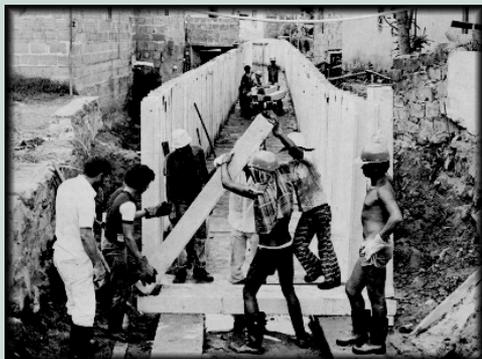


# ESTUDO TÉCNICO



**ARGAMASSA ARMADA:**  
*Aplicação em  
Urbanização de Favelas  
e Saneamento Básico*



Associação  
Brasileira de  
Cimento Portland





Associação Brasileira de Cimento Portland

**ARGAMASSA ARMADA:  
APLICAÇÃO EM URBANIZAÇÃO DE  
FAVELAS E SANEAMENTO BÁSICO**

por

*Robério Ribeiro Bezerra  
Engenheiro Civil*

São Paulo  
setembro de 1999  
(mudanças no aspecto gráfico)

Revisão: 2

1ª edição - 1984  
2ª edição - 1999 (mudanças no aspecto gráfico)

F  
691.53 Bezerra, Robério Ribeiro  
B574a Argamassa armada: aplicação em urbanização  
de favelas e saneamento básico. São Paulo, ABCP,  
2.ed. 1999.  
56p. ilus. 21cm. (ET-64)

## **ISBN**

Argamassa armada  
Canais - Revestimento  
Série

Proibida a reprodução total ou parcial.  
Todos os direitos reservados à  
Associação Brasileira de Cimento Portland  
Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP  
Fone: (55-11) 3760.5300 - Fax: (55-11) 3760.5370

***“O que se entende hoje por crise do alojamento é o agravamento particular das más condições de habitação dos trabalhadores como resultado do brusco afluxo da população rural rumo às grandes cidades”.***

***Friedrich Engels - 1887***



## **Apresentação**

*Fiquei satisfeito com o convite que me fez o Eng<sup>o</sup> Robério Bezerra para escrever palavras introdutórias ao seu Estudo Técnico sobre “Argamassa Armada - Aplicação em Urbanização de Favelas e Saneamento Básico”, a ser editado sob os auspícios da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).*

*Por várias razões o convite me proporcionou alegria, a começar pelo fato de dar oportunidade para depor, já agora como ex-prefeito desta Cidade, sobre a importância da tecnologia, aqui focalizada, na superação de problemas urbanos que atingem grandes — e sofridas — camadas da população de Salvador.*

*Embora de formação universitária voltada para as Ciências Sociais, não tive dificuldade — face as evidências — em me convencer da ampla perspectiva que essa moderna tecnologia abre no encaminhamento de uma solução para o que eu chamo o drama social da “desmoradia” na periferia das grandes cidades brasileiras.*

*O entusiasmo com que apoiei o trabalho do Eng<sup>o</sup> Robério Bezerra e sua equipe decorre, basicamente, de não ser freqüente que os caminhos tecnológicos sejam buscados em função do seu alcance social. Este caso é, pois, uma exceção, na medida em que a tecnologia foi de logo colocada a serviço das camadas de baixa renda, cujas miseráveis condições de vida impõem ao Poder Público urgente equacionamento e solução.*

*A aplicação de argamassa armada na urbanização de favelas e no saneamento básico oferece um elenco de vantagens econômicas e sociais tão significativo que salta aos olhos do Administrador, crucificado entre a magnitude dos problemas urbanos e a escassez dos recursos ao seu dispor.*

*Ao baixo custo do processo se acrescentam inúmeros outros proventos de extrema valia, bastando ressaltar a possibilidade de urbanizar áreas faveladas sem remover moradores e o uso extensivo de mão-de-obra desqualificada, fator sabidamente abundante no quadro da nossa economia.*

*Seria suficiente esse enfoque para justificar o aplauso de quantos se interessam pelos temas sociais e, por isso mesmo, enxergam no emprego da tecnologia de que cuida esse trabalho meio eficiente para que contingentes majoritários de nossa população atinjam condições de vida mais digna, em menor tempo.*

*Foi com essa visão que o Estado da Bahia e o Município de Salvador reivindicaram o apoio do Banco Nacional da Habitação (BNH) para acelerar as obras do “Vale do Camurujipe”, assim transformando-as no maior programa de urbanização em curso, no Brasil, durante o ano de 1982. Só esse registro basta para exaltar o mérito da equipe da Companhia de Renovação Urbana de Salvador (RENURB), liderada pelo Eng<sup>o</sup> Robério Ribeiro Bezerra, a quem a Cidade de Salvador fica devendo os assinalados serviços que resultaram da conjugação de conhecimento técnico e sensibilidade social.*

*Salvador, outubro de 1983*

*Renan Rodrigues Baleeiro  
Ex-Prefeito da Cidade de Salvador*

## **Prefácio**

*Em julho de 1979, apresentamos ao então Prefeito da Cidade de Salvador — Adm. Mário Kertész, através do Órgão Central de Planejamento (OCEPLAN) —, uma proposta para infra-estrutura, drenagem e saneamento do bairro do Calabar apoiado em galerias drenantes, planas ou em degraus, construídas com tijolos e encimadas por placas de concreto armado, que serviriam, também, à circulação de pedestres.*

*A razão desta proposta deve-se à necessidade de intervir em ruas muito estreitas, e em aclives acentuados e/ou terrenos de baixa capacidade de suporte, onde a ação dos equipamentos convencionais não era possível e os dispositivos tradicionais mostravam-se ineficazes.*

*Esta nossa proposta inicial foi, mais tarde, aperfeiçoada pelo Arquiteto João Filgueiras Lima, que contratou o Prof. Frederico Schiel para desenvolver, a partir do modelo arquitetônico das galerias drenantes, dispositivos estruturais, pré-moldados em argamassa armada. O modelo hidráulico foi aprimorado pela Equipe de Engenharia — Setor de Drenagem, que chefiávamos.*

*Montou-se, então, uma Usina de Pré-moldados, aparelhando-se um Escritório de Projetos com o objetivo de desenvolver em Salvador um Programa, em larga escala, de implantação de infra-estrutura, drenagem e saneamento básico em bairros de baixa renda.*

*A viabilidade financeira foi possível graças a recursos provenientes do BNH - PROMORAR, e ao incentivo de alguns membros desta Entidade a quem somos pessoalmente gratos: Gustavo Heck, José Azevedo, Edgar Gurgel, Marlene Fernandes e Rubens Brandão.*

*A administração Renan Baleeiro apoiou o programa em andamento, incentivando-nos a expandir a ação na Companhia de Renovação Urbana de Salvador (RENURB), cadinho onde se formou e que está desenvolvendo o trabalho que ora apresentamos.*

*Temos certeza, que a Administração Manoel Castro, que inicia suas atividades, dará continuidade ao programa pelo seu sentido social.*

*A publicação dos resultados desta experiência, hoje realidade avaliada, só foi possível graças a colaboração de todo o corpo técnico da RENURB, em particular dos seguintes colegas: Eng<sup>o</sup> Marcio Tourinho, Eng<sup>o</sup> João Carlos Ramos, Eng<sup>o</sup> Paulo Oliva, Arqt<sup>o</sup> Hélio Borges, Eng<sup>o</sup> Luciano Valadares, Arqt<sup>o</sup> Dimitri Vilanova, Arqt<sup>o</sup> Cristian Schiel, Téc. Mariano Delgado e Adm. Alexilo Portela.*

*Agradecimento especial ao Prefeito Renan Baleeiro, pelo incentivo pessoal.*

*Se o conteúdo deste trabalho vier a contribuir à discussão em torno do assunto, ficaremos gratificados.*

*Salvador, outubro de 1983*

*Eng<sup>o</sup> Robério Ribeiro Bezerra*

**BEZERRA, Robério Ribeiro.** *Argamassa armada: aplicação em urbanização de favelas e saneamento básico.* Salvador, RENURB, 2.ed. 1999. 56p. (ET-64).

*Os fluxos migratórios provenientes da zona rural em procura das metrópoles têm-se intensificado de maneira significativa nas últimas décadas.*

*As populações de baixa renda oriundas da zona rural instalaram-se, quase sempre, na periferia das grandes cidades, em terrenos alagados ou encostas, íngremes, de maneira pontual e desordenada, constituindo-se no que se convencionou chamar de “ocupação espontânea”.*

*Historicamente, a estrutura urbana das nossas cidades não se preparou para abrigar este crescente surto populacional. Os serviços básicos, tais como estrutura viária para pedestres e veículos, água, esgoto, energia, equipamentos etc. não estão sendo estendidos à periferia em quantidades suficientes para atender à demanda crescente daqueles que vêm do campo para a cidade grande, à procura de emprego.*

*A política de maior centralização de arrecadações em torno do Governo Federal tem descapitalizado as cidades, dificultando a ação das municipalidades no atendimento às populações carentes.*

*Além das razões sócio-econômicas, antes descritas, a não existência de equipamentos de saneamento em bairros de baixa renda, deve-se, também, a alguns preconceitos de ordem técnica.*

*A formação nas universidades leva a valorizar técnicas sofisticadas, corretas e adequadas, somente para cidades de alto grau de urbanização, que dificilmente chegam a ser implantadas pelo seu alto custo e, quando o são, não trazem os benefícios que se espera.*

*Pretende-se, portanto, expor a idéia de que a implantação de redes de esgoto do tipo separador absoluto, em bairros de baixa renda, não representa a solução mais adequada para a atual situação, levando-nos a sugerir um equacionamento para o afastamento de dejetos com conseqüente melhoria das condições ambientais.*

*Para superar estas dificuldades, tem-se estudado soluções alternativas, de baixo custo, que possam resolver, pelo menos em parte, o proble-*

*ma da subabitação e de urbanização das favelas, já consolidadas com o desenvolvimento de técnicas que possam minimizar as desapropriações e relocações dos favelados.*

*Quase sempre os assentamentos de baixa renda são formados por ruas estreitas, meândricas, assentes sobre a topografia adversa, íngreme ou sobre terrenos de baixa capacidade de suporte, onde é dificultada ou, às vezes, impossibilitada a ação de equipamentos mecanizados para construção e conservação.*

*Diante da impossibilidade de atuar utilizando técnicas e dispositivos convencionais, procurou-se imaginar processos construtivos atípicos, específicos para as situações adversas antes enumeradas, apoiadas em tecnologias já conhecidas.*

*Em áreas consolidadas de bairros onde grande parte dos domicílios sofrem um constante e demorado processo de construção, devido ao baixo nível de renda dos seus ocupantes, as propostas de intervenção deverão facilitar o processo de consolidação espontânea que venha a diminuir os riscos de supervalorização da área e o deslocamento dos seus ocupantes.*

*O assunto que se passa a desenvolver nada mais é que a utilização da já conhecida “argamassa armada” em dispositivos não convencionais, aplicados às difíceis situações das favelas urbanas e ao baixo custo.*

*Trata-se, na realidade, de uma experiência desenvolvida em Salvador (Bahia), pela Companhia de Renovação Urbana de Salvador (RENURB) para a Prefeitura.*

*Para desenvolver este trabalho foi criado um Escritório de Projetos e uma usina experimental de pré-moldados.*

*Hoje, estes dispositivos já estão sendo implantados em larga escala e avaliados, ao longo de dois anos e meio, por observações e mensurações técnicas de comportamento.*

*O processo industrial de fabricação, embora com controle de patente da RENURB, já está difundido pela iniciativa privada, contando-se, hoje, com três unidades industriais distintas em operação.*

**Palavras-chave:** Argamassa armada; Canais - Revestimento.

## LISTA DAS FIGURAS

<b>nº</b>	<b>Título</b>	<b>p.</b>
1	<i>Certificado de ensaio de agregado miúdo: Amostra nº 1 .....</i>	19
2	<i>Certificado de ensaio de agregado miúdo: Amostra nº 2 .....</i>	20
3	<i>Canais retangulares de argamassa armada .....</i>	23
4	<i>Operação de revestimento dos taludes: Vista esquemática .....</i>	24
5	<i>Rampas e escadarias drenantes: Vias de pedestres .....</i>	28
6	<i>Seções típicas de canais e escadarias.....</i>	32
7	<i>Rampas e escadarias: Ábaco de dimensionamento .....</i>	33
8	<i>Rampas e escadarias: Ábaco de dimensionamento .....</i>	34
9	<i>Vias de pedestres em rampas e escadarias drenantes: Exemplo de projeto em planta .....</i>	36
10	<i>Muros de arrimo: Esquema de execução .....</i>	38
11	<i>Densidade demográfica: Vale do Camurujipe .....</i>	48
12	<i>Comunidades e núcleos abrangidos pelo projeto: Vale do Camurujipe .....</i>	51



## LISTA DAS FOTOGRAFIAS

<b>nº</b>	<b>Título</b>	<b>p.</b>
1	<i>Armaduras dos pré-moldados para revestimento de canal: Peça do fundo - esquerda e peça lateral - direita .....</i>	<i>26</i>
2	<i>Concretagem das peças para revestimento de canais: Peça lateral .....</i>	<i>26</i>
3	<i>Estocagem de peças para revestimento de canal: Usina da RENURB, Salvador/BA .....</i>	<i>26</i>
4	<i>Características das peças: Pequena massa - 90 kg .....</i>	<i>26</i>
5	<i>Encaixe da peça de fundo na peça lateral: Capacidade estrutural .....</i>	<i>27</i>
6	<i>Transporte das peças para revestimento de canais: Usina/canteiro .....</i>	<i>27</i>
7	<i>Transporte das peças para revestimento de canais: Interior do canteiro .....</i>	<i>27</i>
8	<i>Montagem dos módulos de revestimento: Encaixe da peça lateral no poço de fundo .....</i>	<i>27</i>
9	<i>Montagem dos módulos de revestimento de canais: Justaposição de módulos .....</i>	<i>27</i>
10	<i>Montagem dos módulos de revestimento de canais: Armação do módulo .....</i>	<i>27</i>
11	<i>Montagem dos módulos de revestimento de canais: Fixação dos módulos .....</i>	<i>27</i>
12	<i>Viga de coroamento dos canais: Assentamento das formas ....</i>	<i>27</i>

13	<i>Galerias drenantes: Armaduras</i> .....	30
14	<i>Galerias drenantes: Formas/armaduras</i> .....	30
15	<i>Galerias drenantes: Concretagem</i> .....	30
16	<i>Galerias drenantes: Formas/peças</i> .....	30
17	<i>Galerias drenantes: Massa/transporte manual</i> .....	31
18	<i>Rampas e escadarias drenantes: Galerias, escadas e coberturas</i> .....	31
19	<i>Rampas e escadarias drenantes: Perfil</i> .....	31
20	<i>Rampas e escadarias drenantes: Detalhe</i> .....	31
21	<i>Rampas e escadarias drenantes: Vista frontal</i> .....	31
22	<i>Rampas e escadarias drenantes: Utilização como via de pedestre</i> .....	31
23	<i>Rampas e escadarias drenantes: Circulação de águas servidas e pluviais</i> .....	31
24	<i>Rampas e escadarias drenantes: Via implantada, Nordeste de Amaralina-Salvador/BA</i> .....	31
25	<i>Bom Juá-Salvador/BA: Canal revestido em módulos pré-moldados de argamassa armada</i> .....	40
26	<i>Bom Juá-Salvador/BA: Via pública antes da implantação da via de pedestre</i> .....	49
27	<i>Bom Juá-Salvador/BA: Canal antes do revestimento</i> .....	53

# SUMÁRIO

*APRESENTAÇÃO*

*PREFÁCIO*

*RESUMO*

*LISTA DAS FIGURAS*

*LISTA DAS FOTOGRAFIAS*

1	DESCRIÇÃO DO MATERIAL .....	17
2	APLICAÇÃO EM URBANIZAÇÃO E SANEAMENTO .....	21
3	REVESTIMENTO DE CANAIS .....	22
4	VIAS DE PEDESTRES - RAMPAS E ESCADARIAS DRENANTES .....	28
5	MUROS DE ARRIMO .....	37
6	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS - CANAIS PRÉ-MOLDADOS DE ARGAMASSA ARMADA .....	39
6.1	Materiais .....	39
6.2	Equipamentos .....	40
6.3	Execução .....	41
6.4	Controle .....	42
6.5	Medição .....	42
6.6	Pagamento .....	42

7	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS - VIAS DE PEDESTRES EM RAMPAS E ESCADARIAS DRENANTES.....	44
7.1	Materiais.....	44
7.2	Execução.....	45
7.3	Controle.....	45
7.4	Medição.....	46
7.5	Pagamento.....	46
8	A EXPERIÊNCIA DE SALVADOR.....	47
	<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	55

# 1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL

Argamassa armada é uma variante do *ferro cimento*, inventado há cerca de 40 anos, pelo engenheiro italiano *P. L. Nervi*. Este material começou a ser adotado na URSS, em 1955, e recentemente no Brasil, onde foi aperfeiçoado para as nossas necessidades, através de estudos e ensaios realizados na Universidade de São Carlos (São Paulo). A sua composição difere do concreto armado convencional nos seguintes pontos:

- a) o agregado utilizado é a *areia grossa* (diâmetro máximo 4,80 mm), não se utiliza brita;
- b) exige um alto teor de cimento ( $695 \text{ kg/m}^3$ ), praticamente o dobro do utilizado em concretos estruturais comuns;
- c) a armadura tem distribuição *difusa*, composta por telas de aço soldadas de diâmetro reduzido;
- d) a armadura é muito densa atingindo valores superiores aos do concreto armado (ver *Tabela 1*).

No caso de Salvador, onde são raros e distantes os jazimentos de areia grossa, utilizou-se em seu lugar *areia artificial*, resultante do produto final de britagem, cuja granulometria apresenta-se a seguir.

O traço utilizado para a mistura é de uma parte de cimento em massa para duas partes do agregado antes descrito (traço 1:2 em massa) e uma relação água/cimento de 0,40.

A armadura utilizada é composta por tela soldada de malha quadrada (5 cm x 5 cm) de aço CA-50, cujos fios apresentem diâmetro entre 2 mm a 3 mm ( $\phi$  2,77 mm).

TABELA 1 - Relação massa da peça/massa da armadura

Item	Discriminação	Massa da peça (kg)	Massa da armadura (kg)
<b>1</b>	<b>Rampas e Escadarias Drenantes</b>		
1.1	Módulo drenante R	43,20	3,43
1.2	Módulo drenante R1	52,80	4,12
1.3	Módulo drenante R2	52,80	5,90
1.4	Módulo drenante R3	64,56	6,92
1.5	Módulo de escada drenante E/E2	35,28	3,86
1.6	Módulo de escada drenante E1/E3	51,84	3,41
1.7	Placa de último degrau R2	8,02	0,65
1.8	Placa de último degrau R3	12,29	0,62
<b>2</b>	<b>Canais em Pré-Moldados</b>		
2.1	Fundo para canal (2,00 m)	88,80	8,45
2.2	Lateral para canal (2,00 m)	93,60	8,44
2.3	Cobertura para canal (2,00 m)	108,00	6,79
2.4	Lateral para canal (1,75 m)	81,91	7,36
2.5	Lateral para canal (1,50 m)	70,32	6,33
2.6	Lateral para canal (1,20 m)	56,16	5,07
2.7	Lateral para canal (1,00 m)	46,80	4,22
<b>3</b>	<b>Muros de Arrimo</b>		
3.1	Muro de arrimo para 2,00 m de altura	132,00	8,26

O material resultante desta composição, devido ao alto teor de cimento e a disposição *difusa* das armaduras, permite recobrimentos reduzidos (entre 4 mm e 8 mm), admitidos e recomendados pelas normas soviéticas sobre o assunto. A vantagem deste pequeno recobrimento é permitir a execução de peças delgadas. A título de ilustração, tem-se notícia da execução e montagem, em São Carlos, de vigas com Perfil **U**, com 30 m de vão e espessura de paredes menor que 3 cm.

## ENSAIOS DE AGREGADO MIÚDO

**Interessado:** RENURB

**Obra:** Fábrica de pré-moldados

**Ref.:** Areia artificial (P. Valéria)

**Data da amostragem:** 03/01/83

**Método utilizado** NBR 7217 (MB-7) da ABNT

### 1 Análise granulométrica

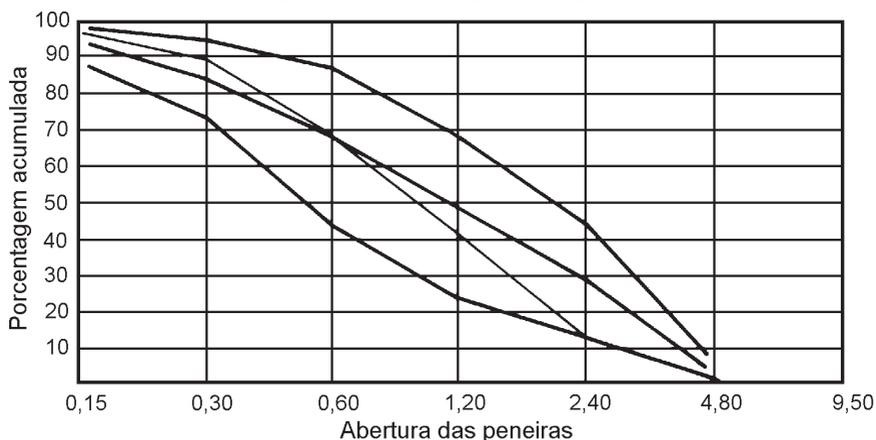
### RESULTADOS

Peneira		Massa (g)	% retida	% acum.	NBR 7211 (EB-4)	
Nº	Abertura (mm)				Ótima	Utilizável
3/8"	9,5				-	-
4	4,8				3-5	0-3
8	2,4	130	13,0	13	29-43	13-29
16	1,2	294	29,4	42	49-64	23-49
30	0,6	261	26,1	69	68-83	42-68
50	0,3	200	20,0	89	83-94	73-83
100	0,15	85	8,5	97	93-98	88-93

Módulo de finura: 3,10

Diâmetro máximo: 4,8 mm

### CURVA GRANULOMÉTRICA



- 2 Matéria orgânica: Índice de coloração ..... 300 ppm
- 3 Massa específica aparente: ..... kg/dm<sup>3</sup>
- 4 Massa específica real: ..... 2,77 ..... kg/dm<sup>3</sup>

Ensaios realizados pela CONCRETA - Controle de Concreto e Tecnologia Ltda., de acordo com os métodos da ABNT.

Salvador 12/01/83

FIGURA 1 - Certificado de ensaio de agregado miúdo - Amostra nº 1

## ENSAIOS DE AGREGADO MIÚDO

**Interessado:** RENURB

**Obra:** Fábrica de pré-moldados

**Ref.:** Areia artificial

**Data da amostragem:** 25/01/83

**Método utilizado** NBR 7217 (MB-7) da ABNT

### 1 Análise granulométrica

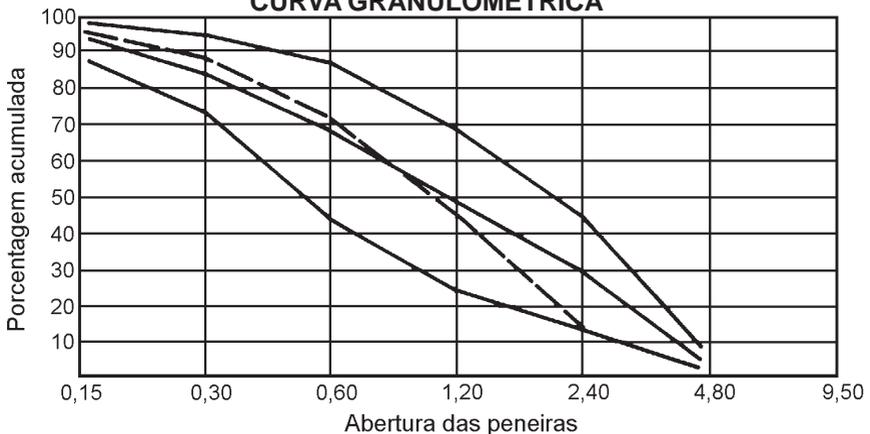
### RESULTADOS

Peneira		Massa (g)	% retida	% acum.	NBR 7211 (EB-4)	
Nº	Abertura (mm)				Ótima	Utilizável
3/8"	9,5				-	-
4	4,8				3-5	0-3
8	2,4	144	14,4	14	29-43	13-29
16	1,2	320	32,0	46	49-64	23-49
30	0,6	254	25,4	72	68-83	42-68
50	0,3	162	16,2	88	83-94	73-83
100	0,15	80	8,0	96	93-98	88-93

Módulo de finura: 3,16

Diâmetro máximo: 4,8 mm

### CURVA GRANULOMÉTRICA



2 Matéria orgânica: Índice de coloração ..... 300 ppm

3 Massa específica aparente: ..... kg/dm<sup>3</sup>

4 Massa específica real: ..... **2,77** ..... kg/dm<sup>3</sup>

Ensaios realizados pela CONCRETA - Controle de Concreto e Tecnologia Ltda., de acordo com os métodos da ABNT.

Salvador 02/02/83

FIGURA 2 - Certificado de ensaio de agregado miúdo - Amostra nº 2

A formação das primeiras fissuras visíveis a olho nu foi medida em São Carlos, chegando-se a valores de alongamento específico  $\epsilon = \Delta l/l$  da ordem de  $10^{-3}$ , quando os difundidos na literatura sobre concreto armado indicam resultados próximos de  $10^{-4}$ .

Conclui-se que o comportamento da argamassa armada, quanto ao fissuramento, é bem mais favorável que o do concreto armado convencional.

O alto teor de cimento e a maior massa específica da armadura condicionam um custo maior para a argamassa armada, compensado, com vantagem, pela possibilidade de produção de peças esbeltas, de menor volume.

O rompimento de corpos-de-prova a 28 dias tem dado resultados da ordem de 36 MPa (360 kgf/cm<sup>2</sup>) (tensão de ruptura).

## **2 APLICAÇÃO EM URBANIZAÇÃO E SANEAMENTO**

A necessidade crescente de intervir maciçamente em assentamentos de baixa renda, implantados em localizações adversas, mal atendidas pelos Serviços Públicos, conduziu à pesquisa de dispositivos não convencionais, que possibilitassem, a baixo custo, a implantação de sistemas de macro e micro drenagem e vias de pedestres, que garantissem a estabilização das encostas.

Procurou-se, então, desenvolver experimentalmente, no Escritório de Projetos da Companhia de Renovação Urbana de Salvador (RENURB), dispositivos capazes de atender às necessidades da municipalidade, apoiados em modelos reduzidos, preparados convenientemente para observação do comportamento de cada peça.

Foram imaginados três dispositivos básicos, modulados em peças pré-moldadas, em argamassa armada, para atender aos programas de urbanização e saneamento. São eles:

- a) revestimento de canais;
- b) vias de pedestres — rampas e escadarias drenantes; e,
- c) muros de arrimo.

### 3 REVESTIMENTO DE CANAIS

Para revestimento de canais em zonas brejosas, onde as fundações apresentam baixa capacidade de suporte, impõe-se a necessidade de utilização de peças leves, capazes de flutuar sobre o terreno. Estas peças devem, ainda, oferecer resistência aos esforços desenvolvidos pela ação dos empuxos nos terrenos vizinhos.

Com este objetivo, foram projetadas peças moduladas pré-moldadas em argamassa armada, com capacidade estrutural suficiente para atender às necessidades da maioria dos canais de Salvador.

A dificuldade de acesso a equipamentos mecanizados, devido à sinuosidade das ruas, sua pequena largura e baixa capacidade de suporte dos solos, levou à produção de peças de pequena massa (máxima de 90 kg), que pudessem ser transportadas e assentadas manualmente.

A capacidade estrutural foi conseguida por engenhoso sistema de travejamento tipo gaveta, solidarizados no seu topo por viga fundida no local.

Para atender aos diversos raios de curvatura que compõem os meandros dos rios, foram projetadas peças especiais que permitem o desenvolvimento de curvas com raios de até 11 m. Os demais raios são obtidos com progressão aritmética de razão 12 m.

As juntas entre módulos permitem a drenagem das águas providas do subsolo, nas vizinhanças, e a dissipação do excesso de pressão neutra gerado pelas variações do gradiente hidráulico. Estas juntas são protegidas para evitar carreamento de material do reaterro das laterais, por manta de tecido geotextil (tipo *Bidin OP-20* ou similar).

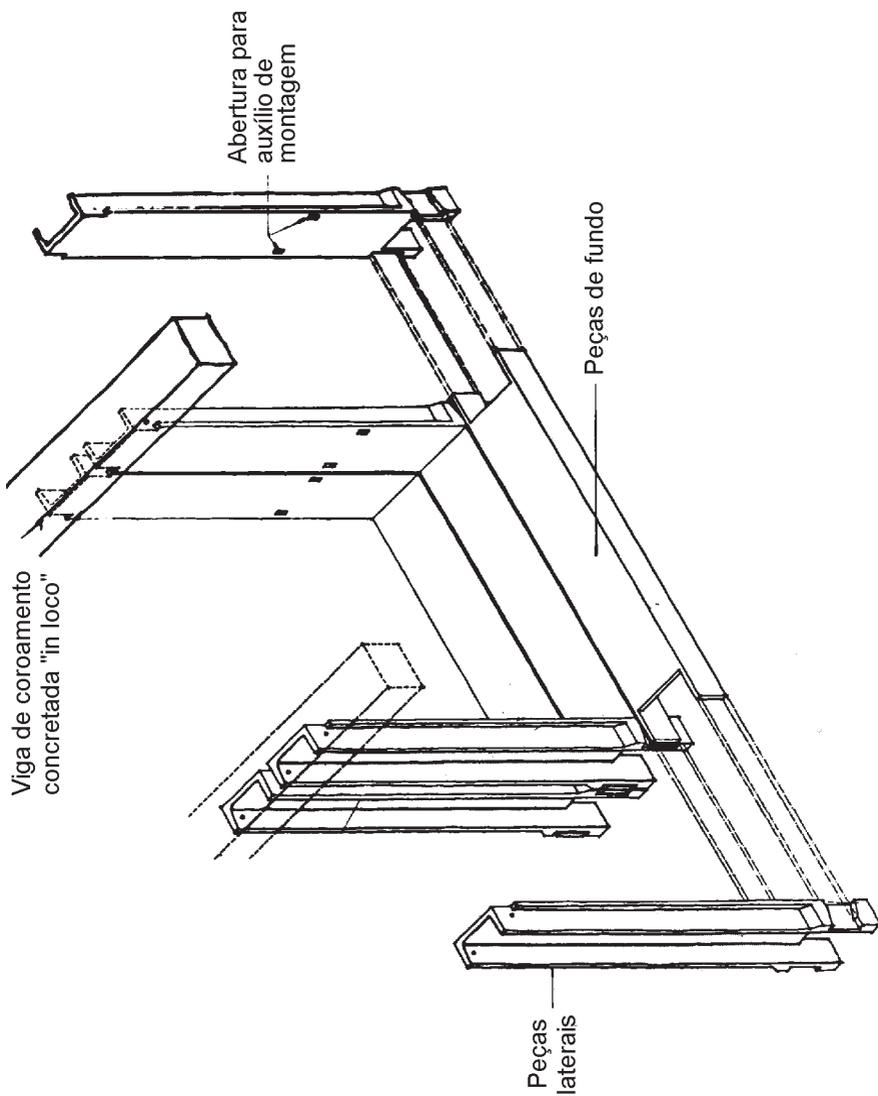


FIGURA 3 - Canais retangulares de argamassa armada

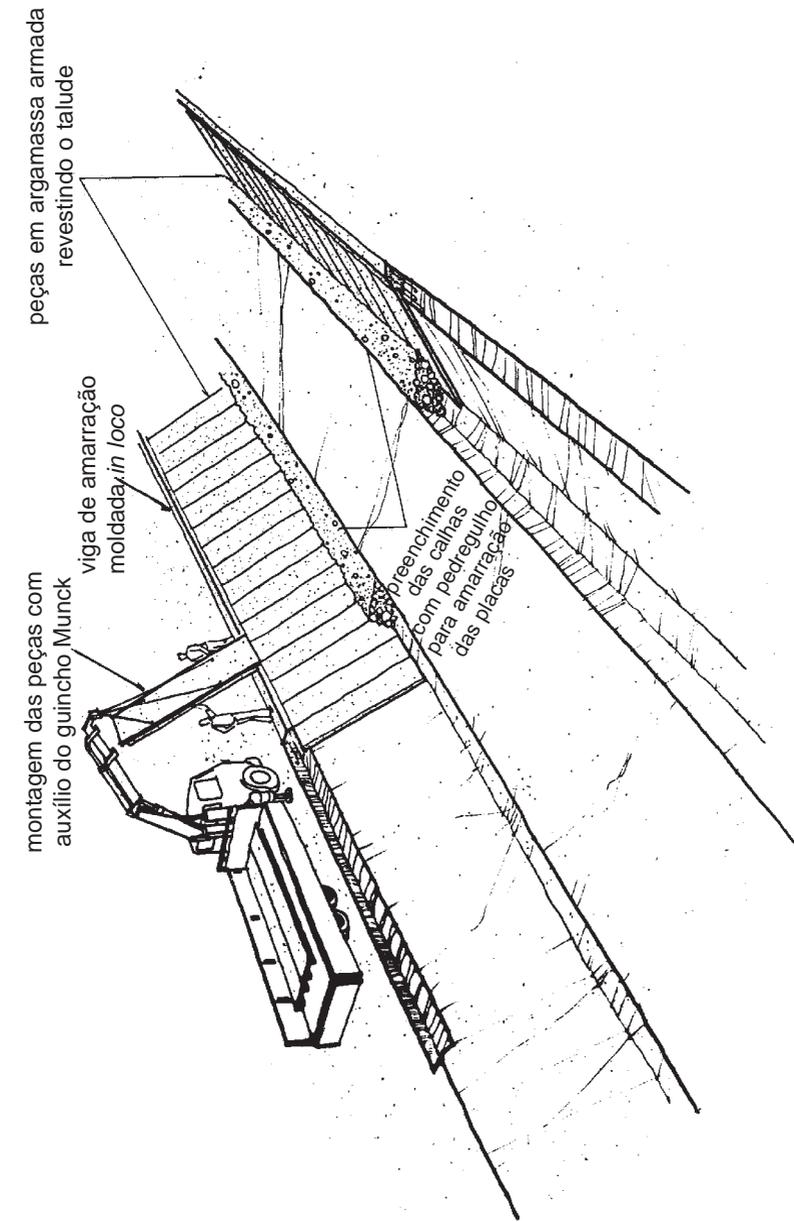


FIGURA 4 - Operação de revestimento dos taludes - Vista esquemática

Como vantagens de utilização deste tipo de revestimento pode-se citar os seguintes:

- a) seções hidráulicas reduzidas — baixo coeficiente de rugosidade;
- b) módulos em seções retangulares em **U** — permitem a implantação em espaços restritos, diminuindo o número de desapropriações e relocações;
- c) pequena massa por peça — permitem o transporte, a montagem e o assentamento manual, resolvendo o problema de dificuldade de acesso para equipamentos mecanizados;
- d) escavação manual — permite a abertura de cavas em locais de difícil acesso a equipamentos, e a justaposição dos módulos, imediatamente após a escavação de pequenos trechos, garantindo a estabilidade das edificações marginais.

A grande fertilidade dos solos de aluvião das bacias locais facilita o nascimento de erva nas margens dos canais não revestidos. Esta vegetação funciona como verdadeira âncora, retendo a maioria da matéria sólida proveniente dos despejos domésticos e industriais que veiculam no leito dos canais, favorecendo o assoreamento progressivo das calhas, restringindo sua capacidade, além de trazer, como consequência, inundações. Diante desta realidade, torna-se imperativo o revestimento dos canais.

As formas para fabricação destas peças são metálicas, abrindo-se lateralmente, de modo a facilitar a desmoldagem. O posicionamento das armaduras deve ser cuidadoso, de modo a garantir os pequenos recobrimentos. A cura é feita em grandes tanques de água, dispostos ao longo da linha de produção.

Apresenta-se, na seção 6, especificações para execução dos serviços de revestimento de canais, contendo a descrição dos serviços, a maneira de construção, os métodos de controle e avaliação e as formas de medição e pagamento.

Como previsão para determinadas situações, projetou-se uma peça, também pré-moldada em argamassa armada, que serve ao tamponamento do canal, quando necessário.

Tem-se conseguido, com uma equipe de 6 serventes e 1 pedreiro, a execução de 10 m lineares de revestimento de canal por dia.

As vigas de coroamento superiores são moldadas em formas metálicas, com a finalidade secundária do alinhamento definitivo dos módulos. Os maiores módulos produzidos permitem o revestimento de seções de 2 m x 2 m.

## **CANAIS REVESTIDOS EM ARGAMASSA ARMADA**

### **Seqüência de fabricação das peças e montagem do módulo do canal**

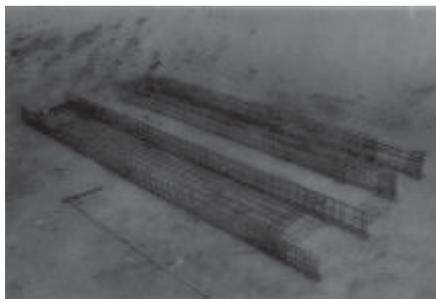


FOTO 1 - Armaduras dos pré-moldados para revestimento de canal - Peça do fundo - esquerda e peça lateral - direita



FOTO 2 - Concretagem das peças para revestimento de canais - Peça lateral



FOTO 3 - Estocagem de peças para revestimento de canal - Usina da RENURB, Salvador/BA



FOTO 4 - Características das peças - Pequena massa - 90 kg

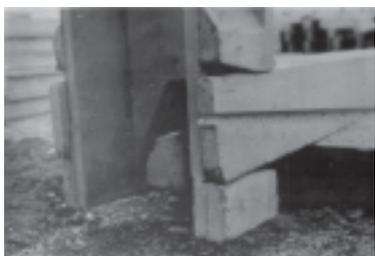


FOTO 5 - Encaixe da peça de fundo na peça lateral - Capacidade estrutural



FOTO 6 - Transporte das peças para revestimento de canais - Usina/canteiro



FOTO 7 - Transporte das peças para revestimento de canais - Interior do canteiro



FOTO 8 - Montagem dos módulos de revestimento - Encaixe da peça lateral no poço de fundo



FOTO 9 - Montagem dos módulos de revestimento de canais - Justaposição de módulos



FOTO 10 - Montagem dos módulos de revestimento de canais - Armação do módulo



FOTO 11 - Montagem dos módulos de revestimento de canais - Fixação dos módulos



FOTO 12 - Viga de coroamento dos canais - Assentamento das formas

#### 4 VIAS DE PEDESTRES - RAMPAS E ESCADARIAS DRENANTES

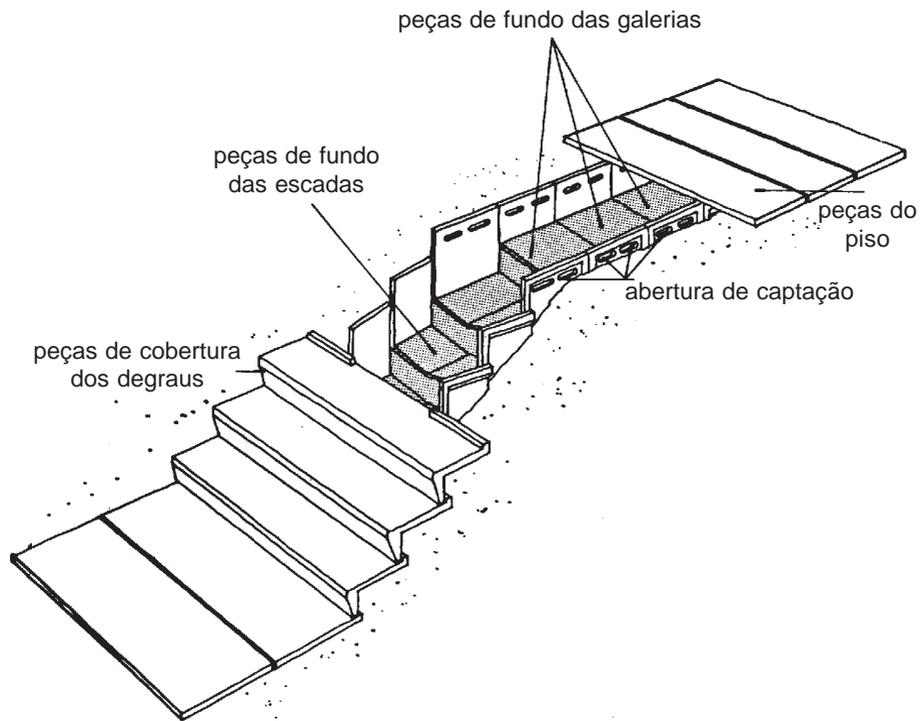


FIGURA 5 - Rampas e escadarias drenantes - Vias de pedestre

Com a finalidade de coletar águas pluviais e servidas, a baixo custo, foi projetado um sistema modular de galerias drenantes em rampas e escadarias. Estes dispositivos podem atender as diversas variações do terreno, pela utilização intercalada de rampas e escadarias. Como vantagem adicional, pode-se citar a utilização dos dispositivos antes enumerados, como passeios para circulação de pedestres.

Do ponto de vista de drenagem, apresentam a característica ímpar de permitir uma coleta contínua dos deflúvios e águas canalizadas. Estes dispositivos estão sendo utilizados como instrumento urbanístico bastante eficaz, nos bairros de baixa renda, onde os problemas de saneamento, erosão e de circulação de pedestres são bastante graves.

No caso de intervenção para saneamento básico, em larga escala, os processos convencionais de esgotamento sanitário, tipo separador absoluto, mostram-se inviáveis, criando, inclusive, dificuldades de operação do sistema, pela inexistência de redes coletoras na maioria das periferias urbanas. Imaginou-se, então, utilizar o sistema drenante já referido para a finalidade de coleta e veiculação de águas servidas, conjuntamente, com as pluviais.

A rede mista foi projetada adotando-se critérios de declividade, velocidade mínima de escoamento, seção dos condutos etc., para atender às funções de águas pluviais e servidas, inclusive material sólido e sua correta veiculação ao longo das galerias.

Na concepção da estrutura drenante levou-se em consideração os seguintes fatores: facilidade executiva, baixo custo de conservação, adaptabilidade às características topográficas do sítio de implantação e possibilidade de utilização como elemento urbanístico.

Por atenderem, satisfatoriamente, aos fatores enumerados, optou-se pela utilização de escadarias e rampas drenantes constituídas de módulos pré-moldados de argamassa armada.

A capacidade da calha drenante pode ser analisada com a utilização da *fórmula de Manning* e da equação de continuidade. A capacidade máxima da calha drenante, quando acoplada à escadaria, é limitada, tanto pela altura útil da calha como, também, pelo alcance horizontal máximo permitido para o jato de água.

A formação do jato deve-se ao fato de que na escadaria a massa líquida projeta-se em queda livre até chocar-se contra o espelho frontal, ou contra alguns degraus abaixo. Salienta-se que, para pequenas vazões, tal fenômeno pode ser perturbado pela zona de baixa pressão, formada nos degraus confinados pela passagem do jato.

A análise teórica do problema indicou a necessidade de se provocar a queda do jato antes da entrada da escadaria, de modo a aumentar a capacidade da calha. A fim de verificar a exatidão dos cálculos teóricos, construiu-se um *modelo reduzido*, que confirmou os resultados do

estudo, com o desnível sendo considerado como a soma das alturas da lâmina e do espelho.

O alcance máximo possível do jato foi determinado graficamente, em função das características da escadaria, utilizando-se fórmulas da cinemática associadas à de *Manning*.

A velocidade média do fluxo foi considerada igual à calculada para a altura normal, quando o regime era supercrítico, correspondendo a uma altura de sete décimos da altura crítica, quando em regime subcrítico.

## **RAMPAS E ESCADARIAS DRENANTES**

### **Seqüência de fabricação das peças pré-moldadas e assentamento dos módulos**



FOTO 13 - Galerias drenantes - Arma-duras

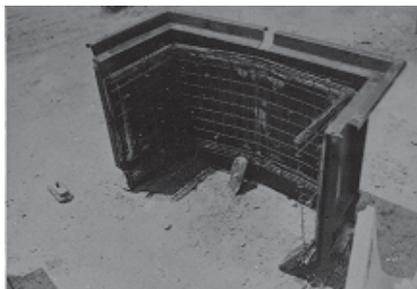


FOTO 14 - Galerias drenantes - Formas/ar-maduras



FOTO 15 - Galerias drenantes - Concretagem



FOTO 16 - Galerias drenantes - Formas/peças



FOTO 17 - Galeria drenantes - Massa/transporte manual



FOTO 18 - Rampas e escadarias drenantes - Galeria, escadas e coberturas



FOTO 19 - Rampas e escadarias drenantes - Perfil



FOTO 20 - Rampas e escadarias drenantes - Detalhe



FOTO 21 - Rampas e escadarias drenantes - Vista frontal



FOTO 22 - Rampas e escadarias drenantes - Utilização como via de pedestre



FOTO 23 - Rampas e escadarias drenantes - Circulação de águas servidas e pluviais



FOTO 24 - Rampas e escadarias drenantes - Via implantada, Nordeste de Amaralina-Salvador/BA

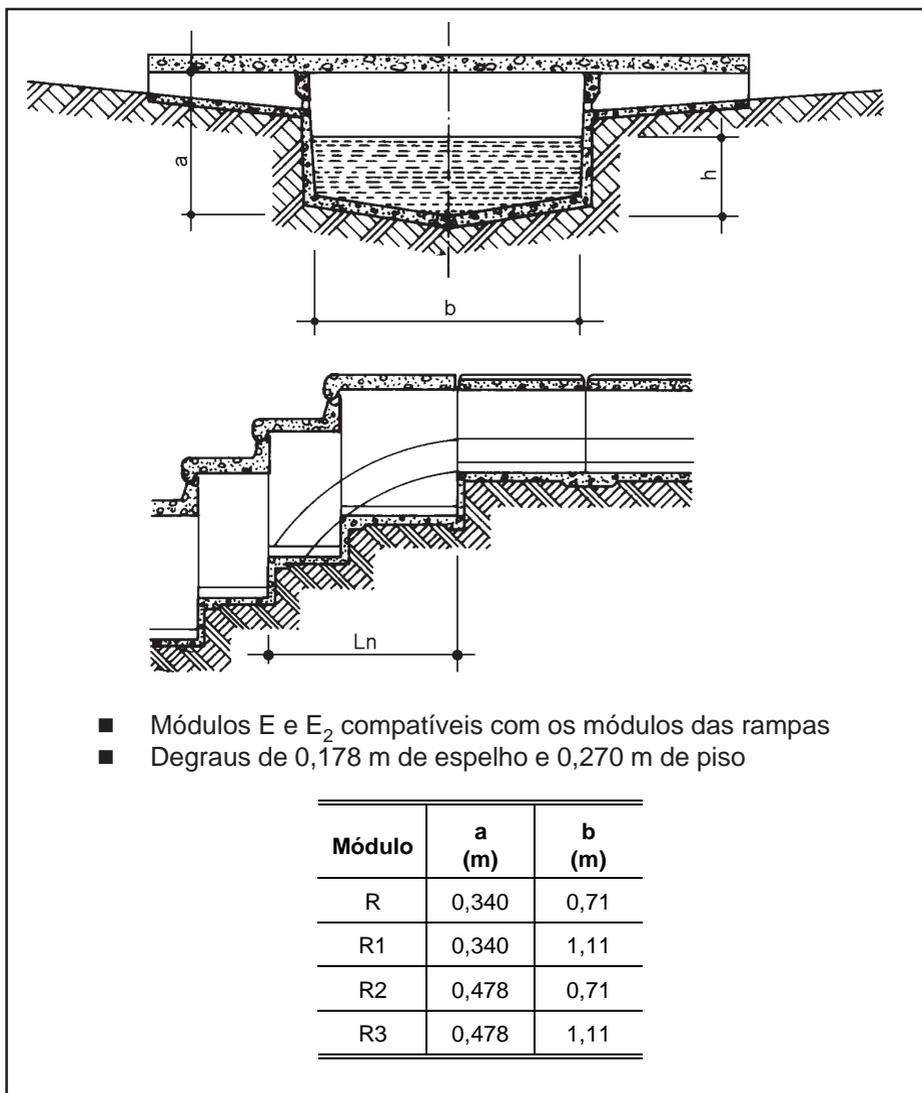


FIGURA 6 - Seções típicas de canais e escadarias

Para facilitar a verificação da capacidade máxima das calhas, nas condições citadas, construiu-se gráficos (*Figuras 7 e 8*) que permitem a determinação da capacidade máxima da calha em função das declividades.

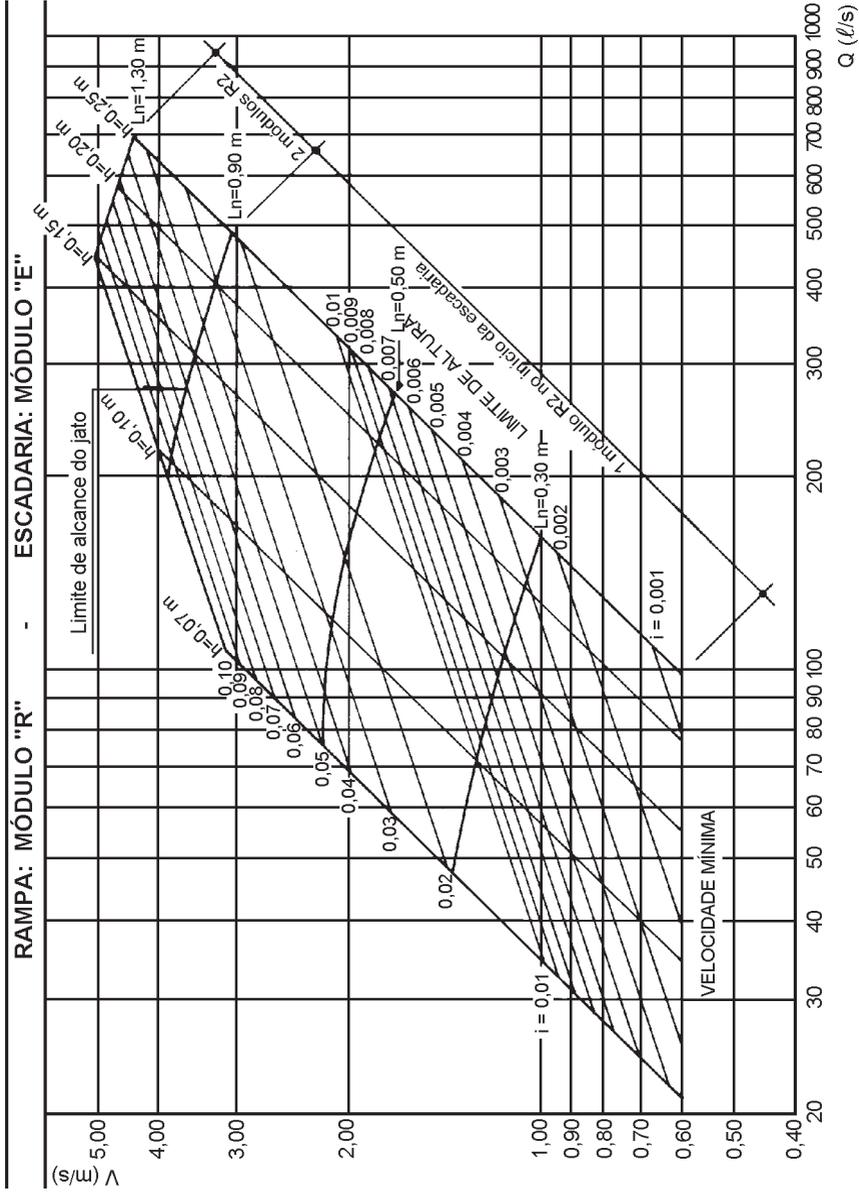


FIGURA 7 - Rampas e escadarias - Ábaco de dimensionamento



O custo é bastante baixo, quando comparado a outros dispositivos que pudessem ser utilizados com as mesmas finalidades.

Os módulos das rampas e escadarias são pré-moldados em argamassa armada, cobertos por placas e degraus de concreto armado convencional.

Um perfeito encaixe do tipo ponta e bolsa garante o funcionamento do sistema. A cura das peças, a exemplo das dos canais, é feita com grandes tanques de água.

A coleta de águas nas rampas é feita através de aberturas laterais nos módulos pré-moldados. Nas escadarias, esta coleta é efetuada, lateralmente, por um sistema tipo *goela de peixe*. Este sistema possibilita, ainda, uma variação nas relações piso/espelho dos degraus, para atender as inclinações graduais.

A massa dos módulos, da ordem de 50 kg, permite uma montagem inteiramente manual, com a vantagem de poderem ser transportados sem problemas pelas ruas estreitas e encostas íngremes. Para a sua implantação, não há necessidade de mão-de-obra especializada, a não ser a de um pedreiro que orienta a montagem.

O projeto resume-se em simples representação gráfica, sem elementos analíticos de direção e sentido do fluxo d'água. Cada galeria é dimensionada, do ponto de vista hidráulico, pela utilização de ábacos, que fornecem indicações diretas dos módulos a utilizar, a partir da seção de vazão calculada.

Tem-se conseguido, na implantação das rampas e escadarias drenantes, uma produtividade de 10 a 12 m/dia, utilizando-se por frente de execução 1 pedreiro e 6 serventes.

Apresenta-se, na seção 7, as especificações para execução dos serviços de assentamento de vias de pedestres em rampas e escadarias drenantes, contendo a descrição dos serviços, as formas de execução, os métodos de controle, a avaliação e as maneiras de medir e pagar.

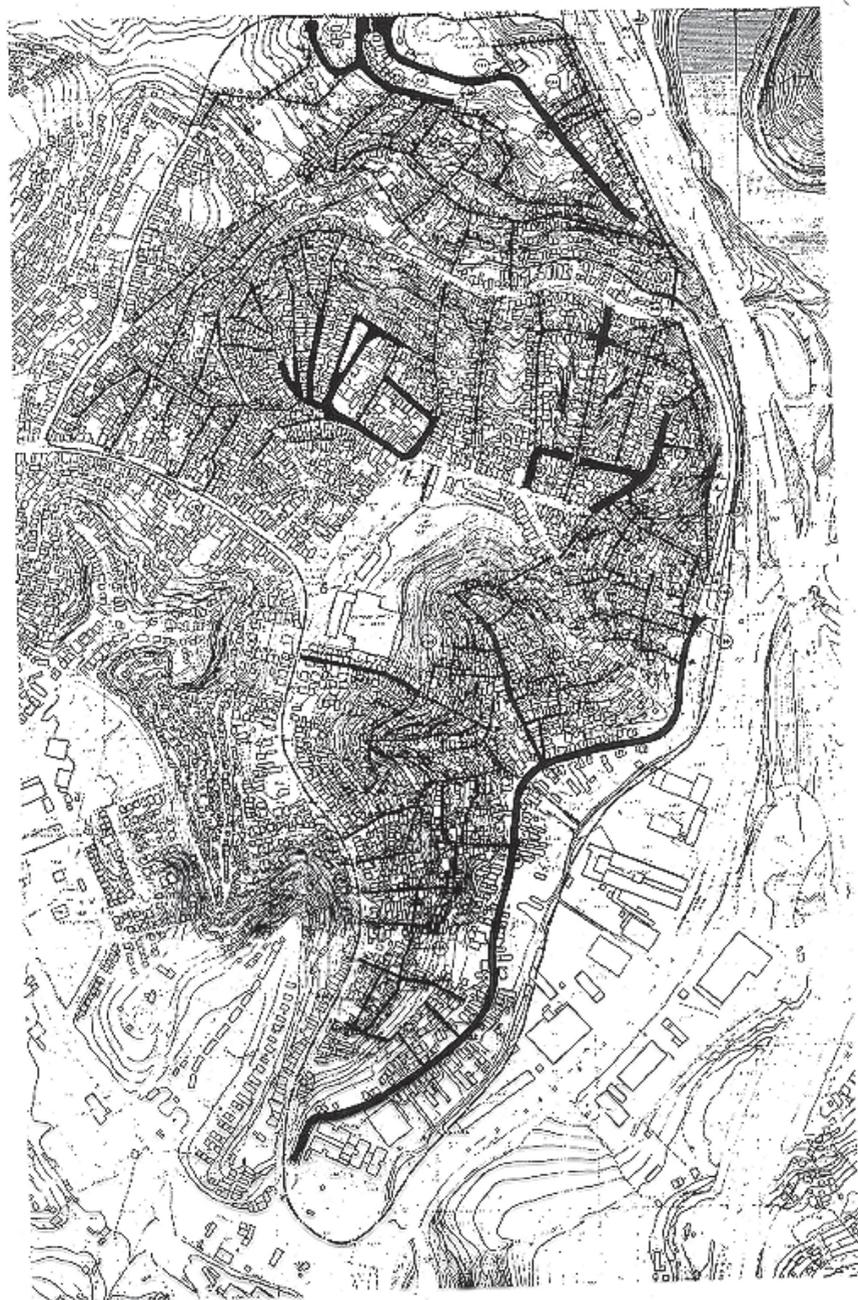


FIGURA 9 - Vias de pedestres em rampas e escadarias drenantes - Exemplo de projeto em planta

## 5 MUROS DE ARRIMO

Para a contenção de encostas, conformando arrimos de altura até 2 m, ou maiores, formando patamares em locais de difícil acesso a equipamentos ou veículos de transporte, projetou-se peças moduladas, pré-moldadas em argamassa armada. Estas peças são módulos de 33 cm de largura, 2,30 m de altura e base de 2,20 m formando um L.

As peças são assentadas sobre terreno regularizado na base em L, com um rebaixo de 30 cm em relação ao nível do terreno mais baixo. Para facilitar a drenagem do terreno, conter e impedir a percolação dos solos através das juntas, cola-se, ao longo destas, tiras de tecido geotextil (*Bidin OP-20* ou similar).

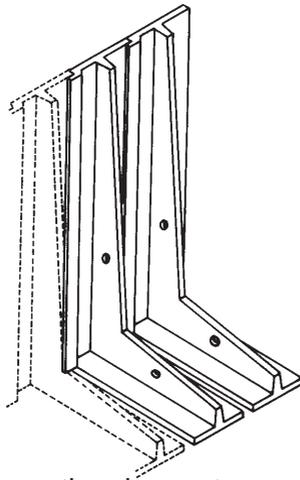
O reaterro da parte escavada deverá ser feito, sempre que possível, com solos granulares, arenosos, de modo a facilitar a drenagem próxima ao paramento interno.

Estas peças moduladas permitem a execução de arrimos com pequenos raios de curvatura, possibilitando seu emprego para urbanização de áreas que exijam concordâncias circulares. Este muro de gravidade utiliza, como componente vertical, para sua estabilidade a massa do próprio solo, não requerendo tratamentos especiais para as fundações, uma vez que o solo adicionado foi o mesmo retirado quando da abertura das cavas.

Recomenda-se, para melhor segurança, que o paramento externo seja executado com ligeira inclinação para o lado do terreno a arri-mar — uma relação de 1 (horizontal): 10 (vertical).

As peças assentadas são contraventadas superiormente por uma viga de concreto moldada no local. Caso se deseje vencer desníveis maiores que 2 m, pode-se utilizar as peças em planos escalonados.

Tem-se conseguido a implantação de até 15 m lineares de muro/dia, com alturas de 2 m, utilizando 1 pedreiro e 6 serventes, para a construção.



Perspectiva de montagem

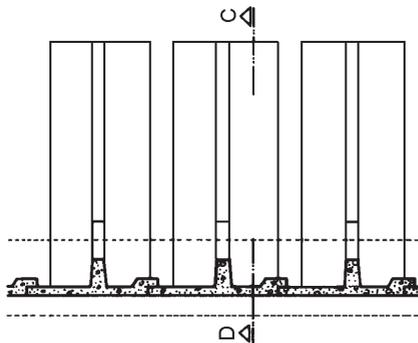
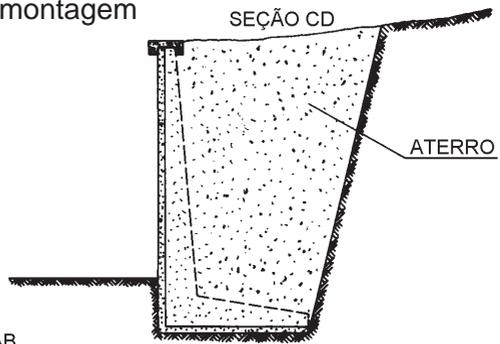
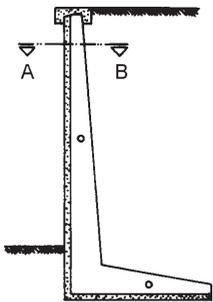


FIGURA 10 - Muros de arrimo - Esquema de execução

## 6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS - CANAIS REVESTIDOS COM PRÉ-MOLDADOS DE ARGAMASSA ARMADA

Considerou-se nestas especificações, como execução de revestimento de canais com pré-moldados de argamassa armada, os serviços a seguir enumerados:

- a) abertura das cavas;
- b) limpeza das cavas;
- c) base de regularização com areia;
- d) carga, transporte, descarga e assentamento das peças pré-moldadas;
- e) reaterro das laterais do canal;
- f) concretagem da viga do coroamento;
- g) acabamentos.

Estas operações devem ser iniciadas após a emissão das *Notas de Serviço* especificadas para as obras.

### 6.1 Materiais

As peças pré-moldadas de argamassa armada devem ter suas dimensões idênticas às estabelecidas em projeto. Os agregados e o cimento utilizados na concretagem da viga deverão satisfazer as exigências das especificações do projeto e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O concreto para a execução da viga de coroamento terá uma tensão de ruptura  $f_{ck} = 18 \text{ MPa}$  ( $180 \text{ kgf/cm}^2$ ). As juntas serão de tecido geotextil tipo *Bidin OP-20*, ou similar. Não serão feitas distinções de classificação dos materiais das cavas. Todos os solos serão considerados como homogêneos (inclusive rocha).



FOTO 25 - Bom Juá - Salvador/BA - Canal revestido em módulos pré-moldados de argamassa armada

## 6.2 Equipamentos

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço são:

- a) equipamentos de escavação (de preferência montados sobre esteiras) implementados com conchas para retro-escavação;
- b) equipamentos para montagem (de preferência montados sobre esteiras) implementados com lança de no mínimo 5 m e guincho;
- c) compactadores leves para o reaterro das laterais do canal;
- d) betoneiras com capacidade mínima de 250 litros;
- e) ferramentas para serviços manuais (pás, picaretas, carros de mão etc.);
- f) em locais inacessíveis a equipamentos, as escavações serão feitas manualmente.

### 6.3 Execução

As cavas, para assentamento das peças de revestimentos, serão feitas de acordo com os detalhes de projeto, obedecendo as cotas e dimensões indicadas, ou seja, 10 cm a mais de cada lado da peça de fundo para a base, e um talude, a partir daí, de inclinação 1 (vertical):1 (horizontal) — talude mais inclinado permitido.

A abertura das cavas deverá ser feita por equipamentos mecanizados, implementados com conchas de retro-escavação, ou *Clam-Shell*. O sentido de escavação será sempre de jusante para montante. O fundo das cavas será regularizado com adição de uma camada de areia de 20 cm.

As peças serão montadas, sempre que possível, no canteiro da obra, fazendo-se o travejamento e encaixe das peças componentes de cada módulo, deitadas sobre uma plataforma uniforme. O módulo montado será assentado por equipamento provido de lança e guincho, utilizando-se para apoio da locomoção os furos existentes nas peças laterais. A complementação do assentamento será feita por operações manuais. Em casos excepcionais, a montagem poderá ser feita por operações manuais. A massa das peças ( $\cong$  100 kg) permite seu manuseio.

Concluídas as operações de assentamento e montagem, serão iniciados os serviços de preenchimento das cavidades inferiores dos cantos das peças de fundo, de acordo com os detalhes de projeto.

O reaterro das laterais deverá ser feito com materiais não plásticos (preferencialmente areia), precedidos da colocação das tiras de tecido geotextil (*Bidin OP-20* ou similar).

Os últimos 60 cm do reaterro deverão ser efetuados com materiais (solos) coesivos, para prevenir os fenômenos erosivos. Após conclusão do reaterro, que deverá ser simultâneo para os dois lados, serão preparadas as formas para moldagem das vigas de coroamento.

As armaduras serão afixadas de acordo com os detalhes fornecidos em projeto, devendo-se garantir os recobrimentos mínimos recomendados.

O concreto colocado nas formas será adensado mecanicamente por vibradores de imersão. Os dispositivos de drenagem, que confluem ao canal, serão assentes sobre peças especiais encomendadas para tal fim, a partir das indicações do projeto. Em situações especiais, serão projetadas conexões, objeto de detalhamento particular, medidas e pagas separadamente.

#### **6.4 Controle**

O controle será feito por mensurações topográficas de verificação do conjunto concluído. O reaterro será acompanhado por apreciação visual.

Nas camadas finais, últimos 60 cm, deverão ser efetuados ensaios para assegurar um grau de compactação de 95% do *proctor* simples.

A qualidade do concreto das vigas de coroamento será verificada por comparação da resistência de projeto com a obtida da ruptura de corpos-de-prova moldados na obra.

#### **6.5 Medição**

A medição será feita por metro linear de canal revestido, concluído de acordo com os detalhes e dimensões do projeto

#### **6.6 Pagamento**

O pagamento será feito pelos preços propostos para o metro linear de canal revestido e concluído, de acordo com as dimensões e detalhes do projeto, devendo ser incluídos na sua composição os itens listados a seguir:

- a) abertura das cavas em qualquer tipo de solo;
- b) regularização do fundo das cavas com areia (20 cm de espessura);
- c) aquisição, carga, transporte, descarga, montagem e assentamento das peças pré-moldadas;
- d) reaterro com material não plástico (areia) das cavidades inferiores dos cantos das peças de fundo;
- e) reaterro compactado das laterais com material não plástico (areia);
- f) reaterro compactado das camadas finais até 60 cm das laterais do canal com material coesivo;
- g) preparo e fixação das formas para as vigas de coroamento;
- h) corte, dobragens, assentamento e fixação das armaduras das vigas de coroamento;
- i) preparo, lançamento, adensamento e cura do concreto das vigas de coroamento;
- j) complementação dos reaterros com acabamentos manuais;
- k) aquisição, carga, transporte, descarga dos materiais (solos, areia, ferro, tábuas, pregos, cimento, água, arame recozido, mantas de tecido geotextil, agregados etc.);
- l) aquisição, carga, transporte, descarga, utilização, operação, depreciação e manutenção dos equipamentos;
- m) mão-de-obra e demais incidências utilizadas na execução de todos os serviços envolvidos.

## **7 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS - VIAS DE PEDESTRES EM RAMPAS E ESCADARIAS DRENANTES**

Considerou-se nestas especificações como execução de rampas e escadarias drenantes, com elementos pré-moldados de argamassa armada, os serviços a seguir enumerados:

- a) abertura das cavas para assentamento dos módulos pré-moldados;
- b) limpeza das cavas;
- c) base de solo-cimento;
- d) carga, transporte, descarga e assentamento dos módulos pré-moldados;
- e) reaterro das laterais das obras com solo-cimento;
- f) proteção das laterais com argamassa de areia e cimento;
- g) acabamentos.

Estas operações deverão ser iniciadas após a emissão das *Notas de Serviço*, específicas para as obras.

### **7.1 Materiais**

Os módulos pré-moldados de argamassa armada e as peças de cobertura, também pré-moldadas de concreto convencional, deverão ter suas dimensões idênticas às estabelecidas em projeto.

Os agregados (gráudos a miúdos) e o cimento utilizados nos serviços de montagens e acabamentos deverão satisfazer as exigências das especificações de projeto e da ABNT.

Não serão feitas distinções de classificações dos materiais das cavas. Todos os solos serão considerados como homogêneos.

## **7.2 Execução**

As cavas para assentamento dos módulos serão feitas de acordo com os detalhes de projeto, obedecendo as cotas e dimensões indicadas. A abertura das cavas poderá ser efetuada por processos manuais.

Será exigido que o fundo das cavas esteja perfeitamente regularizado, de acordo com as dimensões da parte inferior das peças. Esta operação deverá ser orientada mediante a utilização de gabaritos, que reproduzam as dimensões das peças.

As fundações das rampas deverão ser compactadas por processos mecânicos, utilizando-se de placas vibratórias leves. As cavas para os degraus, que constituem as fundações das escadarias, serão executadas por operações manuais. A montagem das rampas e escadarias será feita sempre de jusante para montante.

Após verificação, pode-se iniciar as operações dos reaterros laterais. A partir do último trecho de rampa (montante) inicia-se a montagem das escadarias.

A primeira peça (peça especial) e, então, assentada sobre camada de solo-cimento, ainda fresco, ou solo-cimento de modo a afixá-la na posição. As peças seguintes são assentadas de maneira idêntica.

Antes do início do assentamento das placas de cobertura das rampas e escadarias é feita a proteção lateral indicada nos detalhes do projeto, que incluem a regularização por operação manual do terreno vizinho. O reaterro das laterais dos módulos será executado com solo-cimento, em camadas nunca superiores a 15 cm, densificados por apiloamento manual.

## **7.3 Controle**

Será exigido do fornecedor dos módulos pré-moldados certificados de comprovação da qualidade do produto. Não serão aceitos módulos

que apresentem defeitos de fabricação, ou que tenham sido danificados durante o transporte. Não serão admitidas tolerâncias que comprometam as declividades estabelecidas.

O controle do reaterro será feito por observação visual contínua, durante todo o período de execução dos serviços.

## **7.4 Medição**

A medição será feita por metro linear de rampa ou escadarias drenantes, concluída de acordo com os detalhes e dimensões do projeto, apreciadas em projeção horizontal.

## **7.5 Pagamento**

O pagamento será feito pelos preços propostos para o metro linear de rampa, ou escadarias drenantes, concluída de acordo com as dimensões e detalhes do projeto, devendo ser incluídos na sua composição os itens listados a seguir:

- a) abertura das cavas em qualquer tipo de solo;
- b) regularização do fundo das cavas;
- c) aquisição, carga, transporte, descarga, montagem e assentamento das peças pré-moldadas;
- d) base de solo-cimento;
- e) reaterro compactado das laterais do canal com solo-cimento;
- f) complementação dos reaterros com acabamentos manuais;
- g) aquisição, carga, transporte, descarga dos materiais (solos, areia, ferro, tábuas, pregos, cimento, água, arame recozido,

mantas de tecido geotextil, agregados, placas metálicas para recepção da argamassa, peças especiais pré-moldadas etc.);

- h) mão-de-obra e demais incidências utilizadas na execução de todos os serviços envolvidos.

## **8 A EXPERIÊNCIA DE SALVADOR**

A expansão urbana de Salvador desenvolveu-se segundo três grandes vetores: o primeiro, com direção e sentido Centro-Itapoa, caracterizado por uma ocupação onde predominam habitações de renda mais alta. Nesta faixa, limitada pela Orla Marítima e a Avenida Paralela, existem ainda grandes vazios, que possibilitam uma concentração maior de habitações, de modo a otimizar a utilização da infra-estrutura e de redes de serviço público.

O segundo vetor tem direção e sentido Centro-Aratu, ocupado por populações de renda mais baixa, onde as habitações já se encontram consolidadas com um mínimo de infra-estrutura para atender às necessidades básicas. Esta faixa urbana limita-se com a Baía de Todos os Santos e a conhecida falha geológica de Salvador, apresentando áreas densamente edificadas e alguns bolsões ainda não construídos, devido a acidentada topografia local.

O terceiro vetor, de direção e sentido Centro-CIA (Centro Industrial de Aratu), desenvolve-se ao longo do eixo viário BR-324. Na área de influência deste encontram-se núcleos habitacionais de populações de baixíssima renda, numa mescla heterogênea com zonas industriais (pequenas indústrias que se desenvolveram ao longo do eixo viário). Coincidentemente, esta é a área de influência da Bacia do Rio Camurujipe.

A topografia atípica de Salvador e a natureza dos solos aí encontrados possibilitaram, ao longo dos anos, um processo de assoreamento da calha do rio, trazendo como consequência uma elevação do nível das águas do Camurujipe. Esta elevação inundou os vales, criando lagoas estagnadas e brejosas, compostas de solos de aluvião, impróprios, portanto, ao desenvolvimento urbano.



FIGURA 11 - Densidade demográfica - Vale do Camurujipe

As populações de baixa renda, que inicialmente ocupavam as linhas de cumeadas, margeando os eixos viários, foram pressionadas encosta abaixo por habitações melhores, que começaram a ocupar o terço superior das encostas. Esta ocupação realizou-se através da edificação de prédios com três andares acima da via e três abaixo, favorecidos pela legislação que dispensava, nestes casos, o uso de elevadores.



FOTO 26 - Bom Juá-Salvador/BA - Via pública antes da implantação da via pedestre

Começou, então, a surgir na parte mais baixa das encostas e nas áreas inundadas uma ocupação pontual, desordenada e extremamente compacta, de habitações de baixíssima renda. Nestes focos de pobreza a ação do poder público foi impossibilitada pela dificuldade de acesso dos equipamentos e serviços.

O lixo aí acumulado, os dejetos lançados em bruto e a estagnação das águas transformaram estas localidades inacessíveis em focos de proliferação de doenças, onde a insalubridade do meio é incompatível com qualquer forma decente de vida humana.

Considerando que neste vale residem 800 mil habitantes, dos quais 500 mil (um terço da população de Salvador) possuem renda familiar média inferior a 2,5 salários mínimos, localizados em áreas de características assemelhadas às descritas anteriormente, procurou-se solucionar o problema como um todo.

Elaborou-se um programa, apoiado em pesquisas sócio-econômicas desencadeadas em todo o vale, detectando-se 34 localidades, envolvendo 22 bairros distintos, ocupadas por populações de baixa renda carentes de serviços de saneamento básico e de uma infra-estrutura de apoio. Para a implantação deste programa, devido às peculiaridades de topografia e dos solos, houve necessidade do desenvolvimento de tecnologias específicas.

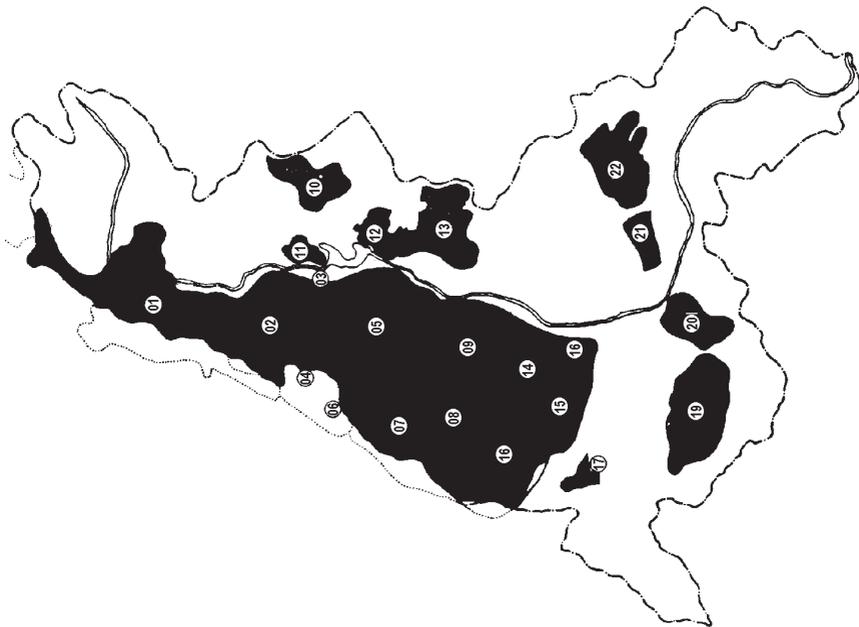
A prefeitura criou um escritório de projetos para estudar cada situação, de modo a oferecer uma solução que permitisse a intervenção maciça e em larga escala, de modo a erradicar de vez o problema. Para realizar este trabalho, a Prefeitura pesquisou uma tecnologia capaz de responder às condições de implantação dos serviços básicos, em locais de difícil acesso. Uma tecnologia que, por outro lado, evitasse o deslocamento da população.

A tecnologia de argamassa armada foi a que melhor respondeu às necessidades do projeto. São pré-moldados leves, armados por telas de aço, que compõe os dispositivos de drenagem, permitindo o saneamento da área.

Caracterizada a decisão de intervir, de forma profunda, na realidade sócio-econômica das populações de baixa renda da cidade, a Prefeitura Municipal de Salvador (PMS) pôs-se a estudar quais os problemas que estão na base desta realidade e, considerando suas próprias limitações financeiras e administrativas, quais poderiam ser objeto da atuação do Governo Municipal.

A questão da habitação, vista, principalmente, do ângulo de saneamento básico, aqui entendido como um conceito que engloba, simultaneamente, saúde pública e engenharia sanitária, revelou-se como aquela que estava a exigir soluções mais urgentes, radicais e definitivas.

A ação da prefeitura, nestas áreas, apoiadas nas peças de pré-moldados leves, consistiu na abordagem simultânea dos aspectos relativos a:



Item	Bairro/Núcleos	Área (ha)	Densidade	População	Custos (US\$) (*)
01	Pirajá	145,0	196,6	28.502	971.232,00
02	Marechal Rondon	48,8	256,2	12.602	833.190,00
03	Lobato				
	● Alto do Cabrito	108,0	159,9	17.271	863.013,00
	● Alto da Boa Vista	90,0	128	11.513	767.123,00
04	São Caetano				
	● Alto da Boa Vista	26,2	370	9.694	1.484.380,00
	● Capelinha	21,4	505	10.807	1.667.000,00
	● Baixa do Camurujipe	8,1	180	1.458	2.739.726,00
	● Sussunda	14,8	425	6.290	3.424.657,00
	● Alto do Peru	5,6	342	1.915	1.643.835,00
	● São Caetano	87,5	256,4	22.431	3.542.470,00
05	Calabêião	5,2	99	515	7.142.000,00
06	Meia Escura	74,9	151	11.310	3.488.926,00
07	Alto do Atrialal	17,7	194	3.434	3.328.147,00
08	Fazenda Grande				
	● Bom Juá	48,7	392	19.090	1.917.808,00
	● Jaqueira do Carneiro	45,0	392	17.640	2.136.986,00
	● Fazenda Grande	57,9	392	22.697	2.465.753,00
09	Liberdade				
	● Curuzu	26,0	539	14.014	2.191.780,00
	● Baixa dos Frades	7,1	355	2.520	2.054.794,00
	● Santa Mônica	36,5	355	12.957	3.424.657,00
10	Peru Vaz	42,9	732	31.403	3.424.657,00
11	Iapi	80,5	355	28.577	3.576.723,00
12	São Gonçalo do Retiro	66,9	325	21.742	3.524.462,00
13	Caixa D'Água	75,6	529	39.992	3.424.936,00
14	Antônio Balbino	19,8	355	7.029	4.164.826,00
15	Pau Miúdo	50,8	441	22.405	3.344.198,00
16	Cidade Nova	41,0	364	14.964	3.546.844,00
17	Sertanejo	12,5	539	6.737	3.196.899,00
18	Pela Porco	1,8	383	689	3.294.856,00
19	Pernambúas	95,8	324	31.996	4.326.149,00
20	Saramandata	23,9	364	8.699	3.199.248,00
21	Cosme de Farias				
	● Baixa do Tubo	50,4	476	23.990	3.096.500,00
	● Baixa da Paz	47,6	476	22.657	3.746.944,00
22	Campanas de Brotas	28,8	248	7.142	3.485.936,00
SUBTOTAL.....					99.998.149,00
RIO CAMURUJIPE (Revestimento e Refrigeração do Canal)					17.808.219,00
CONTENCÕES DE ENCOSTAS (*) Valor em abril de 1981					32.984.856,00
TOTAL.....					150.771.224,00

FIGURA 12 - Comunidades e núcleos abrangidos pelo projeto - Vale do Camurujipe

- a) saneamento básico;
- b) infra-estrutura viária para veículos e pedestres;
- c) estabilização de encostas;
- d) áreas de lazer;
- e) equipamentos escolares, creches, unidades de abastecimento alimentar, postos de saúde etc.;
- f) complementação de rede de energia elétrica;
- g) iluminação pública.

A primeira etapa das obras de saneamento básico a ser executada foi a retificação, dragagem e revestimento do Rio Camurujipe. Resolvido o problema do rio, que se coloca como a espinha dorsal do sistema, a segunda etapa foi a macro-drenagem dos assentamentos.

O revestimento destes últimos está sendo solucionado com a utilização de peças pré-moldadas de argamassa armada, produzidas pela prefeitura (RENURB), em sua própria usina.

O sistema se completa com as escadarias drenantes, ligadas aos canais, que se constituem numa solução simples para a coleta de águas e esgotos, assumindo, por seu tamponamento, a feição de uma via de pedestre pavimentada. Estas escadas, construídas com os pré-moldados leves de argamassa armada, permitem, pelo seu interior que é oco, a veiculação de águas pluviais e servidas, antes de funcionar como escadarias ou rampas para o acesso dos pedestres. Assim, as escadarias e rampas drenantes com tecnologia exclusiva desenvolvida pela PMS, através da RENURB, podem ser definidas como a solução básica, simples e inovadora de um sistema de saneamento básico, adequado a uma cidade com as características de Salvador.



FOTO 27 - Bom Juá - Salvador/BA - Canal antes do revestimento



## BIBLIOGRAFIA

BAHIA. Governo do Estado. *Programa integrado de atendimento às necessidades básicas de saúde e saneamento da periferia de Salvador*. Salvador, 1980.

BANCO Nacional da Habitação (BNH). *Relatório para definição de áreas prioritárias para implantação de programas habitacionais de interesse social na região metropolitana de Salvador*. Salvador, 1981.

CONSELHO de Desenvolvimento do Recôncavo (CONDER). *Investimentos em áreas de baixa renda*. Salvador, 1981.

\_\_\_\_\_. *Nordeste de Amaralina*. Salvador, 1981.

\_\_\_\_\_. *Seminário para compatibilização de áreas no espaço metropolitano*. Salvador, 1981.

FERNANDES, Marlene & CORREA, Luis Guilherme do Couto. *Diretrizes para a urbanização dos aglomerados de subabitações*. s.L.p., s.c.p., 1982.

HANAI, João Bento de. *Construções de argamassa armada; situação, perspectiva e pesquisas*. São Carlos, Escola de Engenharia, 1981.

KALBERMATTEN, John M. *Low cost water supply and sanitation planing and implementation*. s.L.p., s.c.p., s.d.

\_\_\_\_\_ & JULIUS, de-Anne S. & GUNNERSON, Charles G. *A sanitation field manual appropriate technology water supply sanitation*. s.L.p., s.c.p., 1980.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. *Programa de desenvolvimento de comunidades; PRODECON*. s.L.p., 1982.

WALTER Sanches Associados & ESCRITÓRIO Técnico Enaldo Cravo Peixoto Ltda. *Planejamento geral do sistema de esgotos sanitários da cidade de Salvador*. Salvador, 1968.

WILKEN, Paulo Sampaio. *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo, CETESB, 1978.



**Sede:**

Av. Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré - 05347-902-São Paulo/SP  
Tel.: (11) 3760-5300 - Fax: (11) 3760-5320  
DCC 0800-0555776 - [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)

**Escritórios Regionais:**

Pernambuco	- Tel: (81) 3092-7070 - Fax: (81) 3092-7074
Distrito Federal	- Tel./Fax: (61) 3327-8768 e 3328-7776
Minas Gerais	- Tel./Fax: (31) 3223-0721
Rio de Janeiro	- Tel: (21) 2531-1990 - Fax: (21) 2531-2729
São Paulo	- Tel: (11) 3760-5374 - Fax: (11) 3760-5320
Paraná	- Tel: (41) 3353-7426 - Fax: (41) 3353-4707

**Representações Regionais:**

Ceará:	- Tel./Fax: (85) 3261-2697
Bahia	- Tel./Fax: (71) 3354-6947
Santa Catarina	- Tel./Fax: (48) 3322-0470
Rio Grande do Sul	- Tel./Fax: (51) 3395-3444
Mato Grosso e Mato Grosso do Sul	- Tel./Fax: (67) 3327-2480
Espírito Santo	- Tel./Fax: (27) 3314-3601