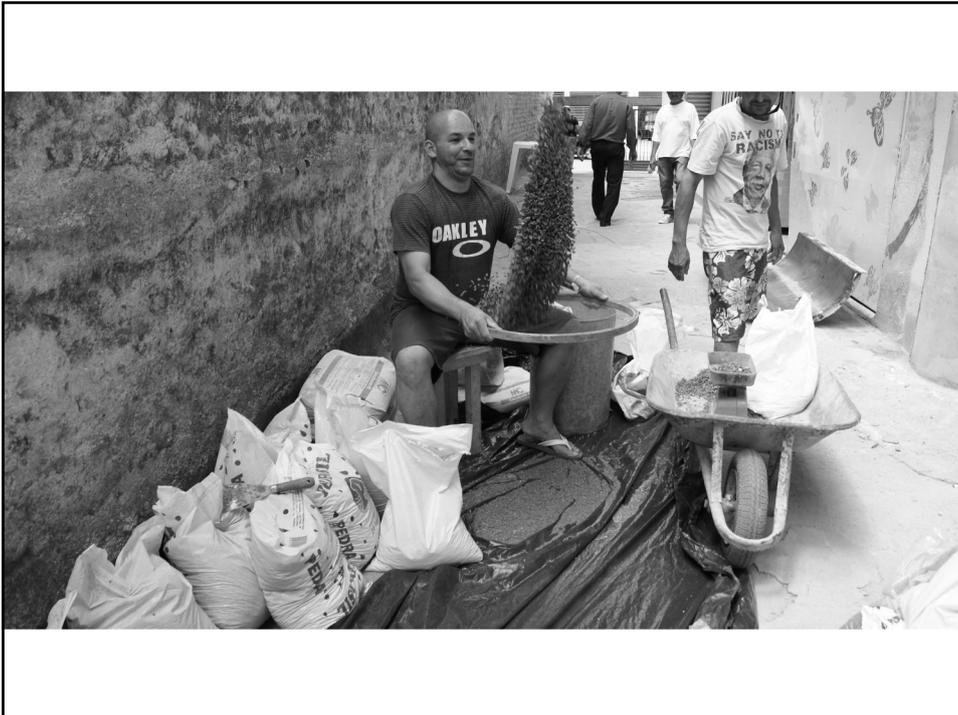
34

## *Preparação do Graute*

- 1- O pedrisco foi peneirado, para retirar o material pulverulento;
- 2- Foi pesado 7,5kg para cada saco de graute.



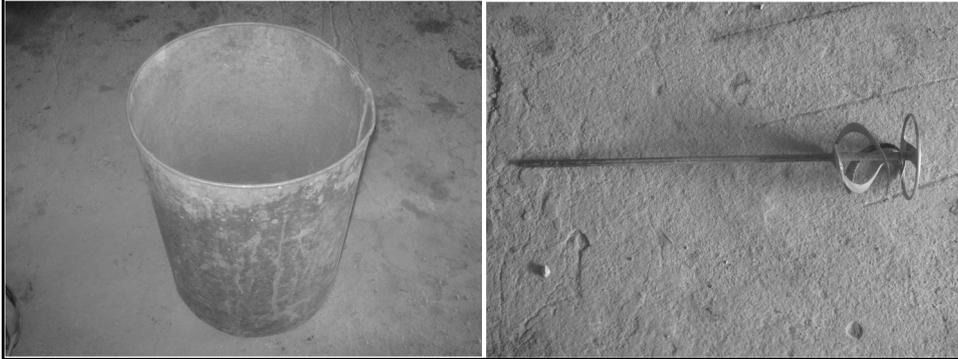
35



36

## *Preparação do Graute*

- 3- Balde metálico de fundo reto;
- 4- Haste metálica helicoidal acoplada ao martelete;
- 5- A água foi dosada através de um recipiente calibrado (3,0l);



37

Graute sendo misturado por aproximadamente 5 minutos

Utilização de EPI



38

Preenchimento do graute na fôrma



39

Utilização de martelo de borracha



40



41

### ***Preenchimento do Graute na fôrma***



42



43



44



45

Como ficou  
em novembro  
de 2011?

46



47



48



49



50

## **Resultados do Controle Tecnológico**

Foram moldados 2 corpos de prova por pilar com dimensões 10x20cm. Os resultados de resistência mecânica encontram-se na tabela abaixo. Todos os resultados são superiores ao especificado em projeto.

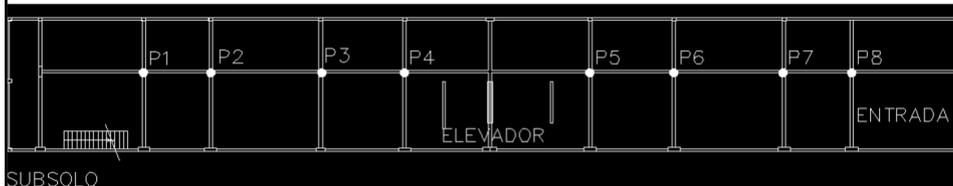
Ensaio	$f_{ck}$ (MPa)	Idade (dias)	Resistência à compressão axial (MPa)
<b>1</b>	50	30	64,8
<b>2</b>	50	30	63,9
<b>3</b>	50	29	73,8
<b>4</b>	50	30	56,0

direitos reservados 2012

51

## **Planta do Subsolo**

Na 1<sup>o</sup> etapa foram reforçados 8 pilares Ø 54cm (localizados no subsolo), relacionados na figura abaixo:



Pilares	Data de concretagem
P1	20/08/2011
P2	27/08/2011
P3	04/09/2011
P5	08/10/2011

direitos reservados 2012

52

## ***Normas obedecidas***

---

- ✓ Projeto: ABNT NBR 6118:2007 “*Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*”
- ✓ Execução: ANBT NBR 14931:2004 “*Execução de estruturas de concreto – Procedimento*”
- ✓ Moldagem dos corpos de prova: ABNT NBR 5738:2008 “*Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova*”
- ✓ Ensaio realizado nos corpos-de-prova: ABNT NBR 5739:2007 “*Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*”.

direitos reservados 2012

53

## ***Dados Gerais***

---

- Início: agosto de 2011
- Término: novembro de 2011
- Dias trabalhados: 24 dias (12 finais de semana)
- Produtividade: 1 pilar a cada 3 dias
- Orientação: PhD Engenharia
- Apoio: Prof. Maria Ruth do Amaral
- Mão-de-obra: moradores do Edifício
- Materiais: doação MC Bauchemie e Gerdau
- Coordenação: Francisco Bezerra (morador)

direitos reservados 2012

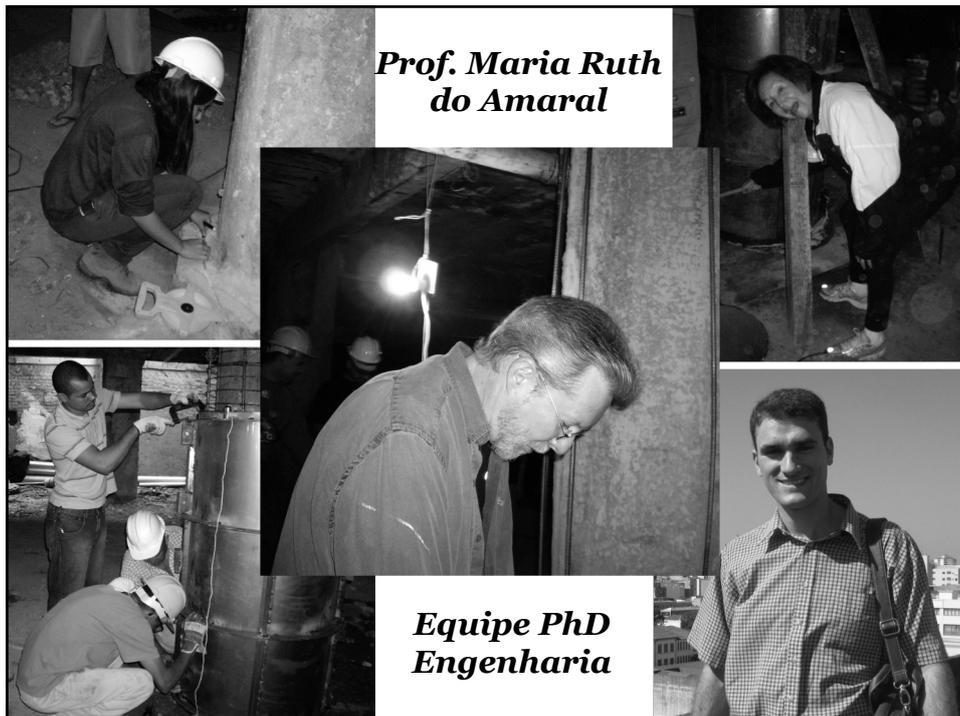
54

## ***Agradecimento aos moradores***

<b>Alexandre</b>	<b>Ivon/Allam/Iram(família)</b>	<b>Cinesia</b>
<b>Allam (Rosé)</b>	<b>Joel</b>	<b>Damiana</b>
<b>Arí (1.Andar)</b>	<b>José Soares</b>	<b>Dona Val</b>
<b>Carlos (Dudu)</b>	<b>Juam (Bolivia)</b>	<b>Fátima</b>
<b>Carlos (Lucia)</b>	<b>Juracir</b>	<b>Glória</b>
<b>Cezar</b>	<b>Manuel</b>	<b>Graça</b>
<b>Cícero</b>	<b>Mario</b>	<b>Josefa</b>
<b>Claudio</b>	<b>Marivaldo</b>	<b>Kandra</b>
<b>Dantas</b>	<b>Mauro</b>	<b>Lúcia</b>
<b>Deda</b>	<b>Pedro</b>	<b>Márcia</b>
<b>Elton</b>	<b>Ricardo</b>	<b>Marinetti</b>
<b>Erivaldo/Antonio</b>	<b>Roberto</b>	<b>Marlene</b>
<b>Francisco (Bionor)</b>	<b>Rômulo</b>	<b>Nicinha</b>
<b>Francisco (Chico)</b>	<b>Sem Augusto</b>	<b>Rosé</b>
<b>Ginaldo</b>	<b>Silvio</b>	<b>Samia(Roberto)</b>
<b>Itamar (Kinho)</b>	<b>Vagner(Cabeça)</b>	<b>Sônia</b>
		<b>Vinga</b>

*direitos reservados 2012*

55



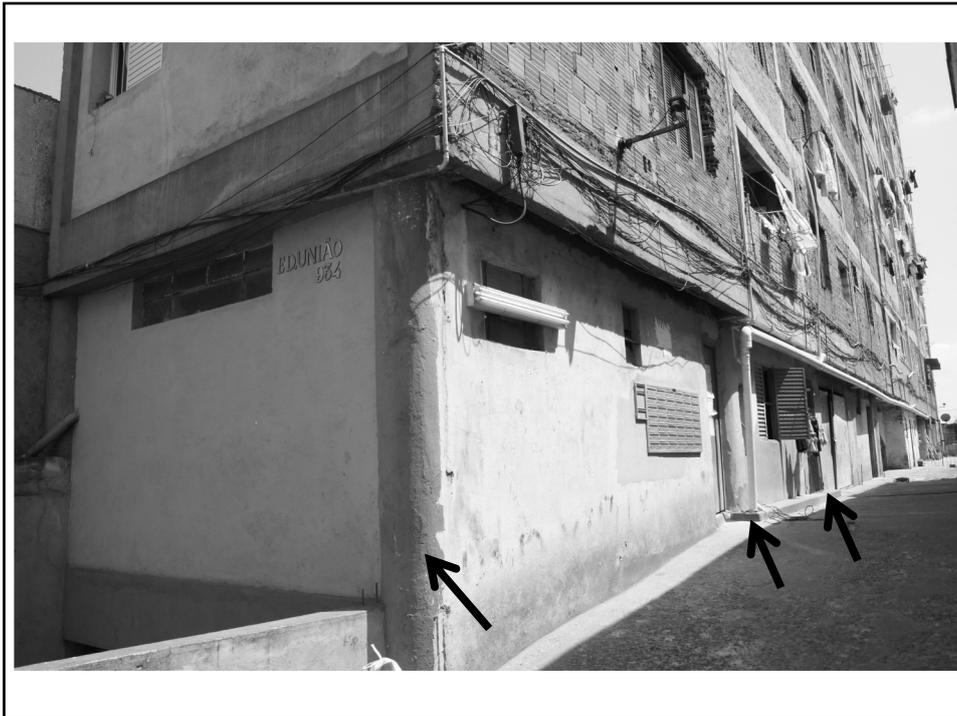
56



57

Atualmente está em  
andamento o  
reforço de mais 8  
pilares no térreo...

58



59

Os pilares também apresentam corrosão de armadura avançada.



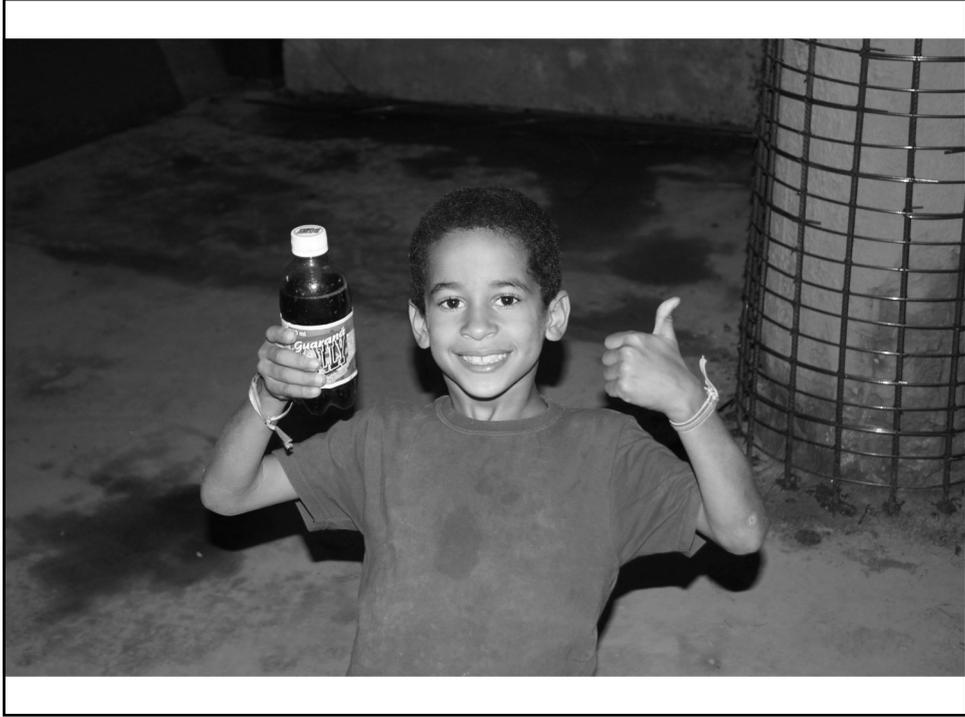
60

“Não podemos mudar o passado, mas podemos nos unir para transformar o futuro e melhorar a qualidade de vida de 42 famílias e de um número igual de crianças que buscam inclusão social e o orgulho de morar num edifício em que se sintam dignos, trabalhando em comunidade e alimentando os seus sonhos de felicidade” Maria Ruth Amaral

61



62



63