CESP Companhia Energética de São Paulo

Instruções Gerais para Concreto

Usina Ilha Solteira – Volume II

CESP Companhia Energética de São Paulo

Instruções Gerais para Concreto

São Paulo
1979

FICHA CATALOGRÁFICA

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO.
C737 Instruções gerais para concreto — Usina Ilha Solteira
São Paulo, 1979.
2V.

1. Concreto 2. Usina Hidrelétrica Ilha Solteira I. Título

CDU 691.32:621.311.21SPO30

O trabalho "Ilha Solteira — Instruções Gerais para Concreto", que estamos apresentando, registra grande número de recomendações de uma grande autoridade no assunto que é Mr. Lewis H. Tuthill, as especificações da Projetista Themag, além das normas executivas resultantes da própria experiência da CESP — Companhia Energética de São Paulo, utilizadas na construção de nossa maior Hidroelétrica.

Ilha Solteira, 27 de abril de 1979

Eng.º Niveo Aurélio Villa
Engenheiro Residente

Eng.º Walmyr Fernandes Modesto
Departamento de Obras I

Eng.º José Geraldo Villas Bôas
Diretor de Engenharia e Construções

ÍNDICE

página

APRESENTAÇÃO 01

3. ESPECIFICAÇÕES FEITAS PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA 11

3.1 — OBJETIVO 13

3.2 — TRANSPORTE 13
3.2.1 — INTRODUÇÃO 13
3.2.2 — CARRETAS OU CAMINHÕES COM CAÇAMBAS 13
3.2.2.1 — Generalidades 13
3.2.2.2 — Transporte em caçambas 13
3.2.2.3 — Número de caçambas 13
3.2.2.4 — Início de concretagem 13
3.2.2.5 — Capacidade da caçamba 13
3.2.2.6 — Fluxo de descarga da caçamba 13
3.2.2.7 — Umedecimento das caçambas 13
3.2.2.8 — Manutenção periódica das caçambas 13
3.2.2.9 — Lavagem das caçambas 14
3.2.2.10— Vibradores acoplados nas caçambas 14
3.2.2.11— Carregamento de uma caçamba 14
3.2.2.12— Descarga da caçamba 14
3.2.2.13— Alturas para descarga de concreto 14
3.2.2.14— Distância para o uso da caçamba 14
3.2.3 — CAMINHÕES BASCULANTES 14
3.2.3.1 — Generalidades 14
3.2.3.2 — Água na superfície dos locais de lançamento 14
3.2.3.3 — Uso de betonadas mais ricas 14
3.2.3.4 — Lavagem dos basculantes 14
3.2.3.5 — Uso de caminhões betoneiras 14
3.2.4 — PLANOS INCLINADOS OU CALHAS 14
3.2.4.1 — Generalidades 14
3.2.4.2 — Uso de calha para o lançamento 15
3.2.4.3 — Proteção do concreto 15
3.2.4.4 — Anteparos nas calhas 15
3.2.5 — CORREIAS TRANSPORTADORAS 15
3.2.5.1 — Generalidades 15
3.2.5.2 — Perda de plasticidade 15
3.2.5.3 — Velocidade de translação da correia transportadora 15
3.2.5.4 — Adoção de chutes na descarga 15
3.2.6 — MÉTODOS PNEUMÁTICOS 15
3.2.6.1 — Generalidades 15
3.2.6.2 — Separação do agregado graúdo 15
3.2.6.3 — Dificuldades operacionais 15
3.2.6.4 — Reduções de plasticidade 15
3.2.7 — BOMBEAMENTO 16
3.2.7.1 — Generalidades 16
3.2.7.2 — Comprimentos de tubulações de aço 16
3.2.7.3 — Distâncias de bombeamentos 16

3.2.7.4 — Lançamento a grandes alturas ... 16
3.2.7.5 — Início de funcionamento da bomba ... 16
3.2.7.6 — Redução do atrito e perigo de obstrução das tubulações ... 16
3.2.7.7 — Obstrução das tubulações ... 16
3.2.7.8 — Dificuldade prática do lançamento ... 16
3.2.7.9 — Colocação do agitador ... 16
3.2.7.10— Fluxo ininterrupto do concreto ... 16

3.3 — PREPAROS PARA LANÇAMENTO ... 16
3.3.1 — PREPARO DA FUNDAÇÃO EM ROCHA ... 16
3.3.1.1 — Generalidades ... 16
3.3.1.2 — Preparo da fundação ... 17
3.3.1.3 — Remoção de materiais ... 17
3.3.1.4 — Limpeza com jato de ar e água ... 17
3.3.1.5 — Complementação da limpeza ... 17
3.3.1.6 — Remoção de rochas ... 17
3.3.1.7 — Remoção de água para início de lançamento ... 17
3.3.1.8 — Bombeamento na parte externa da fundação ... 17
3.3.1.9 — Orientação de água de infiltração ... 17
3.3.1.10— Isenção dos materiais finos na rocha durante o lançamento ... 17
3.3.1.11— Preenchimento das protuberâncias ou depressões ... 17
3.3.2 — PREPARO DAS JUNTAS DE CONCRETAGEM ... 17
3.3.2.1 — Generalidades ... 17
3.3.2.2 — Impermeabilidade da junta ... 18
3.3.2.3 — Traços com elevada plasticidade ... 18
3.3.2.4 — Traços com elevado Slump ... 18
3.3.2.5 — Preparo de juntas sujeitas ao trânsito de pessoas ... 18
3.3.2.6 — Trânsito de operários após o término do lançamento ... 18
3.3.2.7 — O que deve ser evitado para o preparo de junta ... 18
3.3.2.8 — Uso de sapatos especiais ... 18
3.3.2.9 — Uso acurado da vibração ... 18
3.3.2.10— Vibração complementar ... 18
3.3.2.11— Remoção do concreto endurecido ... 18
3.3.2.12— Início da operação do preparo de junta ... 18
3.3.2.13— Superfície preparada por jato de areia e lavagem com água ... 18
3.3.2.14— Tratamento com jato de areia úmida ... 19
3.3.2.15— Remoção da água existente na superfície da camada ... 19
3.3.2.16— Areia para jateamento ... 19
3.3.2.17— Jatos de areia úmida ... 19
3.3.2.18— O desempenho do jato de areia ... 19
3.3.2.19— Tratamento de junta em concretos de boa qualidade ... 19
3.3.2.20— Jateamento excessivo ... 19
3.3.2.21— Capacidade de produção de um jato de areia ... 19
3.3.2.22— Concretos de baixa resistência ... 19
3.3.2.23— O preparo de juntas de concretagem com jatos de ar e água a alta velocidade ... 19
3.3.2.24— Corte com ar e água prematuro ... 19
3.3.2.25— Tratamento de junta com corte de ar e água ... 20
3.3.2.26— Preservação da contaminação da junta ... 20
3.3.2.27— Contaminação em juntas tratadas ... 20
3.3.2.28— Qualidade de uma junta preparada com jato de ar e água ... 20
3.3.2.29— Limpeza final com jato de areia e lavagem ... 20
3.3.2.30— Tratamento de junta efetuado com jato de ar e água ... 20
3.3.2.31— Utilização de bombas a alta pressão ... 20

3.4 — LANÇAMENTO 20
3.4.1 — INTRODUÇÃO 20
3.4.2 — CONCEITOS 20
3.4.2.1 — Segregação 20
3.4.2.2 — Junta-fria 21
3.4.3 — CONCRETOS ESTRUTURAIS 21
3.4.3.1 — Generalidades 21
3.4.3.2 — Concreto bem lançado 21
3.4.3.3 — Lançamento do concreto pela lateral da forma 21
3.4.3.4 — Separação do agregado mais grosso da argamassa 21
3.4.3.5 — Concretos estruturais confinados em formas 21
3.4.3.6 — Chutes verticais de material gomado ou flexível 21
3.4.3.7 — Descarga do concreto do chute 21
3.4.3.8 — Limite da altura da queda vertical do concreto 21
3.4.3.9 — Diâmetro das seções tubulares do chute 21
3.4.3.10— Adensamento do concreto em ângulos mais difíceis 21
3.4.3.11— Superfícies confinadas por ferragens de espera 22
3.4.3.12— Paralisação da concretagem 22
3.4.3.13— Interrupção da concretagem 22
3.4.4 — CONCRETOS DE MASSA 22
3.4.4.1 — Generalidades 22
3.4.4.2 — Segregação 22
3.4.3.3 — Início do lançamento 22
3.4.4.4 — Revestimento da junta com uma camada de argamassa antes do lançamento 22
3.4.4.5 — Lançamento das subcamadas 22
3.4.4.6 — Segregação nas cabeças das camadas 23
3.4.4.7 — Superposições de cabeças entre 2 camadas 23
3.4.4.8 — Vibração das cabeças das camadas 23
3.4.4.9 — Descarga das caçambas 23
3.4.4.10— Lançamento de concreto em superfícies inclinadas 23
3.4.4.11— Preparo das cabeças quando ocorrer chuvas durante o lançamento 23
3.4.4.12— Verificação da dosagem do concreto 23
3.4.4.13— Como conseguir um bom aspecto de uma camada 23
3.4.4.14— Término de concretagem 24
3.4.5 — JUNTA-FRIA 24
3.4.5.1 — Generalidades 24
3.4.5.2 — Causas 24
3.4.5.3 — Critério para continuidade do lançamento 24

3.5 — ADENSAMENTO 25
3.5.1 — INTRODUÇÃO 25
3.5.2 — PRINCÍPIO DE VIBRAÇÃO 25
3.5.3 — REQUISITOS BÁSICOS 25
3.5.3.1 — Generalidades 25
3.5.3.2 — Método de vibração 25
3.5.3.3 — Vibradores a ar comprimido 25
3.5.3.4 — Vibradores de imersão de 6" para concretos de massa 25
3.5.3.5 — Freqüência da vibração 25
3.5.3.6 — Unidades e peças de reposição 26
3.5.3.7 — Imersão e retirada do vibrador 26
3.5.3.8 — Pontos e períodos que devem ser mergulhados e sacados 26
3.5.3.9 — Pedras soltas na superfície da camada 26
3.5.3.10— Posição correta para o uso do vibrador 26
3.5.3.11— Efeito da vibração 26

3.5.3.12— Vibração bem feita 26
3.5.4 — REVIBRAÇÃO 26
3.5.4.1 — Generalidades 26
3.5.4.2 — Revibração 26
3.5.4.3 — Vibração adicional 26
3.5.4.4 — Vibração em superfícies verticais 26

3.6 — CURA 27
3.6.1 — INTRODUÇÃO 27
3.6.2 — CURA ÚMIDA 27
3.6.2.1 — Generalidades 27
3.6.2.2 — Tempo de cura 27
3.6.2.3 — Cura em concretos dosados com cimento cujo processo de hidratação seja lento 27
3.6.2.4 — Auxílio das formas laterais para a cura do concreto 27
3.6.2.5 — Processos de cura úmida 27
3.6.2.6 — Represamento d'água em pisos, lajes ou outras superfícies de camadas 27
3.6.2.7 — Tubos galvanizados, mangueiras de borracha ou PVC 27
3.6.2.8 — Água potável para cura úmida 27
3.6.2.9 — Cura em que o concreto é protegido do sol 27
3.6.3 — CURA COM PRODUTOS SELANTES 28
3.6.3.1 — Generalidades 28
3.6.3.2 — Produtos selantes 28
3.6.3.3 — Coloração branca do produto selante 28
3.6.3.4 — Umedecimento das superfícies logo após a remoção das formas 28
3.6.3.5 — Composição do composto selante 28
3.6.4 — CURA A VAPOR 28
3.6.4.1 — Generalidades 28
3.6.4.2 — Utilização deste processo em peças pré-moldadas 28
3.6.4.3 — Temperatura do vapor 28
3.6.4.4 — Temperaturas muito altas 28

3.7 — FORMAS 29
3.7.1 — INTRODUÇÃO 29
3.7.2 — TIPOS E DEFINIÇÕES 29
3.7.2.1 — Formas fixas 29
3.7.2.2 — Formas deslizantes 29
3.7.2.3 — Formas temporariamente fixas 29
3.7.2.4 — Formas especiais 30
3.7.3 — INSPEÇÃO 30
3.7.3.1 — Inspeção feita pela Fiscalização para liberação das formas 30
3.7.3.2 — Irregularidade no uso e colocação de formas 30
3.7.3.3 — Construção das formas 30
3.7.4 — REQUISITOS BÁSICOS 30
3.7.4.1 — O uso das formas fixas 30
3.7.4.2 — O uso das formas deslizantes 30
3.7.4.3 — O uso das formas temporariamente fixas 30
3.7.4.4 — Transição entre formas deslizantes e temporárias 30
3.7.4.5 — Acabamentos em superfícies com declividades próximas a horizontal 30
3.7.4.6 — Tempo para retirada e avanço dos painéis das formas temporariamente fixas 30
3.7.4.7 — Tratamento da superfície da forma 30
3.7.4.8 — Tratamento da superfície da forma com óleo 30

3.7.4.9 — Produto mineral utilizado na superfície da forma 31
3.7.4.10— Aplicação de verniz nas formas de madeira compensada 31
3.7.4.11— Ajustagem e vedação das formas 31
3.7.4.12— Superfície de contacto dos painéis 31
3.7.4.13— Reforço do painel para início de concretagem 31
3.7.4.14— Colocação de sarrafos nos painéis 31
3.7.4.15— Verificação na fixação da forma para receber a vibração 31
3.7.4.16— Pressão das formas em função da velocidade de lançamento 31

3.8 — DESFORMA E RETIRADA DO CIMBRAMENTO 31
3.8.1 — INTRODUÇÃO 31
3.8.2 — CONDIÇÕES INDISPENSÁVEIS 31
3.8.2.1 — Suportes e escoramentos das formas 31
3.8.2.2 — Remoção dos cimbramentos ou suportes das formas 32
3.8.2.3 — Curvas de resistência 32
3.8.2.4 — Desforma prematura da estrutura 32
3.8.2.5 — Vantagem em se remover as formas prematuramente 32
3.8.2.6 — Remoção prematura das formas 32

3.9 — ARMAÇÃO 32
3.9.1 — INTRODUÇÃO 32
3.9.2 — INSPEÇÃO 32
3.9.2.1 — Verificação de cada carregamento de barra para armadura 32
3.9.2.2 — Especificações da partida de ferragem 32
3.9.2.3 — Colocação da ferragem dentro das formas 32
3.9.2.4 — Verificação das posições das barras dentro das formas 32
3.9.2.5 — Limpeza das barras de armadura 32
3.9.3 — FERRUGEM E CORROSÃO 33
3.9.3.1 — Generalidades 33
3.9.3.2 — Implicação da ferrugem na seção efetiva da área da barra 33
3.9.3.3 — Remoção da ferrugem 33
3.9.3.4 — Recobrimento adequado do concreto 33
3.9.3.5 — Proteção da armadura 33
3.9.3.6 — Corrosão nas armaduras 33
3.9.4 — INSTRUÇÕES GERAIS 33
3.9.4.1 — Aquecimento do ferro 33
3.9.4.2 — Porcentagem de resfriamento 33
3.9.4.3 — Manuseio durante o beneficiamento de alguns ferros 33
3.9.4.4 — Emendas das barras e transpasse 33
3.9.4.5 — Aderência nas emendas nas barras deformadas 33
3.9.4.6 — Emendas feitas por soldagem 33
3.9.4.7 — Fixação das barras de ferro 34
3.9.4.8 — Calços para fixação das armaduras 34
3.9.4.9 — Substituição de aços de baixa resistência por aços de alta resistência 34
3.9.4.10— Substituição de barras quanto ao diâmetro 34

3.10— MATERIAIS E PEÇAS EMBUTIDAS 34
3.10.1— INTRODUÇÃO 34
3.10.2— INSTRUÇÕES GERAIS 34
3.10.2.1 — Fixação dos materias e peças embutidas no concreto 34
3.10.2.2 — Limpeza das peças embutidas 34
3.10.2.3 — Cuidados com o vibrador nas regiões de peças embutidas 34
3.10.2.4 — Materiais de cobre embutidos no concreto 34
3.10.2.5 — Peças de materiais galvanizados 34

3.10.2.6 — Corrosão de alguns metais não ferrosos quando embutidos no concreto ... 34
3.10.2.7 — Metais desiguais embutidos ... 35
3.10.2.8 — Proteção dos embutidos ... 35
3.10.2.9 — Tubulações embutidas no concreto em juntas de concretagem ... 35
3.10.2.10— Injeção de argamassa nas tubulações embutidas no concreto ... 35

3.11— CONCRETO SECUNDÁRIO ... 35
3.11.1— INTRODUÇÃO ... 35
3.11.2— INSTRUÇÕES GERAIS ... 35
3.11.2.1 — Interferência do concreto primário com a colocação das peças fixas ... 35
3.11.2.2 — Folgas nas ranhuras do concreto primário ... 35
3.11.2.3 — Tratamento da superfície do concreto das ranhuras ... 35
3.11.2.4 — Umedecimento das superfícies antes do lançamento ... 35
3.11.2.5 — Diâmetro máximo do agregado ... 36
3.11.2.6 — Concreto para um enchimento perfeito ... 36
3.11.2.7 — Concretagem das ranhuras ... 36
3.11.2.8 — Concretagem das guias verticais ... 36
3.11.2.9 — Camadas das guias verticais ... 36
3.11.2.10— Acabamentos das guias horizontais ... 36
3.11.2.11— Injeção de calda de cimento em peças embutidas das blindagens ... 36
3.11.2.12— Correção das imperfeições do concreto das guias ... 36

3.12 — REPARO DO CONCRETO ... 36
3.12.1 — INTRODUÇÃO ... 36
3.12.2 — INSTRUÇÕES GERAIS ... 36
3.12.2.1 — Instruções para o pessoal executar um bom reparo ... 36
3.12.2.2 — Início dos reparos ... 36
3.12.2.3 — Correção das imperfeições do concreto antes do início do reparo ... 37
3.12.2.4 — Interrupção na cura dos reparos efetuados ... 37
3.12.2.5 — Fatores importantes para execução de um bom reparo ... 37
3.12.2.6 — Umedecimento das superfícies tratadas do reparo antes do lançamento ... 37
3.12.2.7 — Execução do reparo ... 37
3.12.2.8 — Tendência de retração no concreto novo ... 37
3.12.2.9 — Sacos de aniagem umedecidos usados para cura dos reparos ... 37
3.12.3 — REPARO COM ENCHIMENTO SECO ... 37
3.12.3.1 — Generalidades ... 37
3.12.3.2 — Onde é aconselhado o método do enchimento seco ... 37
3.12.3.3 — Preparo dos furos de parafusos ... 38
3.12.3.4 — Profundidade mínima dos furos para utilizar o enchimento seco ... 38
3.12.3.5 — Lavagem com jato de ar e água nos furos ... 38
3.12.3.6 — Umedecimento dos furos antes do enchimento ... 38
3.12.3.7 — Umedecimento dos furos em paramentos verticais ... 38
3.12.3.8 — Secagem da superfície momentos antes do lançamento ... 38
3.12.3.9 — Mistura para o enchimento seco ... 38
3.12.3.10— Utilização de cimento branco na dosagem ... 38
3.12.3.11— Enchimento de furos de parafusos ... 38
3.12.3.12— Quantidade de água para massa de enchimento seco ... 38
3.12.3.13— Quantidade exata de água na mistura ... 38
3.12.3.14— Reparos maiores que buracos de parafusos ... 38
3.12.3.15— Colocação de material de enchimento ... 38
3.12.4 — REPARO COM REASSENTAMENTO DE CONCRETO ... 39
3.12.4.1 — Generalidades ... 39
3.12.4.2 — Execução do rompimento do reparo ... 39

3.12.4.3 — Declividade no rompimento para facilitar o lançamento 39
3.12.4.4 — Barras de armadura de reforço 39
3.12.4.5 — Concordâncias na parte interna dos buracos 39
3.12.4.6 — Lançamento do concreto em vigas e paredes 39
3.12.4.7 — Início do reassentamento do concreto 39
3.12.4.8 — Inclinação da forma do reparo 39
3.12.4.9 — Desforma do reparo 39
3.12.4.10— Verificação das regiões reparadas 40
3.12.5 — REPARO COM REASSENTAMENTO DE ARGAMASSA 40
3.12.5.1 — Generalidades 40
3.12.5.2 — Imperfeições rasas do concreto 40
3.12.5.3 — Profundidade mínima escavada nos locais a serem reparados 40
3.12.5.4 — Reparos em áreas resultantes do material de superfície aderido à forma . 40
3.12.5.5 — Reassentamento manual de argamassa 40
3.12.6 — REPAROS COM PRODUTOS "EPOXI" 40
3.12.6.1 — Generalidades 40
3.12.6.2 — Preparação para reparo com ligas "epóxicas" 40
3.12.6.3 — Serviços de reparo com produtos "epoxi" 40
3.12.6.4 — Proteção do pessoal para trabalhar com produtos "epoxi" 40

3.13 — ACABAMENTOS 40
3.13.1 — INTRODUÇÃO 40
3.13.2 — ACABAMENTO DE SUPERFÍCIES FORMADAS 41
3.13.2.1 — Generalidades 41
3.13.2.2 — Acabamento tipo 1 41
3.13.2.3 — Acabamento tipo 2 41
3.13.2.4 — Acabamento tipo 3 41
3.13.2.5 — Acabamento tipo 4 41
3.13.2.6 — Acabamento tipo 5 42
3.13.3 — ACABAMENTO DE PISOS 42
3.13.3.1 — Anulamento e preparo da superfície a ser acabada nos pisos 42

4 NOTAS DO CURSO PARA TÉCNICOS E FISCAIS DE CONCRETO PREPARADO PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA 43

4.1 — INTRODUÇÃO 45

4.2 — DEFINIÇÕES 45

4.3 — MATERIAIS COMPONENTES 45
4.3.1 — CIMENTO 45
4.3.2 — AGREGADOS 46
4.3.3 — POZOLANA 49
4.3.4 — ÁGUA 49
4.3.5 — ADITIVOS 49
4.3.5.1 — Aditivo acelerador 49
4.3.5.2 — Retardadores de pega 49
4.3.5.3 — Incorporadores de ar 49
4.3.5.4 — Produtos de cura 49
4.3.5.5 — Impermeabilizantes 50

4.4 — FABRICAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE 50
4.4.1 — AMASSAMENTO 50
4.4.2 — TRANSPORTE 51

4.4.2.1 — Generalidades 51
4.4.2.2 — Tipos de transporte 51
4.4.2.3 — Quantidade de transporte 52
4.4.2.4 — Comunicação 52
4.4.3 — LANÇAMENTO 54
4.4.3.1 — Grandes blocos 54
4.4.3.2 — Lançamento em pequenas estruturas (pilares, vigas, etc.) 56
4.4.4 — ADENSAMENTO 58
4.4.5 — ACABAMENTO 62
4.4.5.1 — Generalidades 62
4.4.5.2 — Superfícies 62
4.4.5.3 — Nota Final 63
4.4.6 — CURA 65
4.4.6.1 — Generalidades 65
4.4.6.2 — Tempo de cura 67
4.4.6.3 — Tipos de cura 68
4.4.6.4 — Curas e reparos em pequenas estruturas 68
4.5 — PREPARO DO BLOCO 70
4.5.1 — CORTE 70
4.5.1.1 — Generalidades 70
4.5.1.2 — Tipos de corte 70
4.5.2 — LIMPEZA 74
4.5.2.1 — Conceito 74
4.5.2.2 — Conseqüência de uma limpeza malfeita 74
4.5.3 — FORMA 74
4.5.3.1 — Generalidades 74
4.5.3.2 — Cuidados na concretagem 75
4.5.4 — FERRAGEM 76
4.5.4.1 — Generalidades 76
4.5.4.2 — Cuidados na concretagem 77

4.6 — PROBLEMAS COMUNS NUMA CONCRETAGEM 77
4.6.1 — CHUVA 77
4.6.1.1 — Conseqüências 77
4.6.1.2 — Soluções 78
4.6.2 — JUNTA-FRIA 78
4.6.2.1 — Generalidades 78
4.6.2.2 — Soluções 79
4.6.2.3 — Nota final 80

4.7 — INFLUÊNCIA DA ÁGUA NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO 82

4.8 — INFLUÊNCIA DA VIBRAÇÃO NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO 82
4.9 — TEMPO DE PEGA DO CONCRETO 83
4.10— REPAROS 84
4.11— MATA-JUNTAS 85
4.11.1— GENERALIDADES 85
4.11.2— INSTALAÇÃO 86
4.11.3— CONCRETAGEM 86

ALGUNS ASPECTOS DURANTE A CONSTRUÇÃO DA OBRA 87

ESPECIFICAÇÕES FEITAS PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA

3. ESPECIFICAÇÕES FEITAS PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA

3.1. OBJETIVO

O objetivo destas especificações é o de orientar os processos executivos dentro dos novos conceitos de preservação da qualidade do concreto uma vez manufaturado.

3.2. TRANSPORTE

3.2.1. INTRODUÇÃO

Embora seja do Empreiteiro a opção e responsabilidade de utilização do equipamento de transporte, cabe à Fiscalização controlar sua eficiência, de tal modo a receber nos locais de lançamento um concreto com características praticamente inalteradas.

Nos parágrafos seguintes estão indicados alguns métodos de transporte com particular referência a certos requisitos básicos que devem ser obedecidos.

3.2.2. CARRETAS OU CAMINHÕES COM CAÇAMBAS

3.2.2.1. Generalidades

As caçambas constituem um dos meios mais adequados ao transporte e lançamento de concreto, desde que sejam projetadas e utilizadas de maneira a corresponder às condições de trabalho e de boa movimentação.

3.2.2.2. Transporte em Caçambas

O Transporte em Caçambas, das Centrais aos locais de lançamento, deverá ser feito de um modo relativamente rápido, contudo, deverá haver um sincronismo com as máquinas de lançamento para que não ocorra excesso nem falta de transporte.

3.2.2.3 Número de Caçambas

O número de caçambas deverá ser determinado em função da velocidade das máquinas de lançamento e da distância entre as Centrais e as frentes de concretagem.

3.2.2.4 Início de Concretagem

Ao se iniciar uma concretagem, a segunda carreta deverá portar uma caçamba a menos, a fim de que possa receber a caçamba vazia da primeira carreta que já partiu um direção à Central.

3.2.2.5 Capacidade da caçamba

A capacidade da caçamba deverá ser igual ao volume de uma carga de betoneira ou de um múltiplo exato da capacidade de carga da caçamba, de modo que nunca seja necessário distribuir uma carga de betoneira em duas caçambas sucessivas, pois isto favoreceria à segregação do concreto.

3.2.2.6. Fluxo de descarga da caçamba

Em estruturas menores, o fluxo de descarga da caçamba deverá ser controlado para que o concreto caia nas formas sem ocasionar danos ou sem desalinhamento. Em concreto de massa a descarga deverá ser feita de uma só vez.

3.2.2.7 Umedecimentos das caçambas

Imediatamente antes de entrar na Central,as caçambas devem ser umedecidas com água, para que não absorvam água do concreto fresco, ocasionando sua perda de plasticidade.

3.2.2.8 Manutenção periódica das caçambas

É importantíssimo que se faça manutenção periódica das caçambas, pois a falta de limpeza e lubrificação nas articulações provoca freqüentemente a não abertura da comporta de descarga.

3.2.2.9 Lavagem das caçambas
Em cada 2 ou 3 ciclos, as caçambas deverão passar pelo lavador e, no final da concretagem, deverão ser lavadas com o concreto ainda fresco e ser completamente lubrificadas.

3.2.2.10. Vibradores acoplados às caçambas
Para facilitar a descarga de traços mais secos, ou concretos que ficarem aderentes à caçamba, deve-se acoplar um vibrador que fique permanentemente ligado a ela.

3.2.2.11. Carregamento de uma caçamba
O carregamento de uma caçamba deverá ser feito de maneira tal a evitar a separação do agregado mais grosso.
Para isso, devem ser evitados carregamentos laterais.

3.2.2.12. Descarga da caçamba
Em quaisquer circunstâncias de descarga da caçamba, o fluxo de descarga deverá ser sempre perpendicular à superfície de concretagem, o que vem diminuir consideravelmente os efeitos de segregação.

3.2.2.13. Alturas para descarga de concreto
Embora normalmente a descarga de concreto seja feita com a caçamba colocada próxima à superfície de lançamento, nada impede que, em casos de necessidade, essa descarga seja feita de alturas bem maiores, desde que a caçamba seja aberta de uma só vez.

3.2.2.14. Distância para o uso da caçamba
É vedado o uso de caçambas quando as distâncias forem tais que permitam uma perda de plasticidade do concreto superior a 2,5 cm.

3.2.3. CAMINHÕES BASCULANTES

3.2.3.1. Generalidades
Esse meio de transporte de concreto é normalmente adotado em concretagens de pequeno vulto, desde que as distâncias sejam tais que não ocasionem segregação e perda de plasticidade elevada pela exposição ao tempo.

3.2.3.2. Água na superfície dos locais de lançamento
Na chegada do concreto aos locais de lançamento não deverá existir água livre sobre a superfície de concreto nem acúmulo de agregado grosso no fundo da carga.

3.2.3.3. Uso de betonadas mais ricas
O acúmulo ou estratificação desse material poderá ser bem reduzido usando betonadas mais ricas e incorporadores de ar.

3.2.3.4. Lavagem dos basculantes
É importante que periodicamente se faça uma lavagem no basculante, pois o concreto seco das cargas anteriores absorveria água do concreto fresco, ocasionando considerável perda de "Slump"

3.2.3.5. Uso de caminhões betoneiras
Os métodos supracitados se identificam como ineficazes se as distâncias forem demasiado grandes. Nesse caso, devem ser usados caminhões betoneiras ("truck mixers").

3.2.4. PLANOS INCLINADOS OU CALHAS

3.2.4.1. Generalidades
Essa modalidade, como vem sendo geralmente usada, é uma das maneiras menos indicadas para transporte de concreto, embora não exista nenhuma proibição em normas de concreto. As operações, porém, devem ser feitas de modo a evitar a desagregação e a perda de plasticidade da mistura.

3.2.4.2. *Uso de calha para o lançamento*
A calha deve apresentar uma declividade tal que permita o escorregamento de concretos de consistência mais seca e compatível com as exigências da trabalhabilidade.

3.2.4.3. *Proteção do concreto*
Se o plano inclinado ou calha for de comprimento muito longo, deve-se proteger o concreto do vento e da luz solar, a fim de se evitar a perda de plasticidade.

3.2.4.4. *Anteparos nas calhas*
Na extremidade inferior da calha deverá existir um anteparo que permita uma queda vertical do concreto sobre a superfície de lançamento, evitando assim a separação dos componentes da mistura. Tal guia deverá ser de preferência constituída por duas chapas metálicas inclinadas.

3.2.5. *CORREIAS TRANSPORTADORAS*

3.2.5.1. *Generalidades*
Não existem contra-indicações na utilização desse método de transporte, desde que seja evitada a separação dos componentes, a perda da plasticidade e não ocorra perda de massa que resulte aderente à correia de retorno.

3.2.5.2. *Perda de plasticidade*
A perda de plasticidade do concreto se previne protegendo a correia da ação do sol e do vento.

3.2.5.3. *Velocidade de translação da correia transportadora*
A velocidade de translação da correia transportadora deverá ser sincronizada com a sua fonte de alimentação.

3.2.5.4. *Adoção de chutes na descarga*
A separação que se manifesta sobretudo no ponto de descarga e na extremidade da correia pode ser evitada com a adoção de chutes na descarga e dispositivos que ocasionem a queda vertical do concreto sobre a superfície de lançamento.

3.2.6. *MÉTODOS PNEUMÁTICOS*

3.2.6.1. *Generalidades*
Se bem que correntemente utilizado no lançamento de concreto, geralmente em revestimento de galerias, esse método está sujeito a algumas objeções face às dificuldades operacionais que apresenta em relação aos outros processos.

3.2.6.2. *Separação do agregado graúdo*
A extremidade de descarga deverá estar localizada em posição inferior à superfície de lançamento, para que não ocorra seperação do agregado graúdo em razão do impacto violento de descarga. Essa separação é bem mais acentuada quando se inicia o lançamento nas formas.

3.2.6.3. *Dificuldades operacionais*
As dificuldades operacionais podem ser reduzidas adotando-se misturas mais ricas com agregados graúdos de pequenas dimensões e concedendo um maior espaço de tempo para o endurecimento do concreto dentro das formas.

3.2.6.4. *Reduções de plasticidade*
Reduções de plasticidade que se manifestam da betoneira até o local de lançamento comumente atingem valores de 5 cm ou 7,5 cm. Para compensar antecipadamente a perda de plasticidade, o conteúdo de cimento deverá ter um acréscimo tal que mantenha constante a relação água-cimento.

3.2.7. BOMBEAMENTOS

3.2.7.1. Generalidades

Esse sistema de transporte é indicado especialmente em estruturas onde haja limitações de espaço, tais como: pontes, galerias ou túneis.

Embora o bombeamento possa ser usado com sucesso em obras onde não haja limitações de espaço, suas vantagens econômicas são bastante discutíveis em relação aos outros sistemas de transporte.

3.2.7.2. Comprimentos de tubulações de aço

Comprimentos de tubulações de aço maiores que 300 m não são recomendadas, embora se consigam com tubulações diretas e horizontais bombeamentos até 400 m.

3.2.7.3. Distâncias de bombeamento

Curvas, desníveis e consistência do concreto influem naturalmente nas distâncias de bombeamento.

Curvas de 90° equivale a uma redução de 15 m de percurso plano e cada metro de desnível corresponde a uma perda de 10 m de percurso plano.

3.2.7.4. Lançamento a grandes alturas

A pequenas distâncias da bomba, um concreto bastante plástico pode ser lançado até 40 m de altura.

3.2.7.5. Início de funcionamento da bomba

Ao ser dada partida à bomba, o concreto deverá ser precedido de uma argamassa que servirá como veículo lubrificante. Menos de 1 m^3 de argamassa lubrifica 300 m de tubulação, independente de seu diâmetro.

3.2.7.6. Redução do atrito e perigo de obstrução das tubulações

Para se reduzir ao mínimo o atrito e perigo de obstrução das tubulações o percurso deverá ser o mais retilíneo possível, compatível com os deslocamentos dos trabalhos.

3.2.7.7. Obstrução das tubulações

A obstrução das tubulações, na maioria das vezes, é provocada pela separação do agregado mais grosso, aspereza das linhas ou concretos pobres, por consistências muito secas ou muito úmidas ou por interrupções devidas a erros operacionais.

3.2.7.8. Dificuldade prática do lançamento

A dificuldade prática do lançamento diminui com a redução do tamanho do agregado graúdo.

3.2.7.9. Colocação de agitador

Para se conseguir um melhor rendimento do bombeamento, aconselha-se a colocação de um agitador no mecanismo de alimentação da bomba.

3.2.7.10. Fluxo ininterrupto de concreto

É de capital importância que seja fornecido à bomba um fluxo ininterrupto de concreto fresco, plástico e homogêneo, de consistência média.

3.3. PREPAROS PARA LANÇAMENTO

3.3.1. PREPARO DA FUNDAÇÃO EM ROCHA

3.3.1.1. Generalidades

O procedimento necessário para um preparo satisfatório da superfície de fundação, sobre o qual o concreto será lançado, é governado pelas exigências de projeto e pelas condições e tipo do material de fundação.

3.3.1.2. Preparo da fundação

Quando o projeto determina uma perfeita aderência rocha-concreto, a superfície da rocha deve ser preparada com certa rugosidade, seguida de uma limpeza total e lavagem completa da área de fundação.

3.3.1.3. Remoção de materiais

Rochas soltas, argamassa seca, depósitos orgânicos, substâncias oleosas, friáveis e outros materiais estranhos devem ser removidos.

3.3.1.4. Limpeza com jato de ar e água

Fissuras abertas, impregnadas de argila ou outros materiais finos, devem ser limpas com jatos de ar e água até uma profundidade adequada.

3.3.1.5. Complementação da limpeza

A complementação da limpeza é feita através do uso de picaretas, alavancas, vassouras duras, jatos de ar e água a alta velocidade, jato de areia ou outros métodos adequados, seguidos de uma total lavagem.

3.3.1.6. Remoção de rochas

Rochas que não se desprendem facilmente com alavancas aplicadas manualmente não devem ser removidas.

3.3.1.7. Remoção de água para o início de lançamento

O acúmulo de água de lavagem, que resulta nas depressões da fundação, deve ser removido antes do início do lançamento.

3.3.1.8. Bombeamento na parte externa da fundação

Corrimentos de água que procedem da parte externa da fundação a ser concretada devem ser ensecados e orientados para os locais de bombeamento.

3.3.1.9. Orientação da água de infiltração

A infiltração de água de subpressão deve ser orientada para tubos coletores através de drenos de brita ou cascalho cobertos por uma argamassa de pega rápida. A água coletada pelos tubos é recalcada para fora por meio de bombeamento. No sistema de drenagem devem ser previstos respiros e condutos para injeção de cimento do sistema. Uma vez contornada a infiltração, os coletores devem ser concretados e os drenos injetados.

3.3.1.10. Isenção dos materiais finos na rocha durante o lançamento

Durante o lançamento a rocha deverá estar isenta de materiais finos e nas condições de "saturado superfície seca", a fim de que não haja absorção de água do concreto fresco, o que viria ocasionar considerável perda na trabalhabilidade.

3.3.1.11. Preenchimento das protuberâncias ou depressões

Os trechos da fundação onde existem protuberâncias ou depressões devem ser preenchidos com uma camada fina de argamassa com aproximadamente 1,0 cm de espessura. O espalhamento deve ser feito com vassourões até que todas as irregularidades sejam preenchidas.

3.3.2. PREPARO DAS JUNTAS DE CONCRETAGEM

3.3.2.1. Generalidades

Juntas de concretagem são definidas como o contacto entre uma camada de concreto recém-lançada com uma superfície de concreto de tal modo endurecida a não permitir uma íntima fusão entre esta e o concreto recém-lançado, ou que, por meio da vibração, o concreto novo não possa ser integralmente incorporado ao concreto anteriormente lançado.

3.3.2.2. *Impermeabilidade da junta*
A alta qualidade de adesão e impermeabilidade da junta se conseguem com traços de concreto de mínimo "Slump" compatíveis com uma boa trabalhabilidade.

3.3.2.3. *Traços com elevada plasticidade*
Traços com elevada plasticidade devem ser particularmente evitados em razão de sua tendência à segregação e mau corrimento, resultando um concreto fraco com espessa camada de nata na superfície, dificultando o preparo da junta.

3.3.2.4. *Traços com elevado "Slump"*
A utilização de traços com elevado "Slump" ou superúmidos determina juntas fracas com muita porosidade e prematuramente sujeitas à permeabilidade.

3.3.2.5. *Preparo de juntas sujeitas ao trânsito de pessoas*
Mesmo em concretos de baixo "Slump", torna-se dificultoso o preparo das juntas, quando estas ficam sujeitas ao trânsito de pessoas antes de suficientemente endurecidas.

3.3.2.6. *Trânsito de operários após o término do lançamento*
Pranchas para passagem ou outros meios adequados de proteção devem ser usados para o trânsito de operários, tão logo o lançamento tenha terminado.

3.3.2.7. *O que deve ser evitado para o preparo de junta*
Marcas de sapatos, protuberâncias e depressões devem ser evitadas, a fim de não prejudicar os trabalhos de preparo da junta.

3.3.2.8. *Uso de sapatos especiais*
O trabalhador que vem cravar os pinos de ancoragem das formas, tão logo tenha sido terminado o lançamento, deve portar sapatos especiais para não deixar depressões que venham a dificultar o corte da junta.

3.3.2.9. *Uso acurado da vibração*
É importante que se faça um uso acurado da vibração, pois esta geralmente determina uma superfície bem lisa e nivelada, facilitando bem o preparo da junta.

3.3.2.10. *Vibração complementar*
Quando a argamassa perde seu "Slump", o agregado mais grosso que resulta solto na superfície deve ser pressionado somente na vibração suplementar.

3.3.2.11. *Remoção do concreto endurecido*
O concreto endurecido e não consolidado deve ser removido antes que os trabalhos de limpeza sejam iniciados.

3.3.2.12. *Início da operação do preparo de junta*
Antes de se iniciar a operação de preparo da junta, o concreto deverá estar completamente consolidado.

3.3.2.13. *Superfície preparada por jato de areia e lavagem com água*
A experiência prática e várias investigações têm demonstrado que, quando se deseja uma junta monolítica e estanque, a superfície deve ser preparada por jateamento de areia e a seguir totalmente lavada.

Esse processo de preparo de junta tem as seguintes características:

a) Simplicidade de operação: Não há necessidade de se repetir o tratamento,

b) Boa eficiência: pois se obtêm resultados satisfatórios com relativa rapidez,

c) Economia: Conseqüência da utilização de equipamento aperfeiçoado e granulometria adequada da areia.

3.3.2.14. Tratamento com jato de areia úmida
Em juntas onde é requerida estanqueidade completa, o "Bureau" aconselha tratamento com jato de areia úmida seguido de completa lavagem, tanto para os concretos de massa como para os estruturais.

3.3.2.15. Remoção da água existente na superfície da camada
A água livre existente na superfície da camada deve ser totalmente removida antes de ser iniciado o corte da película de nata.

3.3.2.16. Areia para jateamento
A areia para jateamento deve ser densa, dura, não facilmente quebrável, desprovida de materiais finos e completamente seca para livre passagem através do equipamento.

3.3.2.17. Jatos de areia úmida
Para os jatos de areia úmida, pequenos jatos de água devem ser admitidos na areia através de uma tubulação colocada na extremidade do bico injetor.

3.3.2.18. O desempenho do jato de areia
O desempenho do jato de areia varia consideravelmente, dependendo da dureza do concreto quando limpo, da rugosidade da superfície e da quantidade de corte requerido para um tratamento adequado da superfície.

3.3.2.19. Tratamento de junta em concretos de boa qualidade
É importantíssimo que, no tratamento de junta em concretos de boa qualidade, seja feita apenas a retirada da película de nata que cobre a superfície da camada.

3.3.2.20. Jateamento excessivo
Deve ser evitado o jateamento excessivo. Este, além de prejudicar a produção e aumentar o consumo de areia, remove argamassa desnecessariamente, ocasionando desprendimento do agregado graúdo.

3.3.2.21. Capacidade de produção de um jato de areia
A capacidade de produção de um jato de areia deve ser da ordem de 45 metros quadrados por hora por jato, com um consumo de 3/4 de metro cúbico de areia por hora.

3.3.2.22. Concretos de baixa resistência
Em concretos de baixa resistência desenvolvida em pequenas idades, com uso de pozolana e especial cuidado exercido no preparo da junta para acabamento, consegue-se um rendimento de 130 metros quadrados por hora por jato, com um consumo de 3/5 de metro cúbico de areia por hora.

3.3.2.23. O preparo de juntas de concretagem com jatos de ar e água a alta velocidade
O preparo de juntas de concretagem com jatos de ar e água a alta velocidade deve ser feito com o concreto ainda fresco para que se possa ter um corte efetivo.
Usualmente isto se dá de 4 a 12 horas após o lançamento, dependendo da temperatura e de outros fatores que possam afetar a qualidade da dureza.

3.3.2.24. Corte prematuro com ar e água
Se o corte com ar e água for executado prematuramente, haverá desprendimento de agregado graúdo com remoção de material

muito bom, deixando sobre a superfície uma água esbranquiçada que irá depositar formando uma película de material muito fraco.

3.3.2.25. Tratamento de junta com corte de ar e água
Uma junta tratada por esse processo raramente se mantém livre de contaminação acima de 48 horas, mesmo com aplicação de jatos de ar e água em intervalos regulares de 3 a 4 horas.

3.3.2.26. Preservação da contaminação da junta
Para se preservar de contaminação uma junta tratada com ar e água, se tem conseguido bons resultados cobrindo a superfície cortada com uma camada de areia de 2" mantida úmida até o próximo lançamento.

3.3.2.27. Contaminação em juntas tratadas
No caso de haver contaminação em juntas tratadas por esse processo de limpeza, então, a solução única será de um novo tratamento, desta vez com jato de areia aplicado momentos antes do próximo lançamento.

3.3.2.28. Qualidade de uma junta preparada com jato de ar e água
Para que seja testada a qualidade de uma junta preparada com jato de ar e água, aconselha-se o seguinte:
- *Coloca-se sobre a superfície uma placa de madeira e faz-se um jateamento de areia ao seu redor. Removida a placa, pode-se comparar os dois tratamentos. Se houver diferença, a junta deverá ser totalmente preparada com jato de areia.*

3.3.2.29. Limpeza final com jato de areia e lavagem
Com todos esses expedientes, quase sempre o tratamento de junta com ar e água resulta num custo mais elevado que uma limpeza final com jato de areia e lavagem.

3.3.2.30. Tratamento de junta efetuado com jato de ar e água
O "Bureau" não aprova o tratamento de junta efetuado com jato de ar e água em razão da incontestável desvantagem deste em relação ao jateamento de areia, principalmente no que diz respeito à economia, eficiência e qualidade.

3.3.2.31. Utilização de bombas a alta pressão
No caso de utilização de bombas a alta pressão para corte com água potável, pode-se conseguir resultados apreciáveis com instalação adequada e pressão mínima de trabalho igual a 5.500 PSI.

3.4. LANÇAMENTO

3.4.1. INTRODUÇÃO
A prática de um bom lançamento requer que o concreto seja lançado em camadas sucessivas sem possibilidade de ocorrência de segregação, conduzido de maneira tal que não ocorram "juntas frias". É importantíssimo que, como ponto de partida, tenhamos em mãos um concreto uniforme e de boa trabalhabilidade.

3.4.2. CONCEITOS

3.4.2.1. Segregação
A principal causa da separação dos agregados está no fato de o concreto não ser um material homogêneo, mas sim um ajuntamento de materiais notadamente diferentes, quer pela dimensão de seus componentes, quer pelos seus pesos específicos. Em conseqüência, desde o momento em que o concreto deixa a betoneira, as forças externas tendem a separar seus diferentes componentes criando condições favoráveis à segregação do material mais pesado.

3.4.2.2. Junta-fria

É uma junta de concretagem não programada que pode ocorrer acidentalmente durante um lançamento de concreto. É constatada a partir do instante em que um vibrador funcionando não penetra pelo seu peso próprio através do contacto entre duas camadas de concretagem. Critérios para continuidade do lançamento são dados no item 3.4.5.3.

3.4.3. CONCRETOS ESTRUTURAIS

3.4.3.1. Generalidades

Os problemas mais comuns durante o lançamento são justamente a dificuldade de colocação de concreto nas formas em virtude de sua maior complexidade e da concentração de ferragem, geralmente existente nesses tipos de estrutura. Isto vem criar condições favoráveis à segregação do concreto.

3.4.3.2. Concreto bem lançado

Um concreto bem lançado deve estar imune à separação de seus componentes e deve haver um contacto íntimo entre a argamassa, o agregado graúdo, a ferragem e os diversos embutidos.

3.4.3.3. Lançamento do concreto pela lateral da forma

Deve-se evitar que o concreto seja lançado lateralmente em qualquer recipiente ou dentro das formas, pois há uma tendência de o material mais pesado depositar-se de o material mais fino e leve, particularmente a água, deslocar-se para a superfície.

3.4.3.4. Separação do agregado mais grosso da argamassa

A separação do agregado mais grosso da argamassa se reduz ao mínimo evitando-se ou limitando-se os despejos laterais do concreto durante a operação de transporte e de lançamento.

3.4.3.5. Concretos estruturais confinados em formas

Os concretos estruturais confinados em formas devem ser lançados em camadas sucessivas não superiores a 30 - 40 cm, o que corresponde ao alcance da agulha do vibrador.

3.4.3.6. Chutes verticais de material gomado ou flexível

A fim de se evitar a separação e a incrustação de massa sobre as formas e sobre a ferragem, o concreto deverá ser depositado nos muros ou paredes, ou outras estruturas finas, através de chutes verticais de material gomado ou flexível introduzido nas formas através de aberturas oportunas.

3.4.3.7. Descarga do concreto do chute

O chute não deve descarregar o concreto diretamente através da abertura de lançamento, pois ocasionaria uma considerável separação. A disposição de uma bolsa externa embaixo de cada abertura de carga regulará a queda do concreto e permitirá que este flua dentro das formas com um mínimo de separação.

3.4.3.8. Limite da altura da queda vertical do concreto

As normas oficiais não limitam a altura da queda vertical do concreto, desde que não se manifestem separações.

3.4.3.9. Diâmetro das seções tubulares do chute

As seções tubulares que formam o chute devem ter um diâmetro tal que permita a passagem dos concretos de baixa plasticidade.

3.4.3.10. Adensamento do concreto em ângulos mais difíceis

É importante que se tenha especial atenção para que o concreto seja bem adensado nos ângulos mais difíceis e nos pontos de encontro das formas. Podem ser usados concretos mais úmidos ao fundo e nas camadas mais acessíveis os traços serão mais secos.

3.4.3.11. Superfícies confinadas por ferragens de espera
Ao final de cada lançamento, as superfícies confinadas por ferragens de espera de pilares ou paredes também devem ser muito bem niveladas, a fim de não dificultar o preparo da junta nesses pontos.

3.4.3.12. Paralisação da concretagem
Deve-se evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura.

3.4.3.13. Interrupção da concretagem
Nas estruturas onde não houver junta de concretagem, como no topo de paredes ou pilares, ao se atingir o nível superior destas estruturas, a concretagem será interrompida por aproximadamente 2 horas, antes de se dar continuidade ao lançamento da laje superior, a fim de se evitar trincas devidas ao assentamento inicial do concreto.

3.4.4. CONCRETOS DE MASSA

3.4.4.1. Generalidades
Nos concretos de massa o baixo consumo de cimento e areia depende grandemente da uniformidade com que o concreto possa ser produzido, manipulado e lançado. Os fatores que contribuem favoravelmente para isso são:

1 — Peneiramento final;
2 — Boa drenagem da areia para que possa proporcionar uma porcentagem de umidade uniforme;
3 — Sistema de chicanas adequadas para os agregados graúdos;
4 — Silos frequentemente descarregados;
5 — Betonadas acuradas;
6 — Mistura adequada;
7 — Manipulação sem separação apreciável;
8 — Potente e efetiva vibração.

Satisfeitos esses requisitos, somente uma margem reduzida na porcentagem de areia será necessária para compensar as variações na trabalhabilidade.

3.4.4.2. Segregação
A segregação se torna mais acentuada e evidente com o aumento do Slump, diâmetro máximo do agregado, quantidade de agregado grosso e redução do consumo de cimento e areia.

3.4.4.3. Início do lançamento
A situação ótima para início do lançamento é determinada pelas condições de "saturado superfície seca", isto é, conseguido com a secagem da superfície de contacto momentos antes do início do lançamento.

3.4.4.4. Revestimento da junta com uma camada de argamassa antes do lançamento
Desde que a superfície esteja bem nivelada, sem protuberâncias ou depressões e não se tenha procedido a um corte excessivo expondo o agregado mais grosso, não há necessidade de se forrar a junta com uma camada de argamassa de 1,0 cm para receber o novo lançamento.

3.4.4.5. Lançamento das subcamadas
Durante o lançamento o concreto deverá ser levado em camadas horizontais sucessivas não maiores que 45-50 cm, o que

corresponde aproximadamente ao comprimento da agulha do vibrador.

3.4.4.6. Segregação nas cabeças das camadas

Por melhor que seja a dosagem, por melhor que seja o traço, sempre há uma tendência de segregação nas cabeças das camadas, portanto, deverá haver uma conscientização da turma de lançamento em retirar as pedras segregadas e lançá-las acima da camada para que possam ser absorvidas pela vibração.

3.4.4.7. Superposições de cabeças entre 2 camadas

É importante que durante o lançamento não haja superposições de cabeças entre 2 camadas. Deve ser mantida sempre uma distância razoável e constante entre as cabeças de concretagem das diversas camadas. Tal superposição prejudica o alcance do vibrador e o adensamento será irregular.

3.4.4.8. Vibração das cabeças das camadas

No lançamento de concreto, ocasionalmente as cabeças das camadas são deixadas sem vibração até que o concreto seja lançado contra elas no próximo avanço. Devido a esse intervalo de tempo, freqüentemente o concreto sem vibração nas cabeças torna-se endurecido para uma adequada consolidação. Pode ocorrer também falta de vibração sistemática necessária para uma perfeita consolidação nas juntas entre as caçambadas.

Neste caso é melhor que todas as cabeças sejam vibradas antes do próximo avanço.

3.4.4.9. Descarga das caçambas

Nos concretos de massa de baixo "Slump" a maneira de descarga das caçambas é extremamente importante. A descarga deverá ser feita verticalmente e de uma só vez, de maneira a formar uma massa coesiva sem separações significativas.

Se o fluxo de descarga não for vertical ou se a comporta for aberta vagarosamente, em razão do baixo "Slump" da mistura, o concreto irá se amontoando em forma de um cone e o agregado mais grosso irá se aninhar no pé de suas rampas provocando a separação. Quando isto ocorre os agrupamentos de pedras soltas são quase certos dentro do concreto, principalmente quando a armadura for envolvida.

3.4.4.10. Lançamento de concreto em superfícies inclinadas

No caso de lançamento de concreto em superfícies inclinadas, este deverá inicialmente ser lançado na parte mais baixa e progressivamente, sempre de baixo para cima; terão seqüência os avanços, assegurando por si só certa compactação.

3.4.4.11. Preparo das cabeças quando ocorrer chuvas durante o lançamento

Quando ocorrem chuvas durante o lançamento, as cabeças devem ser preparadas com uma boa vibração para que a água não penetre através das pedras segregadas que geralmente resultam nas cabeças.

3.4.4.12. Verificação da dosagem do concreto

Pode-se verificar se um concreto de massa está bem dosado pela sustentação do vibradorista em cima da camada. Se houver excesso de areia, o vibrador não tem sustentação sobre a superfície de concreto.

3.4.4.13. Como conseguir um bom aspecto de uma camada

Para se conseguir um assentamento monolítico e de bom aspecto, é importante que cada camada seja suficientemente vibrada e que

seja lançada a seguinte, enquanto a anterior ainda estiver aceitando vibração.

3.4.4.14. Término de concretagem

Ao se terminar uma concretagem a superfície deverá apresentar a maior regularidade possível e estar isenta de marcas ou depressões, a fim de não dificultar o próximo preparo da junta.

3.4.5. JUNTA FRIA

3.4.5.1. Generalidades

Já definida no item 3.4.2.2., relacionamos agora as principais causas que favorecem o aparecimento das juntas frias e os critérios que devem ser adotados para continuidade do lançamento, uma vez constatada a junta.

3.4.5.2. Causas

As causas que comumente determinam o aparecimento das juntas frias são a seguir relacionadas:

1 — Falta de sincronismo entre transporte e máquinas de lançamento;

2 — Falta de esquematização prévia do lançamento e má programação dos avanços das camadas;

3 — Corte de energia elétrica com consequente paralisação da Central;

4 — Traços não uniformes com baixa trabalhabilidade, acarretam queda na velocidade de adensamento;

5 — Falta de equipamento para substituir prontamente em caso de quebra;

6 — Baixa pressão de ar comprimido nas linhas ou vibradores trabalhando com frequência abaixo da admissível;

7 — Pessoal de lançamento mal dimensionado e equipamento inadequado;

8 — Chuvas fortes que obriguem a paralisação.

Observação importante: No momento em que forem constatadas condições favoráveis à formação de juntas frias, os fiscais de lançamento devem providenciar imediatamente que todas as cabeças das camadas sejam vibradas totalmente até que estejam abatidas numa rampa de 4:1. A seguir, as pedras que resultam segregadas e os trechos com porosidade devem ser removidos.

3.4.5.3. Critérios para continuidade do lançamento

Uma vez efetivada a vibração de todas as cabeças de concretagem, conforme especificação do parágrafo anterior, para continuidade do lançamento devem ser obedecidos os seguintes requisitos:

1 — Possibilidade de reinício do lançamento imediato ou dentro das primeiras 8 horas.
Não há necessidade de preparo algum da superfície de concreto.

2 — Possibilidade de reinício do lançamento entre 8 e 15 horas.
Deverá se proceder a um tratamento para "concreto verde", ou seja, uma raspagem ou corte com jatos de ar e água.

3 — Possibilidade de reinício do lançamento somente além de 15 horas.
Neste caso o concreto não mais poderá ser reiniciado sem antes se proceder a um tratamento normal de junta.
Preparo com jato de areia e conseqüente lavagem ou corte com bombas de alta pressão a 6.000 PSI.

3.5. ADENSAMENTO

3.5.1. INTRODUÇÃO

O adensamento do concreto nas formas é um dos fatores mais importantes entre os que decidirão a qualidade e a economia da obra uma vez acabada.
O concreto convenientemente vibrado apresenta as seguintes vantagens:

1 — Redução do custo: Conseqüência da maior trabalhabilidade com possibilidade de redução do consumo de cimento;
2 — Homogeneidade melhorada;
3 — Resistência mais elevada;
4 — Melhor aderência contra as armaduras;
5 — Maior durabilidade;
6 — Aumento do peso volumétrico com consequente melhora da impermeabilidade;
7 — Menor dilatação e contração, em razão do menor número de vazios dentro da massa de concreto.

3.5.2. PRINCÍPIO DA VIBRAÇÃO

A vibração consiste em se transmitir, à massa de concreto, choques ou oscilações rápidas. Sob a ação de tais vibrações a massa de concreto é submetida a um estado de grande fluidez. Isto se explica, porque a fricção interna estática, que existe entre as partículas do concreto, praticamente é eliminada, uma vez que sob a influência da vibração estas são postas em movimento.
Visto que a fricção estática cessa, substituída pela fricção dinâmica, muito menor, a massa passa temporariamente a um estado de fluidez semelhante ao líquido. Assim, sob a influência da gravidade, tem lugar um reassentamento e compactação da massa de concreto.

3.5.3. REQUISITOS BÁSICOS

3.5.3.1. Generalidades

Os itens subseqüentes tratam dos processos de vibração por imersão da agulha por ser a mais efetiva e coerente com os nossos tipos de estrutura, resultando em menor mão-de-obra e melhor aparência.

3.5.3.2. Método de vibração

Uma vibração efetuada sistematicamente em toda a massa de concreto e com suficiente tempo de vibração para cada imersão da agulha permite que a massa fluida de concreto envolva completamente as armaduras e preencha os locais de mais difícil acesso das formas. Isto significa que o método da vibração implica uma segurança contra o amontoamento de agregados graúdos e vazios dentro da massa de concreto.

3.5.3.3. Vibradores a ar comprimido

Para vibradores a ar comprimido, antes do início do lançamento de concreto, deve ser feita uma verificação da pressão nas linhas de ar para que possa ser mantida a freqüência de vibração requerida. Vibradores a ar comprimido devem trabalhar com pressões não inferiores a 90 libras por polegada quadrada.

3.5.3.4. Vibradores de imersão de 6" para concretos de massa

Os vibradores de imersão de 6" para concretos de massa somente poderão trabalhar com freqüência não inferior a 6.000 R.P.M.

3.5.3.5. Freqüência da vibração

A frequência da vibração deverá ser verificada por meio de um tacômetro quando o vibrador estiver mergulhado na massa de concreto. A leitura é feita variando-se o comprimento da agulha do tacômetro até que ela entre em ressonância. A freqüência é então lida numa escala existente no corpo do instrumento.

3.5.3.6. Unidades e peças de reposição
Durante um lançamento de concreto o serviço deverá estar sistematicamente provido de unidades e peças de reposição.

3.5.3.7. Imersão e retirada do vibrador
O vibrador deve ser introduzido na massa de concreto rapidamente e sua retirada deve ser vagarosa. Ambas as operações devem ser executadas com o vibrador funcionando.

3.5.3.8. Pontos e períodos que devem ser mergulhados e sacados
Os vibradores devem ser mergulhados e sacados em pontos diversos e espaçados de 18" a 30" em períodos de 5 a 15 segundos, sistematicamente, até que toda a massa de concreto esteja vibrada. Seria incorreto mergulhar os vibradores em espaçamentos maiores com tempo de vibração mais prolongado.

3.5.3.9. Pedras soltas na superfície da camada
Durante a operação de vibração, as pedras que resultam soltas na superfície devem ser pisadas pelos vibradoristas para forçá-las a penetrar na massa de concreto.

3.5.3.10. Posição correta para o uso do vibrador
O vibrador deverá ser mantido na posição mais vertical possível durante a vibração, pois com isto pode-se assegurar que o contacto entre as duas camadas pode ser alcançado pela ponta do vibrador.

3.5.3.11. Efeito da vibração
O efeito da vibração finalmente se torna visível na superfície livre do concreto e esta chega a ser compacta e brilhante quando toda a massa de concreto estiver bem adensada.
Desta maneira pode-se verificar, experimentalmente, durante quanto tempo em cada imersão deve-se manter a vibração.

3.5.3.12. Vibração bem feita
Quando a vibração é bem efetuada e assegura uma perfeita consolidação do concreto recém-lançado, nenhum espatulamento complementar ou outro trabalho será necessário fazer na superfície do concreto uma vez acabada.

3.5.4. REVIBRAÇÃO

3.5.4.1. Generalidades
A resistência à compressão e a aderência do concreto às armaduras são aumentadas pelo efeito da revibração. A separação que poderia ocorrer, devido a uma contração ou assentamento inicial do concreto, seria evitada pela consolidação.

3.5.4.2. Revibração
Para se fazer uma revibração na massa do concreto é necessário que ele ainda tenha plasticidade para que a armadura não se descole pelos efeitos dessa vibração adicional. Desde que o vibrador mergulhe no concreto pelo seu peso próprio, não é tarde para que o mesmo se beneficie pela revibração.

3.5.4.3. Vibração adicional
Nos cantos, obstruções, frestas, armações congestionadas, embaixo de janelas ou em qualquer parte onde para uma boa consolidação podem surgir dificuldades, um excelente resultado pode ser obtido por meio de uma ampla e apropriada vibração adicional.

3.5.4.4. Vibração em superfícies verticais
Em superfícies verticais onde são condenáveis os orifícios de bolhas de ar, a experiência mostra que elas podem ser grandemente eliminadas, usando-se mais do que 100% da

vibração necessária simplesmente para assegurar um enchimento compacto.

3.6. CURA

3.6.1. INTRODUÇÃO

O conteúdo de água do concreto fresco é consideravelmente superior ao mínimo necessário para uma boa hidratação do cimento. Entretanto, uma apreciável perda d'água de amassamento, devida a evaporação ou outras causas, após o início da pega, pode retardar ou mesmo impedir uma completa hidratação. O secamento prematuro deve ser evitado, sem o que o concreto não atingirá o seu potencial de qualidade e resistência exigidas.

3.6.2. CURA ÚMIDA

3.6.2.1. Generalidades

O processo usual para realização de uma cura úmida é a de manter a superfície exposta continuamente umedecida por água vaporizada, borrifação, irrigação periódica, ou mesmo pela cobertura da superfície com areia ou aniagem mantidas em condições úmidas.

3.6.2.2. Tempo de cura

Todas as superfícies expostas do concreto devem ser curadas ininterruptamente durante pelo menos 14 dias.

Estes 14 dias correspondem ao período em que o cimento absorve maior quantidade de água para a sua hidratação.

3.6.2.3. Cura em concretos dosados com cimento cujo processo de hidratação seja lento

Deve-se dedicar especial atenção, durante o período de cura, para os concretos dosados com cimento cujo processo de hidratação é mais lento.

3.6.2.4. Auxílio das formas laterais para a cura do concreto

Após o término de uma concretagem, é bom que as formas laterais não sejam logo removidas, pois, mantidas úmidas, colaboram muito para uma cura adequada.

3.6.2.5. Processos de cura úmida

Nos processos de cura úmida se conseguem excelentes resultados com envoltórios mantidos constantemente umedecidos. Cobre-se a superfície com sacos de papel, pano ou areia, molhando-se fartamente. Nunca se deve permitir que a cobertura seque durante o tempo mínimo de cura.

3.6.2.6. Represamento d'água em pisos, lajes ou outras superfícies de camadas

O represamento d'água em pisos, lajes ou outras superfícies de camadas reduz efetivamente o desequilíbrio da cura e o aparecimento de trincas.

3.6.2.7. Tubos galvanizados, mangueiras de borracha ou PVC

A água proveniente de tubos metálicos perfurados para irrigação das superfícies de concreto pode determinar a formação de manchas ao escorrer pela estrutura. Tal inconveniente pode ser evitado com o uso de tubos galvanizados ou mangueiras de borracha ou PVC, perfuradas.

3.6.2.8. Água potável para cura úmida

Os processos de cura úmida sempre devem ser executados com água potável, a fim de não comprometer o aspecto externo das estruturas de concreto.

3.6.2.9. Cura em que o concreto é protegido do sol

Na cura úmida em que o concreto é protegido do sol, torna-se

pouco provável que a cura seja interrompida por meio de secagem. É provavelmente mais efetiva que a borrifação ou irrigação das superfícies expostas do concreto. Sacos de aniagem umedecidos produzem excelentes resultados para este propósito, pois não somente sombreiam, mas sustentam a umidade necessária a uma boa cura úmida.

3.6.3. CURA COM PRODUTOS SELANTES

3.6.3.1. Generalidades

Sob certas condições, torna-se desejável que a cura do concreto seja feita através de membranas selantes, aplicadas imediatamente após a retirada das formas. Quando há dificuldade em se dispor de água potável para cura, pode-se usar esses produtos selantes, indicados para restringir a evaporação da água de amassamento. Uma membrana adequadamente aplicada poderá, sob várias condições, reter a umidade necessária a uma boa cura do concreto.

3.6.3.2. Produtos selantes

Os produtos selantes consistem em um granulado fino e pigmentado branco de alta qualidade, dispersado num veículo de óleo, graxa ou resina e de um solvente.

3.6.3.3. Coloração branca do produto selante

A coloração branca do produto selante reflete uma quantidade considerável do calor proveniente da luz solar direta. Este calor poderia ser absorvido se o concreto estivesse sem tratamento.

3.6.3.4. Umedecimento das superfícies logo após a remoção das formas

Imediatamente após a remoção das formas, as superfícies devem ser levemente umedecidas, continuando o umedecimento até que não haja mais absorção de água. O composto será aplicado tão logo a película de umidade desapareça e a superfície esteja secando.

3.6.3.5. Composição do composto selante

O composto selante deverá ter tal composição que permaneça intacto como cobertura selante, durante pelo menos 28 dias.

3.6.4. CURA A VAPOR

3.6.4.1. Generalidades

O uso da cura a vapor é particularmente vantajoso sob certas condições, principalmente em razão da alta temperatura da cura e as condições de umidade serem bastante favoráveis.

3.6.4.2. Utilização deste processo em peças pré-moldadas

Este processo de cura é largamente utilizado na fabricação de unidades pré-moldadas. A resistência é conseguida de uma maneira tão rápida, que as formas podem ser removidas e reusadas com rapidez após o assentamento do concreto.

3.6.4.3. Temperatura do vapor

A temperatura do vapor na cura do concreto é fator importante para a resistência final do concreto. Uma maior aceleração no ganho de resistência e uma perda mínima na resistência final são conseguidas em temperaturas entre 55° e 75° C.

3.6.4.4. Temperaturas muito altas

Temperaturas muito altas produzem resistências maiores em idades muito próximas, mas há severas perdas na resistência nas idades mais altas.

3.7. FORMAS

3.7.1. INTRODUÇÃO

Muito embora não seja exigido da empreiteira a apresentação dos esquemas das formas e pormenores dos suportes para sua fixação, a Fiscalização deve requerer e verificar alguns requisitos no sentido de se obter superfícies finais dentro do mais alto critério de qualidade e acabamento.

3.7.2. TIPOS E DEFINIÇÕES

Todas as formas e painéis existentes para concreto são pertencentes ou derivados de quatro tipos básicos.

3.7.2.1. Formas Fixas

São painéis que constam da forma propriamente dita e da parte resistente onde são fixados os parafusos, as escoras e os tirantes. Essas formas são moduladas com relação ao plano de concretagem adotado. Geralmente constam de 4 parafusos que permitem a fixação e imobilização do painel.
Os 2 parafusos inferiores são rosqueados nas ancoragens deixadas no concreto anteriormente lançado. Os 2 parafusos superiores portam as ancoragens que ficarão embutidas no concreto, a fim de permitir a pega dos 2 parafusos inferiores no próximo avanço do painel.

3.7.2.2. Formas Deslizantes

São réguas horizontais de 27" de largura cuja parte inferior é constituída por uma chapa metálica lisa que compõe a forma propriamente dita. A parte superior é estrutural e parcialmente cheia de concreto ou outro material para servir de contrapeso.
A forma deslizante se apóia sobre trilhos ou guias cotadas superiormente de maneira a constituir a diretriz da superfície a ser concretada da qual a forma seria a geratriz. À medida que o concreto vai sendo adensado adiante da forma por meio de vibradores de imersão, esta é puxada por meio de tirantes colocados na direção do deslocamento e acionados por meio de guinchos ou catracas. Com isto, vai surgindo uma superfície uniforme onde as irregularidades serão acertadas com um espatulamento complementar.

3.7.2.3. Formas Temporariamente Fixas

São constituídas por carreiras de painéis fixados em longarinas os quais, através de avanços sucessivos, vão cobrindo toda a superfície a ser concretada. Essas formas são compostas de painéis de 230 x 60 x 20 cm que se encaixam perfeitamente entre longarinas de 15 x 20 cm cuja face inferior é a diretriz da superfície a ser concretada. As longarinas são fixadas de modo a resistir o peso da estrutura dos painéis por meio de escoras e absorver os efeitos da vibração por intemédio de tirantes. As faces inferiores das longarinas e dos painéis devem ser perfeitamente coincidentes, a fim de que possam compor a forma propriamente dita. À medida que o concreto vai adquirindo condições de desforma, as carreiras de painés são removidas e recolocadas adiante sem que haja interrupções do lançamento. Conforme os painéis vão sendo removidos, as longarinas correspondentes vão sendo retiradas e o acerto do concreto é feito com espatulamento complementar.

3.7.2.4. Formas Especiais
Todas as formas que não se encaixam nos tipos já mencionados podem ser consideradas especiais.

3.7.3. INSPEÇÃO

3.7.3.1. Inspeção feita pela Fiscalização para liberação das formas
Depois que as formas tenham sido colocadas, alinhadas e graduadas pela Empreiteira, deverá a Fiscalização efetuar uma inspeção no que se refere aos seguintes itens: Fixação, alinhamento, vedação, resistência, limpeza, junções e contatos.

3.7.3.2. Irregularidade no uso e colocação de formas
Se as formas não são bastante fortes para resistir ao lançamento ou não estão suficientemente fixadas ou escoradas para que possam manter o alinhamento, o Fiscal deverá comunicar os defeitos ao Engenheiro de Serviço.

3.7.3.3. Construção das formas
Na construção das formas é importante que seja prevista uma fácil reposição que, quando necessária, não prejudicará os trabalhos de lançamento e vibração do concreto.

3.7.4. REQUISITOS BÁSICOS

3.7.4.1. O uso das formas fixas
As formas fixas de estruturas cujo paramento tenha declividade muito acentuada devem ser basculantes ou providas de janelas para se permitir uma perfeita vibração.
A partir de declividades superiores a 1:1 é aconselhado esse procedimento.

3.7.4.2. O uso das formas deslizantes
As formas deslizantes são aconselhadas em estruturas cuja declividade não ultrapasse o valor de 4:1, muito embora possa ser utilizada até uma declividade máxima de 3:2.

3.7.4.3. O uso das formas temporariamente fixas
As formas temporariamente fixas são indicadas em estruturas cuja declividade seja superior a 4:1.

3.7.4.4. Transição entre formas deslizantes e temporárias
A relação 4:1 representa o ponto de transição entre a utilização de formas deslizantes e formas temporariamente fixas.

3.7.4.5. Acabamento em superfícies com declividades próximas da horizontal
Em declividades muito próximas da horizontal o acabamento da superfície deve ser executado com régua, pois a utilização de qualquer tipo de forma seria dificultosa para uma boa vibração do concreto.

3.7.4.6. Tempo para retirada e avanço dos painéis das formas temporariamente fixas
No caso de utilização das formas temporariamente fixas, o tempo para retirada e avanço dos painéis é experimental, pois depende do traço de concreto utilizado.

3.7.4.7. Tratamento da superfície da forma
Antes da liberação do lançamento deve ser verificado se as formas foram tratadas com óleo ou outro material que evite a adesão do concretro à sua superfície.

3.7.4.8. Tratamento da superfície da forma com óleo
O óleo deve ser aplicado de maneira a cobrir uniformemente a superfície da forma, sem excessos ou gotejamentos, não sendo tolerada a sua penetração nas superfícies das juntas de construção ou nas armaduras de reforço.

3.7.4.9. *Produto mineral utilizado na superfície da forma*
O produto a ser utilizado na superfície da forma deverá ser mineral, refinado e incolor, a fim de não comprometer o acabamento da superfície com manchas.

3.7.4.10. *Aplicação de verniz nas formas de madeira compensada*
Nas formas de madeira compensada, a aplicação de verniz é mais efetiva que o óleo na prevenção contra a umidade que provoca o inchamento das fibras da madeira, prejudicando a uniformidade da superfície do concreto.

3.7.4.11. *Ajustagem e vedação das formas*
É importante que as formas estejam bem ajustadas e vedadas, caso contrário haverá uma perda de argamassa que resultará em "bixeiras" ou uma perda d'água que colocará em exposição o agregado miúdo.

3.7.4.12. *Superfície de contacto dos painéis*
As bordas verticais dos painéis deverão ser chanfradas para assegurar um perfeito contacto entre eles. Quanto menor a superfície de contacto, maior será a facilidade de encosto entre os painéis, possibilitando melhor vedação.

3.7.4.13. *Reforço do painel para início de concretagem*
O painel de pé para início de concretagens de paredes deverá ser reforçado na parte inferior com uma longarina e vedado inferiormente por meio de uma tira de borracha ou PVC. Isto evitará a fuga de nata, o que comprometeria o acabamento da estrutura.

3.7.4.14. *Colocação de sarrafos nos painéis*
Para se evitar juntas de construção horizontais irregulares e desalinhadas, aconselha-se a colocação de um sarrafo horizontal ao longo dos painéis e na cota da junta de construção. O lançamento deverá terminar envolvendo pelo menos metade da altura da secção do sarrafo. Na desforma aparecerá uma linha completamente retilínea no lugar do sarrafo indicando a junta de construção.

3.7.4.15. *Verificação na fixação da forma para receber a vibração*
A utilização de vibração no concreto requer que o trabalho de forma seja mais robusto e melhor alinhado; os parafusos de fixação dos painéis devem ser repassados e reapertados pelo menos duas vezes durante um lançamento de concreto.

3.7.4.16. *Pressão das formas em função da velocidade de lançamento*
Quanto maior for a velocidade de lançamento e quanto mais lento for o endurecimento do concreto, tanto mais a pressão nas formas aproxima-se daquela de um líquido de densidade igual a 2.300 kg/m³.

3.8. DESFORMA E RETIRADA DO CIMBRAMENTO

3.8.1. *INTRODUÇÃO*

A determinação do tempo para a remoção das formas ou retirada dos cimbramentos baseia-se no tipo e resistência do concreto utilizado.
Tanto as formas como os cimbramentos devem ser removidos de maneira a não ocasionar distorções ou deflexões mensuráveis. Tanto a retirada dos cimbramentos como as operações de desforma não devem causar danos ao concreto.

3.8.2. *CONDIÇÕES INDISPENSÁVEIS*

3.8.2.1. *Suportes e escoramento das formas*
Os suportes e os escoramentos das formas não devem ser

removidos das vigas, lajes ou paredes, enquanto estes não tiverem resistência suficiente para suportar o seu próprio peso ou uma sobrecarga.

3.8.2.2. Remoção dos cimbramentos ou suportes das formas
A base mais sólida para uma prematura remoção dos cimbramentos ou suportes das formas é fornecida por testes em corpos de prova do concreto utilizado na estrutura e a temperatura do serviço.

3.8.2.3. Curvas de resistência
Baseados nos ensaios dos corpos de prova, para cada traço de concreto deverão ser traçadas curvas de resistência que servirão como base nas estimativas das tensões desenvolvidas durante os primeiros 28 dias.

3.8.2.4. Desforma prematura da estrutura
A adoção do cloreto de cálcio, a alta temperatura da cura e o cimento de pega rápida desenvolvem resistências maiores em pequenas idades, propiciando condições para uma desforma prematura da estrutura.

3.8.2.5. Vantagem em se remover as formas prematuramente
Uma vantagem em se remover as formas prematuramente é a possibilidade de imediato início dos processos de cura do concreto.

3.8.2.6. Remoção prematura das formas
A remoção prematura das formas também propicia a execução de alguns reparos em condições mais favoráveis para obtenção de uma boa liga, pois o concreto estaria ainda "verde".

3.9. ARMAÇÃO

3.9.1. INTRODUÇÃO

A Fiscalização deve fornecer aos fiscais de lançamento instruções especiais no que se refere à inspeção, manipulação e instalação da armadura de reforço, sempre no sentido de não comprometer a colaboração do aço, quando da solicitação da estrutura.

3.9.2. INSPEÇÃO

3.9.2.1. Verificação de cada carregamento de barra para armadura
Cada carregamento de barras para a armadura de reforço deve ser verificado pela Fiscalização, a fim de que sejam confirmadas as especificações do projeto.

3.9.2.2. Especificações da partida de ferragem
Se a partida de ferragem não traz as especificações próprias requeridas, a Fiscalização deverá requerê-las e, se necessário, enviar amostras ao Laboratório para exames e testes.

3.9.2.3. Colocação da ferragem dentro das formas
Antes de se colocar a ferragem dentro das formas, deverá ser verificado se as barras tem as espessuras especificadas e se foram cortadas e dobradas conforme projeto.

3.9.2.4. Verificação das posições das barras dentro das formas
Depois que as barras de reforço estiverem colocadas no lugar, elas devem ser verificadas em suas posições, espaçamentos, emendas, transpasses e recobrimentos.

3.9.2.5. Limpeza das barras de armadura
As barras da armadura devem estar rigorosamente limpas, livres de graxas, oleosidades ou outros produtos que venham a prejudicar a aderência aço-concreto.

3.9.3. FERRUGEM E CORROSÃO

3.9.3.1. Generalidades

Embora alguma ferrugem não seja prejudicial à ligação concreto-aço, devem ser evitados efeitos progressivos da corrosão, uma vez concretada a armadura de reforço.

3.9.3.2. Implicação da ferrugem na seção efetiva da área da barra

A ferrugem aumenta a rugosidade normal da superfície do ferro e, conseqüentemente tende a aumentar a capacidade de aderência da barra, embora isto possa reduzir a seção efetiva da área da barra.

3.9.3.3. Remoção da ferrugem

Alguma ferrugem não é nociva à ligação aço-concreto e nenhum benefício aparente seria obtido com a sua remoção total. De qualquer maneira, a ferrugem que não estiver perfeitamente aderida à barra deve ser removida para assegurar uma boa aderência do concreto.

3.9.3.4. Recobrimento adequado de concreto

Um recobrimento adequado de concreto deverá ser feito para que possa proteger a armadura dos efeitos de corrosão, quando tal possibilidade existir.

3.9.3.5. Proteção da armadura

É necessária uma boa proteção da armadura nas estruturas onde exista o contacto com álcalis ou água salgada para não acarretar uma corrosão progressiva na ferragem.

3.9.3.6. Corrosão nas armaduras

Evidência de corrosão na armadura tem sido notada em estruturas que tenham sido expostas a condições variadas de umidade, quando o concreto é pouco denso ou poroso.

3.9.4. INSTRUÇÕES GERAIS

3.9.4.1. Aquecimento do ferro

O aquecimento do ferro para facilitar a sua curvatura ou desempeno não é prejudicial, contanto que a elevação da temperatura do ferro não provoque neste uma coloração vermelho-cereja.

3.9.4.2. Porcentagem de resfriamento

A porcentagem de resfriamento deve ser lenta e uniforme, isto é, desenvolvida à temperatura ambiente. O rápido resfriamento das barras aquecidas altera a qualidade do ferro.

3.9.4.3. Manuseio durante o beneficiamento de alguns ferros

Alguns ferros tornam-se quebradiços em temperaturas inferiores a 5° C, requerendo um manuseio cuidadoso durante o beneficiamento para que não apareçam trincas nas barras.

3.9.4.4. Emendas das barras e transpasses

As emendas das barras e transpasses geralmente são indicadas nos desenhos ou são especificadas; modificações não podem ser executadas sem a aprovação do Engenheiro da Fiscalização.

3.9.4.5. Aderência nas emendas nas barras deformadas

Testes têm evidenciado que barras deformadas desenvolvem plena aderência nas emendas por transpasse, desde que a armadura tenha sido completamente envolvida por um concreto bem adensado.

3.9.4.6. Emendas feitas por soldagem

As emendas podem ser feitas também através de soldagem, desde que as junções possam desenvolver resistência igual à própria barra.

3.9.4.7. Fixação das barras de ferro
As barras de ferro devem ser fixadas com arame recozido de fácil manipulação. Pedaços de ferro e pequenos blocos de concreto devem ser usados como espaçadores das barras e distanciadores das formas, respectivamente.

3.9.4.8. Calços para fixação das armaduras
Uma vez colocadas nas formas, as armaduras devem ser muito bem calçadas e fixadas de maneira a resistir aos efeitos do lançamento e vibração.

3.9.4.9. Substituição de aços de baixa resistência por aços de alta resistência
Com o objetivo de reduzir o número de barras de uma estrutura, aços de baixa resistência como o CA-24 nunca podem ser substituídos por aços de alta resistência sem autorização da Fiscalização. A razão disso é o alto grau de deformação a que estão sujeitos esses aços comparativamente ao CA-24. Tais deformações no aço viriam a ocasionar um elevado número de fissuras, o que não seria admissível em paramentos ou contactos hidráulicos.

3.9.4.10. Substituição de barras quanto ao diâmetro
Barras de diâmetros menores não podem ser substituídas por barras de diâmetros maiores com equivalência de secções sem autorização da Fiscalização. Não raro, ocorrem casos em que essas substituições comprometem a aderência aço-concreto.

3.10. MATERIAIS E PEÇAS EMBUTIDAS

3.10.1. INTRODUÇÃO

A Fiscalização de obra deve impor certos requisitos no que se refere à instalação dos materiais e peças embutidas no concreto. Quando se trata de instrumentos especiais, como termômetros de resistência e medidores de esforços, deverá haver uma garantia para que esses aparelhos não tenham seu funcionamento comprometido pelos efeitos do lançamento.
Portanto, a fixação, limpeza e proteção dessa instrumentação são itens que devem estar implicados na liberação do concreto.

3.10.2. INSTRUÇÕES GERAIS

3.10.2.1. Fixação dos materiais e peças embutidas no concreto
Os materiais e peças embutidas no concreto devem ser fixados rigorosamente para que não sofram deslocamentos ocasionados pelo lançamento de concreto.

3.10.2.2. Limpeza das peças embutidas
As peças embutidas devem estar completamente limpas, livres de graxas, oleosidades ou outro material que possa prejudicar a sua fixação.

3.10.2.3. Cuidados com o vibrador nas regiões de peças embutidas
Durante o adensamento do concreto, deve-se tomar todo cuidado possível para que o vibrador funcionando não encoste nas peças embutidas.

3.10.2.4. Materiais de cobre embutidos no concreto
Os materiais de cobre podem ser embutidos no concreto sem perigo de corrosão, desde que os cloretos não estejam presentes.

3.10.2.5. Peças de materiais galvanizados
As peças de material galvanizado não podem ter contacto com cloreto de cálcio.

3.10.2.6. Corrosão de alguns metais não ferrosos quando embutidos no concreto
Alguns metais não ferrosos estão sujeitos à corrosão quando

embutidos no concreto e não efetivamente protegidos. Zinco, alumínio e partes folheadas de cádmio são particularmente suscetíveis e devem ser protegidos por uma película de asfalto ou outro material inerte.

3.10.2.7. Metais desiguais embutidos
Metais desiguais não devem ser embutidos em contato direto ou fechados um perto do outro.

3.10.2.8. Proteção dos embutidos
As tubulações de ar e água, dutos de ventilação e eletrodutos devem ser protegidos por flanges ou tampa em suas extremidades. A penetração de argamassa de cimento ou outro material estranho qualquer ocasionaria a sua obstrução.

3.10.2.9. Tubulações embutidas no concreto em juntas de concretagem
As tubulações embutidas no concreto somente poderão atravessar as juntas de dilatação por meio de dispositivos apropriados ou conexões tipo dilatação.

3.10.2.10. Injeção de argamassa nas tubulações embutidas no concreto
Tubulações de ar e água embutidas no concreto, utilizadas durante o período de construção, devem ser posteriormente injetadas com argamassa de cimento quando não forem mais necessárias.

3.11. CONCRETO SECUNDÁRIO

3.11.1. INTRODUÇÃO
A execução do concreto secundário é normalmente uma operação mais delicada que as concretagens comuns. São concretos de envolvimento de peças mecânicas, as quais devem obedecer a certas normas e tolerâncias especificadas pelo fabricante. Uma vez instalada a peça a ser embutida, procedem-se as verificações de alinhamentos, eixos, nivelamentos e tolerâncias antes da concretagem. A seguir, providências devem ser tomadas no sentido de não ocorrer possíveis deslocamentos ou deformações durante as operações de lançamento.

3.11.2. INSTRUÇÕES GERAIS

3.11.2.1. Interferência do concreto primário com a colocação das peças fixas
Antecedendo a instalação das peças fixas, guias e contraguias, deverá ser feito um levantamento topográfico da situação do concreto primário.
Tal levantamento tem por finalidade determinar se há pontos do concreto primário que irão interferir no posicionamento dessas peças. O concreto correspondente a esses pontos deverá ser removido mediante rompimento antes da instalação das peças a serem embutidas.

3.11.2.2. Folgas nas ranhuras do concreto primário
Nas ranhuras do concreto primário devem ser previstas folgas razoáveis para facilitar a instalação das peças fixas.

3.11.2.3. Tratamento da superfície do concreto das ranhuras
A superfície de concreto das ranhuras deve ser inteiramente tratada por jateamento de areia antes do posicionamento das peças fixas. É a garantia de uma aderência efetiva entre o concreto primário e o secundário.

3.11.2.4. Umedecimento das superfícies antes do lançamento
Todas as superfícies deverão ser mantidas umedecidas durante pelo menos 12 horas antes do início do lançamento. Dentro desta orientação o concreto primário não absorverá água de amassamento do concreto fresco.

3.11.2.5. Diâmetro máximo do agregado
O diâmetro máximo do agregado será em função das folgas existentes e a critério da Fiscalização de obra. Poderão ser empregados aditivos para reduzir a retração.

3.11.2.6. Concreto para um enchimento perfeito
Geralmente deve ser adotado um concreto com um mínimo de retração, porém suficientemente plástico para se conseguir um enchimento perfeito.

3.11.2.7. Concretagem das ranhuras
Na concretagem das ranhuras das guias horizontais, o lançamento é feito por um dos lados. Procede-se a uma vibração até que o concreto saia pelo lado oposto. Tal procedimento elimina a existência de bolhas de ar e garante o contacto concreto-peça fixa.

3.11.2.8. Concretagem das guias verticais
Nas concretagens de guias verticais, para se evitar possíveis deformações na peça, deve-se fazer a superposição de camadas após constatar o início de pega da camada inferior.

3.11.2.9. Camadas das guias verticais
Devem ser adotadas camadas não superiores a 1,20 m nas guias verticais.
É importante que sejam previstas aberturas de janelas a cada 1,20m para introdução do vibrador.

3.11.2.10. Acabamento das guias horizontais
Nas guias horizontais, após o lançamento de concreto, deverá ser feito um acabamento manual para concordar a peça com o concreto primário.

3.11.2.11. Injeção de calda de cimento em peças embutidas das blindagens
Nas blindagens e certas peças embutidas, após 15 dias de concretadas, devem ser abertas perfurações para injeção de calda de cimento. Preenchidos os vazios do concreto, as perfurações serão fechadas com solda.

3.11.2.12. Correção das imperfeições do concreto das guias
Após o término do concreto secundário das guias de Stoplogs ou comportas, deverão ser passados gabaritos a fim de que possam ser corrigidas as possíveis imperfeições do concreto.

3.12. REPARO DO CONCRETO

3.12.1. INTRODUÇÃO
O empreiteiro é responsável pela apropriada execução dos reparos, os quais, pela qualidade e durabilidade, não devem ser inferiores às partes adjacentes da estrutura. É de sua responsabilidade a qualidade do reassentamento, o qual deve ser durável, completamente solidário ao concreto da estrutura e sem discordâncias antiestéticas. Somente pela aplicação escrupulosa das especificações seguintes, em todos os seus detalhes, os resultados desejados podem ser conseguidos.

3.12.2. INSTRUÇÕES GERAIS

3.12.2.1. Instruções para o pessoal executar um bom reparo
Pelo fato de os reparos envolverem largamente operações manuais, é obvio que tanto o encarregado como os trabalhadores devem ser bem instruídos quanto aos pormenores dos processos executivos. Por parte da Fiscalização de Obra, uma vigilância constante deve ser exercida no sentido de assegurar a manuteção do padrão necessário à mão-de-obra.

3.12.2.2. Início dos reparos
Sempre que possível, os reparos devem ser iniciados logo após a

retirada da formas enquanto o concreto ainda estiver "verde". O trabalho de reparação em um serviço novo desenvolve melhor liga e tem melhores possibilidades de ser mais durável e permanente.

3.12.2.3. Correção das imperfeições do concreto antes do início do reparo
Uma completa exploração das imperfeições deve ser feita antes que o reparo seja iniciado. Todo o concreto de qualidade duvidosa deve ser removido. Um reparo efetivo não pode ser assegurado caso não se proceda à remoção completa de todo concreto inconsistente ou deteriorado.

3.12.2.4. Interrupção na cura dos reparos efetuados
A cura de rotina da estrutura será interrompida unicamente nas áreas onde serão efetuadas as operações de reparo.

3.12.2.5. Fatores importantes para execução de um bom reparo
O umedecimento, a limpeza, a secagem de superfície e uma cura completa são de máxima importância quando se fazem reparos que devem ser totalmente monolíticos com o concreto da estrutura, estanques e duráveis.

3.12.2.6. Umedecimento das superfícies tratadas do reparo antes do lançamento
Uma vez removido o concreto a ser substituído, as superfícies interiores devem ser continuamente umedecidas algumas horas antes do lançamento do concreto novo. Esse umedecimento deve ser executado em todos os casos de reparo até que a saturação do concreto velho possa colaborar numa apropriada cura do reparo. Isto é especialmente importante quando o reparo é feito com aplicação de argamassa seca.

3.12.2.7. Execução do reparo
Os reparos devem ser executados de maneira a não prejudicar o aspecto estético da estrutura. Usando-se na dosagem uma determinda porcentagem de cimento branco, pode-se conseguir uma coloração aproximadamente igual a da estrutura.

3.12.2.8. Tendência à retração no concreto novo
A tendência à retração que existe no concreto novo, e conseqüente possibilidade de movimentar-se com relação ao concreto da estrutura, pode ser bem reduzida com um período longo de cura úmida. É extremamente importante que a cura seja encarada com seriedade, pois um perfeito serviço de reparo poderá ser prejudicado por deficiência de cura.

3.12.2.9. Sacos de aniagem umedecidos usados para cura dos reparos
Em locais onde a água não pode ser usada com abundância, uma boa cura pode ser desenvolvida mantendo-se os reparos cobertos por sacos de aniagem umedecidos por borrifos ocasionais.

3.12.3. REPARO COM ENCHIMENTO SECO

3.12.3.1. Generalidades
Este processo não deve ser adotado em depressões relativamente rasas onde uma restrição lateral não pode ser obtida. O enchimento seco não pode ser usado em porções atrás de uma malha considerável de armadura exposta e nem em furos que se prolonguem através da estrutura.

3.12.3.2. Onde é aconselhado o método do enchimento seco
O método de enchimento seco é aconselhado para reparos onde existem restrições laterais para que o concreto possa ser socado. Buracos de parafusos, ancoragens, furos de sondagens e fendas apertadas, cotadas para reparo de trincas, devem ser preenchidos com massa seca.

3.12.3.3. Preparo dos furos de parafusos
O preparo dos furos deixados por parafusos das formas deve ser bastante rugoso para que possa ser desenvolvida uma liga efetiva. O preparo poderá ser feito com um pedaço de ferro de 7/8" rugoso ou uma broca tipo estrela.

3.12.3.4. Profundidade mínima dos furos para utilizar o enchimento seco
Para se conseguir bons resultados com enchimento seco é necessário que os furos tenham uma profundidade mínima de 1".

3.12.3.5. Lavagem com jato de ar e água nos furos
Os furos devem ser completamente lavados com jatos de ar e água para que sejam eliminados os materiais soltos ocasionados pelo preparo.

3.12.3.6. Umedecimento dos furos antes do enchimento
Nas horas que precedem ao enchimento, os furos devem ser mantidos umedecidos para que possa ser assegurada uma boa condição de cura interna do reparo.

3.12.3.7. Umedecimentos dos furos em paramentos verticais
Nos furos de paramentos verticais o umedecimento poderá ser assegurado pela introdução de aniagem umedecida introduzida nos furos de reparo.

3.12.3.8. Secagem da superfície momentos antes do lançamento
Momentos antes do lançamento procede-se a uma secagem completa nas condições de "saturado superfície seca". A seguir os furos serão preenchidos com massa seca e socados até que todos os vazios tenham sido ocupados.

3.12.3.9. Mistura para o enchimento seco
O enchimento seco é usualmente uma mistura (por volume seco ou peso) de 1 parte de cimento e 2.1/2 partes de areia que passa na peneira n.º 16.

3.12.3.10. Utilização de cimento branco na dosagem
A massa seca é usualmente mais escura que o concreto adjacente. Quando a uniformidade de cor é importante, deve-se utilizar cimento branco na dosagem.

3.12.3.11. Enchimento de furos de parafusos
Para enchimento de furos de parafusos das formas, uma mistura magra de 1:3 ou 1:3.1/2 será suficientemente resistente e casará melhor com a coloração da estrutura.

3.12.3.12. Quantidade de água para massa de enchimento seca
A quantidade de água para massa de enchimento seca deverá ser apenas suficiente para que com uma pequena pressão se possa moldar a mistura.
Não poderá haver exsudação de água.

3.12.3.13. Quantidade exata de água na mistura
A quantidade exata de água na mistura é aquela que produz uma massa firme de consistência gomosa. Uma menor quantidade de água não fornecerá uma argamassa sólida e uma quantidade maior resultaria em trincas excessivas.

3.12.3.14. Reparos maiores que buracos de parafusos
Em reparos maiores que buracos de parafusos é usual pincelar a superfície do reparo com calda de cimento e areia fina na proporção 1:1.

3.12.3.15. Colocação de material de enchimento
O material de enchimento seco deverá ser colocado no lugar antes que a calda de liga tenha secado.

3.12.4. REPARO COM REASSENTAMENTO DE CONCRETO

3.12.4.1. Generalidades

Este processo pode ser utilizado quando o buraco do reparo tem uma profundidade mínima de 15 cm no concreto velho e 10 cm no concreto novo. A área mínima de reparo em concretos de massa deve ser da ordem de 30 x 30 cm. Nos concretos estruturais o reassentamento de concreto pode ser usado quando a área for maior que 15 x 15 cm, desde que a profundidade ultrapasse a ferragem de reforço. Quando o rompimento se prolonga inteiramente através da parede ou viga, este método também deve ser usado.

3.12.4.2. Execução do rompimento do reparo

O rompimento para reparo deve ser executado sem prejuízo do aspecto estético da estrutura. A área a ser removida deve ser demarcada por meio de linhas retas formando quadrados ou retângulos. A seguir, com uma serra circular as linhas demarcadas são cortadas até uma profundidade adequada. O restante do concreto deteriorado é totalmente retirado com um rompedor.

3.12.4.3. Declividade no rompimento para facilitar o lançamento

A face superior do reparo deve ser rompida segundo uma declividade de 1:3 em direção à face do fundo da cavidade. Isto se prende ao fato de facilitar o lançamento e vibração evitando a formação de bolsas de ar no topo do reparo.

3.12.4.4. Barras da armadura de reforço

As barras da armadura de reforço não podem ficar parcialmente embutidas no concreto velho; deve haver uma limpeza de, pelo menos, 1" ao redor de cada barra exposta.

3.12.4.5. Concordâncias na parte interna dos buracos

Na parte interna dos buracos para reparos não deverá haver cantos vivos nas intersecções das faces, mas sim concordâncias arredondadas, especialmente em estruturas onde a estanqueidade é um requisito.

3.12.4.6. Lançamento do concreto em vigas e paredes

No caso de paredes ou vigas, quando o rompimento atravessa a estrutura, a conformação da face superior deverá ser rompida em forma de "V" e o lançamento efetuado pelos dois lados.

3.12.4.7. Início do reassentamento do concreto

O reassentamento de concreto somente será iniciado após a constatação das condições adequadas de limpeza e secagem da superfície. O traço a ser utilizado fica a critério da Fiscalização de Obra.

3.12.4.8. Inclinação da forma do reparo

A partir da face inferior do reparo, a forma deve manter uma inclinação constante com relação à superfície da estrutura. A cota superior da forma deve ficar acima do buraco de reparo, de modo tal a permitir uma pressão líquida na sua superfície interna. Tais disposições favorecem largamente o lançamento e vibração, assegurando, ainda, o perfeito contacto do concreto com a face superior do reparo. A pressão ocasionada pelo desnível do concreto com relação ao reparo faz com que todas as bolsas de ar sejam expulsas durante o reassentamento.

3.12.4.9. Desforma do reparo

Por ocasião da desforma do reparo, o dente formado pela própria forma deve ser removido com o concreto ainda verde,

principalmente se o reparo estiver em local visível. O acabamento final é feito com a argamassa precedida por uma raspagem total da superfície reparada.

3.12.4.10. Verificação das regiões reparadas

As especificações preconizam que, um mês após a cura dos reparos, volta-se a eles para verificar se há regiões ocas, a fim de que sejam novamente reparadas.

3.12.5. REPARO COM REASSENTAMENTO DE ARGAMASSA

3.12.5.1. Generalidades

O reassentameno de argamassa deve ser adotado em buracos muito largos para enchimento seco e muito rasos para reassentamento de concreto. Este processo é indicado para depressões relativamente rasas, grandes ou pequenas, que se estendem não mais profundas que as barras de reforço mais próximas da superfície.

3.12.5.2. Imperfeições rasas do concreto

As imperfeições rasas do concreto devem ser feitas prontamente após a remoção das formas, enquanto o concreto ainda estiver verde.

3.12.5.3. Profundidade mínima escavada nos locais a serem reparados

Todos os locais a serem reparados serão escavados com uma profundidade mínima de 1".

3.12.5.4. Reparos em áreas resultantes do material de superfície aderido à forma

Quando for necessário reparar as áreas "exposição do agregado" resultantes de material de superfície aderido às formas, deve-se fazer o preenchimento dessas áreas com argamassa.

3.12.5.5. Reassentamento manual de argamassa

Sempre que o reassentamento manual de argamassa é usado, as bordas das áreas escavadas devem ser esquadrejadas com a superfície.

3.12.6. REPARO COM PRODUTOS "EPOXI"

3.12.6.1. Generalidades

Os produtos "epoxi" são plásticos de pega térmica resultantes da mistura de uma resina epóxica com determinado catalizador. Tanto a argamassa de areia fina à base de "epoxi" como o "epoxi"liso para colagem resultam em eficientes trabalhos de reparação.

3.12.6.2. Preparação para reparo com ligas epóxicas

A preparação para reparo com ligas epóxicas e geralmente idêntica a dos outros reparos, exceto que todo o esforço deve ser feito no sentido de deixar a superfície totalmente seca.

3.12.6.3. Serviços de reparo com produtos "epoxi"

Os serviços de reparo com produtos "epoxi" são igualmente efetivos, tanto para o concreto novo como para o concreto velho.

3.12.6.4. Proteção do pessoal para trabalhar com produtos "epoxi"

É importante que os trabalhadores estejam devidamente protegidos quando em serviços de reparos com substâncias epóxicas. As resinas "epoxi" líquidas são grandes irritantes da pele, sendo cáusticas em virtude de o grupo "hidroxyl" presente na estrutura molecular das mesmas.

3.13. ACABAMENTOS

3.13.1. INTRODUÇÃO

As irregularidades superficiais permitidas para os acabamentos são

classificadas em abruptas e graduais. Protuberâncias causadas pelo deslocamento ou má colocação das formas, nós e outros defeitos do madeiramento das formas, são considerados como irregularidades abruptas. As demais irregularidades e variações na superfície são consideradas graduais.
Estas últimas podem ser verificadas por meio de gabaritos, os quais consistem numa régua de borda reta para superfícies planas ou equivalente para superfícies curvas.

3.13.2. ACABAMENTO DE SUPERFÍCIES FORMADAS

3.13.2.1. Generalidades

Exceto para acabamento ocasionalmente especiais, as superfícies de concreto formadas devem ser acabadas segundo os cinco tipos especificados a seguir:

3.13.2.2. Acabamento tipo 1

Este tipo de acabamento é adotado nas estruturas que de alguma forma venham a ficar ocultas sob a superfície d'água ou aterro. O único tratamento de superfície requerido é o reparo do concreto deteriorado, enchimento dos buracos de parafuso das formas e depressões maiores que 1".
Qualquer material pode ser empregado como forma, desde que seja garantida a vedação. O refinamento das formas pode ser reduzido ao mínimo, pois a rugosidade superficial não é levada em conta.

3.13.2.3. Acabamento tipo 2

Este acabamento é requerido em todas as superfícies permanentemente expostas e para as quais outros acabamentos não são especificados. É um acabamento adotado particularmente para estruturas onde a visitação pública não é constante, tal como:pontes, túneis, canais, muros de arrimo, galerias e partes da estrutura da barragem onde o acabamento tipo 1 não possa ser aplicado. É aconselhado o uso de formas chapeadas ou madeira compensada. Para se obter uma superfície tipo 2, as formas devem ser construídas de acordo com as boas normas, dimensões e alinhamentos desejados, sem bulbos ou protuberâncias notáveis. Para irregularidades abruptas é admitido até 1/4" e para graduais até 1/2".

3.13.2.4. Acabamento tipo 3

Este acabamento é indicado para superfícies de estruturas freqüentemente expostas à visitação pública, onde a aparência tem uma importância especial. Partes decorativas de barragens e pontes, grandes projetos de força e bombeamento, edifícios permanentes e casas de comando de usina devem ser executadas com formas bem acabadas de madeira compensada com junções perfeitas ou dotadas de junta tipo macho e fêmea.
Formas chapeadas e painéis metálicos não são permitidos. Para irregularidades abruptas é admitido até 1/8" e para graduais, até 1/4".

3.13.2.5. Acabamento tipo 4

Este acabamento é utilizado em superfícies de concreto formado onde o alinhamento é o principal requisito.
O alinhamento rigoroso e a uniformidade da superfície são os principais fatores contra os efeitos destrutivos da água. É o caso de tubos de sucção e demais estruturas estudadas hidraulicamente. As formas devem ter como principal

característica a rigidez para que não possam fugir do alinhamento de projeto. Para as irregularidades abruptas é admitido até 1/8" e para as graduais 1/4".

3.13.2.6. Acabamento tipo 5

Este acabamento é adotado quando se necessita da aplicação de gesso, estuque ou outro revestimento sobre a superfície concretada. O acabamento superficial deverá ser rugoso para a aplicação desses produtos. A aplicação de óleo ou produtos similares nas formas não é permitido. Formas de aço não podem ser utilizadas.

As irregularidades abruptas e as graduais podem atingir valores de até 1/4".

3.13.3. ACABAMENTO DE PISOS

3.13.3.1. Anulamento e preparo da superfície a ser acabada nos pisos

Utiliza-se uma régua para verificar se o piso está nivelado. Faz-se uma rápida desempenagem para que a superfície fique razoavelmente lisa. A seguir espera-se que a superfície seque completamente, o que pode ser observado pela perda de brilho. Procede-se a um desempenamento mais fino e o piso está acabado. Se houver necessidade de um acabamento ainda mais fino, espera-se que a superfície fique novamente seca para que seja realizado um polimento com colher de pedreiro.

NOTAS DO CURSO PARA TÉCNICOS E FISCAIS DE CONCRETO PREPARADO PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA

4. NOTAS DO CURSO PARA TÉCNICOS E FISCAIS DE CONCRETO PREPARADO PELA FISCALIZAÇÃO DA OBRA

4.1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos, nos Estados Unidos, houve um acidente com um avião de carga. Após percorrer toda a pista, não conseguiu decolar chocando-se com grande velocidade contra obstáculos além do fim da pista. No desastre pereceram os tripulantes e perdeu-se toda a carga e o avião.

No inquérito para se determinar a causa do acidente, verificou-se:

1 — Havia um excesso de carga de 300 kg, porém isso não causaria o acidente, pois o comandante do avião já havia decolado várias vezes com excessos maiores;

2 — Havia 100 litros a mais de combustível, mas o pessoal do abastecimento não deu importância, porque o peso em excesso era desprezível;

3 — A temperatura do ar foi fornecida ao comandante com erro de 3° C pelo meteorologista, que lhe enviou por engano a leitura feita algumas horas antes;

4 — A velocidade do vento também foi fornecida com pequeno engano.

Cada um desses fatores, isoladamente, não causaria o acidente, mas todos ao mesmo tempo fizeram com que o avião necessitasse de mais pista do que a disponível.

Pode paracer estranho relatar um fato desses na introdução de um curso de concreto,mas o intuito disto é fazer uma analogia com o que pode ocorrer com o concreto.

De fato, o concreto passa por uma série de operações até estar completamente concluído.

Cada uma dessas operações, se não for bem executada, pode não causar um dano grave na estrutura, mas, se forem somados vários erros, provavelmente o resultado será desastroso.

Ocorre, porém, que as variáveis que implicam no concreto são complexas e não há meios de se saber se a operação anterior foi bem executada.

Então, ao se efetuar uma delas, deve-se agir como se todo o concreto dependesse 100% dessa operação.

O pessoal deve estar consciente de que um erro a mais pode ter graves conseqüências.

A concretagem é então uma cadeia de tarefas, sendo que cada uma delas merece uma especial atenção.

Uma delas pode estar defeituosa e não podemos arriscar mais uma.

O presente curso tem por objetivo fornecer informações elementares, mas importantes, relativas a todas as operações necessárias para se obter um bom resultado em concreto.

Cada assunto foi abordado sem a intenção de se fazer estudo aprofundado, mas chamando a atenção para a importância de cada tarefa e os cuidados que devem ser tomados em sua execução, para uso do pessoal de campo responsável pela qualidade da obra que se propõe construir.

O curso não tem a pretensão de analisar todos os pormenores e problemas que se apresentam numa concretagem, mas espera ter conseguido reunir os problemas mais comuns e de maior importância e indicar os cuidados necessários em cada caso.

4.2. DEFINIÇÕES

Concreto - é um material de construção formado por uma mistura adequada de aglomerantes, água e agregados (graúdo e miúdo).

Pasta (de cimento) - é uma mistura de cimento e água.

Argamassa - é uma mistura de cimento, água e agregado miúdo (areia).

4.3. MATERIAIS COMPONENTES

4.3.1. CIMENTO

a) — Obtenção e hidratação do cimento

O cimento é obtido da moagem do Clinquer com o gesso, sendo o

Clinquer um composto obtido pela calcinação até a fusão (1.300°C) de uma determinada mistura de calcário e argila.
O cimento se hidrata em presença da água, dando novos compostos, libertando cal e calor. O produto da hidratação tem características aglomerantes.

b) — **Características físicas**

Resistência mecânica - o cimento apresenta, após a hidratação, boa resistência à compressão. Essa resistência é medida pelo rompimento em prensas de corpos de prova de argamassa padrão e deve apresentar resistência maior ou igual às mínimas fixadas pelas normas.
O cimento tem baixa resistência à tração.

Finura - a finura mede o grau de moagem do cimento. Se o cimento estiver muito fino (muito moído), o concreto vai se hidratar mais rapidamente, desprendendo maior calor e vai exigir mais água.
Se estiver pouco moído (baixa finura), o concreto terá pouca trabalhabilidade e vai exsudar mais água.
A finura é medida com razoável precisão no aparelho de permeabilidade ao ar (Blaine).

Pega - o cimento só deve iniciar a pega após uma hora no mínimo a contar do início do amassamento.

Expansibilidade - o cimento, ao se misturar com a água, sofre uma contração, mas em seguida começa a se expandir.
Se essa expansão for exagerada poderá trincar o concreto.
São feitos ensaios em laboratórios (autoclave) para medir a expansão do cimento que não deve ser maior que 0,8%.

Calor de hidratação - é o calor desprendido na reação do cimento com a água. Num bloco com grande volume de concreto, o calor de hidratação vai elevar muito a temperatura do bloco e devido ao grande volume o calor demora para dissipar. Com isso, o bloco vai sofrer grande dilatação, o que acontece enquanto o concreto ainda não está completamente endurecido.
Com o tempo, o concreto endurece, o calor é dissipado e o bloco contrai ocasionando tensões de tração que o concreto não resiste, provocando o aparecimento de trincas.
Para se evitar essas trincas, pode-se usar cimentos com baixo calor de hidratação e concretos refrigerados.

c) — **Tipos de cimento**

Variando-se a composição química do cimento, pode-se obter tipos de cimento que apresentam diferentes propriedades, tais como: resistência inicial, maior ou menor calor de hidratação, resistência ao ataque de sulfatos, etc. São 5 os tipos de cimento:

I — Normal
II — Baixo calor e resistência aos sulfatos
III — Alta resistência inicial e alto calor
IV — Baixo calor
V — Resistência aos sulfatos

d) — **Armazenamento**

Devido à facilidade com que o cimento se hidrata, deve-se tomar cuidado no seu armazenamento, evitando o contato com a umidade, evitando deixar o cimento em recipientes abertos, etc.

4.3.2. AGREGADOS

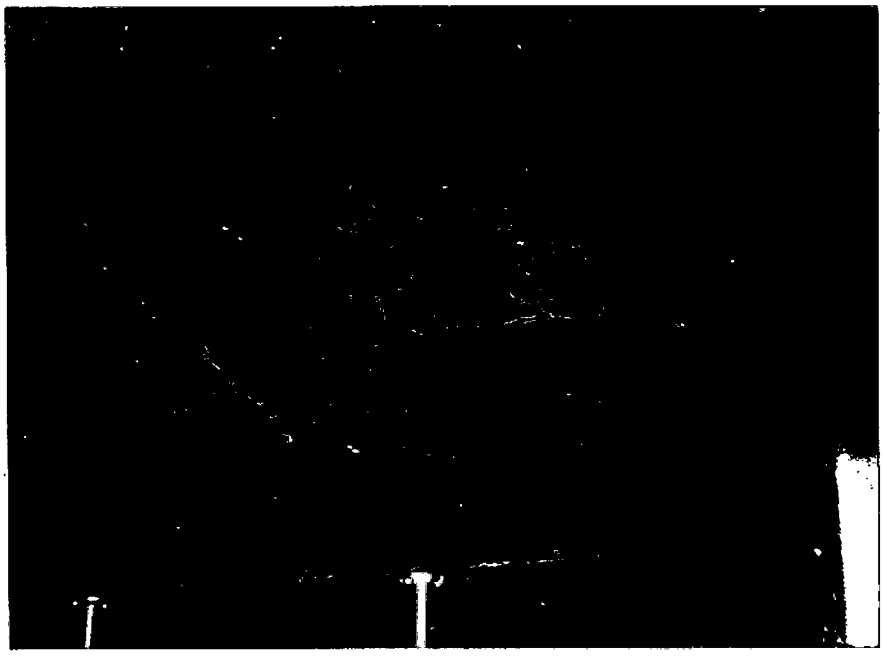
Conforme os processos utilizados para sua obtenção, os agregados podem

ser classificados em naturais e artificiais. Os agregados naturais geralmente necessitam apenas de lavagem e peneiramento. É o caso da areia e do cascalho. Os artificiais necessitam também de britagem (pedra britada). Quanto ao tamanho das partículas, os agregados podem ser classificados em graúdos e miúdos. A peneira n.º 4 (4,8 mm; 3/16'') é a que separa o agregado graúdo do miúdo. Assim, se 85% do agregado ficar retido na peneira n.º 4, ele será considerado graúdo; se passar 95%, o agregado será considerado miúdo.
Um agregado, para poder ser aproveitado, tem que apresentar várias características:

a) — Pureza
Precisa estar isento de matérias prejudiciais, tais como: argila, limo, matérias orgânicas, etc. Essas substâncias fazem diminuir a aderência agregado-pasta, afetam a hidratação do cimento, aumentam o consumo de água por metro cúbico de concreto (como é o caso de agregados com alto teor de pulverulentos-argilas), e dão mau aspecto ao concreto. Normalmente essas substâncias prejudiciais podem ser eliminadas pela lavagem dos agregados.

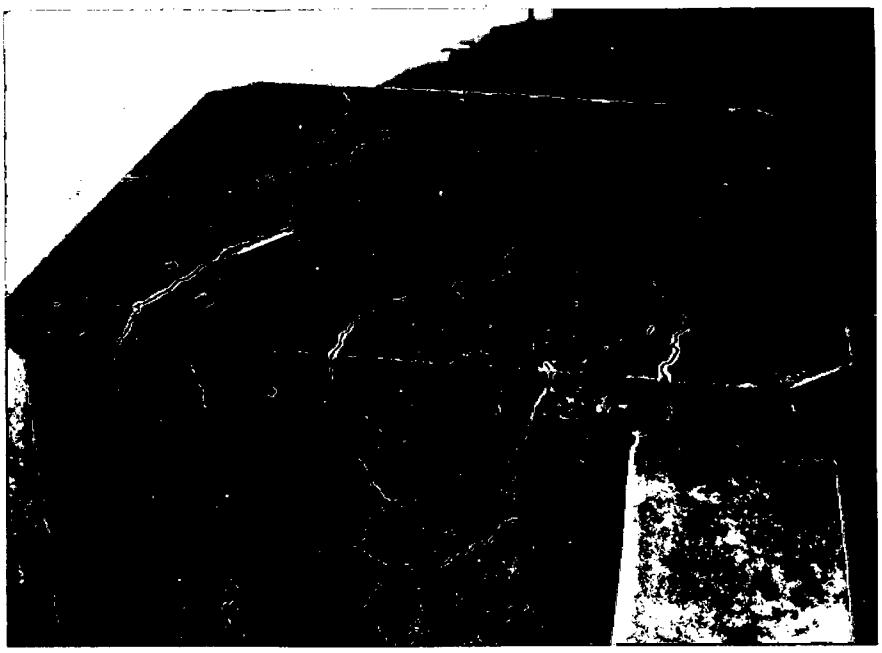
b) — Estabilidade
O agregado deve ser estável, isto é, não deve se decompor nem fragmentar. Alguns tipos de agregados podem se decompor pela ação do tempo ou, se fragmentar excessivamente em seu manuseio alterando de forma significativa suas características granulométricas. Este fato pode alterar as características pre-determinadas do concreto que será produzido com o mesmo.

c) — Reatividade
O agregado deve ser inerte, isto é, não reagir quando colocado em contacto com a pasta de cimento. Existem determinados tipos de rocha que reagem com um dos compostos dos cimentos (álcalis) formando produtos expansivos que podem provocar o fissuramento do concreto. Como exemplo de agregado reativo temos o cascalho de Jupiá. Porém, por motivos econômicos, o cascalho teve que ser aproveitado e para evitar a reação com o cimento a solução foi usar a pozolana que reage antes com o cimento, não o deixando atacar o agregado.



2.329-B

Trincas causadas pela reação álcali-agregado



2.328-B

Trincas causadas pela reação álcali-agregado

d) — Resistência Mecânica e ao desgaste

e) — Forma das particulas

O agregado será melhor se suas partículas forem arredondadas. O consumo de areia será menor, a relação água/cimento será mais baixa e o concreto será mais econômico, mais durável e mais trabalhável. Se o agregado for muito lamelar, ele será quebradiço e o concreto terá pouca trabalhabilidade.

f) — Granulometria

É a distribuição do agregado em porcentagens, através de uma série de peneiras normalizadas.

Diâmetro máximo de um agregado - (d máx) é o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela em que ficou retido 5 ou mais por cento do material total. Por exemplo, ficou retido 6% na peneira de 76 mm. Então o "d máx" do agregado é igual a 152 mm, que é a abertura da peneira imediatamente superior à de 76 mm, na série normalizada.

Módulo de finura de um agregado miúdo - é a soma das porcentagens retidas acumuladas da série normal de peneiras (até a n.º 100) dividido por 100. O módulo de finura deve variar entre 2,4 e 3,2. Num concreto, quanto maior o "d máx," menor será o consumo de cimento, areia e água, resultando numa maior economia, menor calor de hidratação e menor retração do concreto.

No entanto, não se pode usar agregados com "d máx" muito grande devido às dificuldades que aparecerão no amassamento, lançamento e na vibração.

Usa-se normalmente "d máx" da ordem de 152 mm em concreto de massa.

Em concretos de estruturas armadas o "d máx" fica limitado pela distância entre os ferros ou pelas dimensões das formas.

4.3.3. POZOLANA

A pozolana é uma argila calcinada e altamente moída (muito fina).

Um concreto com pozolana é mais impermeável, tem menor calor de hidratação, tem maior trabalhabilidade, é mais econômico e, principalmente, tem a reação álcali-agregado praticamente anulada.

4.3.4. ÁGUA

A água, para ser usada em concreto, tem que estar isenta de matérias estranhas, tais como: sais, óleos, etc.

4.3.5. ADITIVOS

São substâncias adicionadas ao concreto para se melhorar determinadas qualidades. Assim, temos:

4.3.5.1. Aditivo acelerador

Acelera o início das reações de hidratação do concreto.

4.3.5.2. Retardadores de pega

São usados quando se necessita de maior tempo entre o amassamento e o lançamento do concreto.

4.3.5.3. Incorporadores de ar

São agentes que fazem com que o ar seja incorporado de uma maneira mais uniforme e homogênea em pequenas esferas, dando maior trabalhabilidade ao concreto e tornando-o mais impermeável.

Para baixos consumos de cimento (230 kg/m³) o ar incorporado melhora também a resistência do concreto.

4.3.5.4. Produtos de cura

São usados como auxiliares na cura do concreto, impedindo a

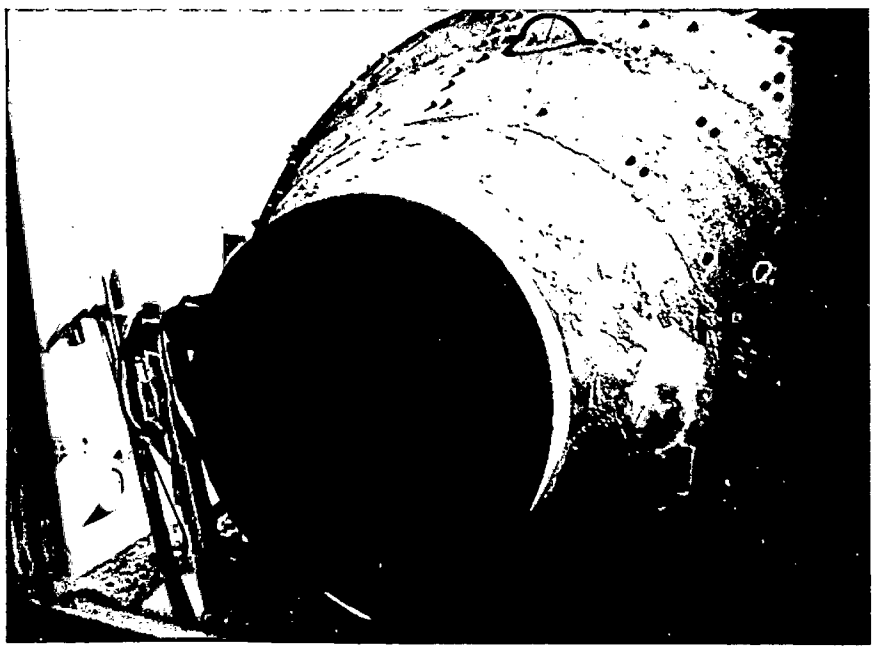
evaporação da água necessária à hidratação do cimento.

4.3.5.5. Impermeabilizantes
Utilizados quando se necessita de concretos com alto grau de impermeabilidade.

4.4. FABRICAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE

4.4.1. AMASSAMENTO

Consiste em fazer com que os materiais componentes do concreto formem uma mistura íntima e homogênea.
No amassamento a pasta de cimento deve envolver completamente o agregado.
A mistura pode ser feita manualmente (só em obras de pequena importância) e mecanicamente.
O amassamento mecânico é feito em betoneiras.
Dos vários tipos de betoneiras, a mais comum é a betoneira basculante que apresenta vantagens no descarregamento (mais rápido e evita a segregação).
O tempo de amassamento depende do tipo e da capacidade da betoneira.
Para betoneiras basculantes podemos adotar os tempos médios abaixo, conforme a capacidade:
2 jardas cúbicas...1,5 minutos
3 jardas cúbicas...2,0 minutos
4 jardas cúbicas...2,5 minutos (Central de IS)
5 jardas cúbicas...2,8 minutos
6 jardas cúbicas...3,0 minutos
A betoneira deve estar limpa para executar um bom amassamento, isto porque o concreto endurece sobre as pás da betoneira, modificando a movimentação do concreto e causando um mau amassamento, além de reduzir a eficiência da betoneira. Um concreto mau amassado tem menor resistência, é menos durável e mais difícil de trabalhar. De preferência, o amassamento deve ser acompanhado visualmente pelo operador para poder corrigir possíveis falhas na dosagem e que, se não forem notadas, poderão fazer perder toda a betonada.



Betoneira - amassamento acompanhado visualmente pelo operador para corrigir possíveis falhas na dosagem.

4.4.2. TRANSPORTE

4.4.2.1. Generalidades

Para que se possa obter bons resultados em obras de concreto de grande porte, no que se refere ao concreto propriamente dito, são necessários inúmeros cuidados, desde a produção de aglomerantes e beneficiamento dos agregados, até a utilização de técnicas adequadas de lançamento e cura.

Assim sendo, o transporte do concreto, traço de união entre a produção de concreto e o lançamento, merece especial atenção. Quando se tem boa qualidade na Central do Concreto e no lançamento, um sistema de transporte deficiente pode acarretar conseqüências desagradáveis.

4.4.2.2. Tipos de transporte

O transporte do concreto pode ser efetuado por diversas maneiras entre as quais:

a) — Carretas com caçambas;
b) — Caminhões basculantes (Chutes);
c) — Correias transportadoras.

Vamos analisar cada caso de per si dando especial atenção aos dois primeiros casos.

a) — Carretas com caçambas

O transporte de concreto por meio de caçambas apresenta a facilidade de lançamento, podendo atingir todos os pontos de um bloco.

Na utilização de caçambas devem ser feitas verificações freqüentes em seu funcionamento. As caçambas pequenas (até cerca de 1,50 m^3) são operadas manualmente e as maiores (na Obra até cerca de 3,00 m^3), operadas com uso de ar comprimido.

A falta de limpeza ou de lubrificação nas articulações provoca freqüentemente a não abertura da comporta de descarga. Devem ser feitas verificações em seu funcionamento antes de cada concretagem. Terminada uma concretagem, as caçambas devem ser limpas (com concreto ainda fresco) e lubrificadas.

Imediatamente antes do carregamento do concreto na Central, a caçamba deve ser pulverizada com água, visando umedecer sua superfície interna. A cada dois ou três ciclos a caçamba deve ser lavada em local adequado.

O uso de vibradores acoplados às caçambas é bastante favorável à descarga.

b) — Basculantes

É muito comum o uso de caminhões basculantes no transporte de concreto para pequenas estruturas.

Em geral este concreto é basculado em "Chutes" e em seguida lançado na forma.

Este processo em muitos casos é insubstituível, mas convém salientar que ele provoca segregação no concreto e a exposição ao tempo acarreta uma diminuição no "slump", dificultando o lançamento.

A limpeza destes veículos também deve ser encarada com seriedade. O acúmulo de concreto de viagens anteriores, relativamente seco, absorve água do concreto novo, alterando evidentemente suas características e

dificultando a descarga.

c) — **Correias transportadoras**

Este processo de lançamento é usado em lugares de difícil acesso com resultados satisfatórios. O problema da segregação atinge proporções menores que no caso dos caminhões basculantes e a diminuição do "slump" é bastante evidente. A associação dos dois tipos de transporte (basculante e correia) evidentemente agrava estes fatores, mas não impede seu uso.

Existe sempre uma perda de argamassa com este tipo de lançamento. Em geral parte-se de um concreto mais rico em areia e cimento para se chegar, no ponto de lançamento, a um concreto nas condições desejadas.

A parte final da correia deve ser móvel de maneira a poder "varrer" todos os pontos do bloco.

Terminada uma concretagem deste tipo é imprescindível que se proceda a uma limpeza rigorosa em todo o equipamento de transporte do concreto, principalmente no chute, se houver, onde é fácil o acúmulo de concreto.

4.4.2.3. Quantidade de Transporte

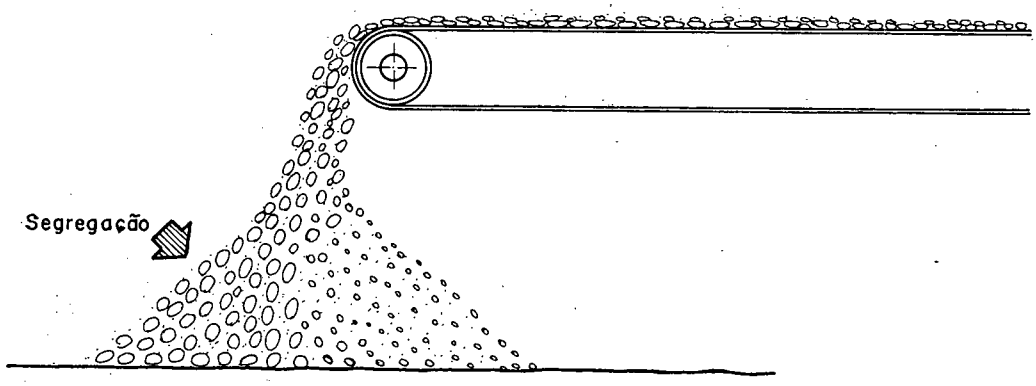
É importantíssimo que seja bem determinado, antes do início de uma concretagem, o número de veículos necessários para o transporte do concreto, bem como o número de caçambas a ser utilizado.

A "quantidade de transporte" deve ser tal que nunca falte concreto no local de lançamento (mão-de-obra e equipamento parados; cabeças de concretagem expostas a intempéries), nem haja acúmulo de caçambas aguardando no ponto de concretagem (concreto iniciando pega na caçamba, causando muitas vezes sua inutilização). É claro que o dimensionamento correto será feito em função da velocidade de lançamento prevista para a estrutura em estudo.

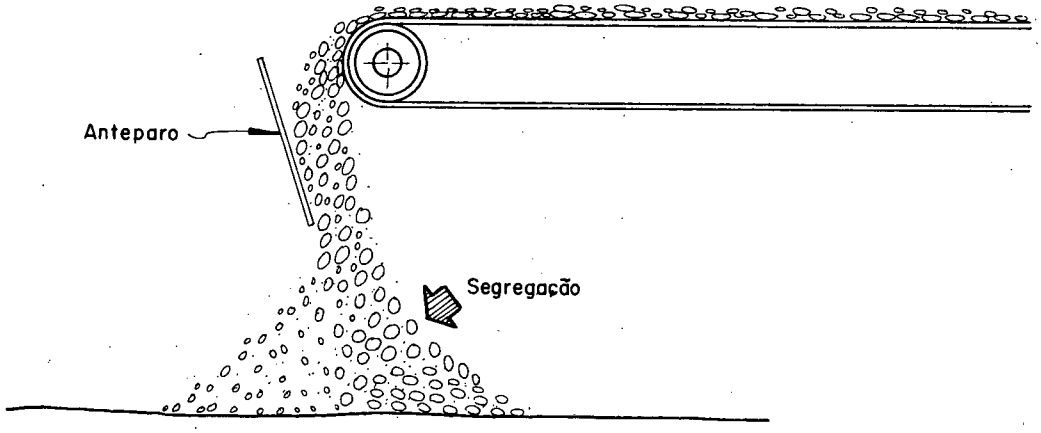
4.4.2.4. Comunicação

Está intimamente ligado com o transporte o problema da comunicação.

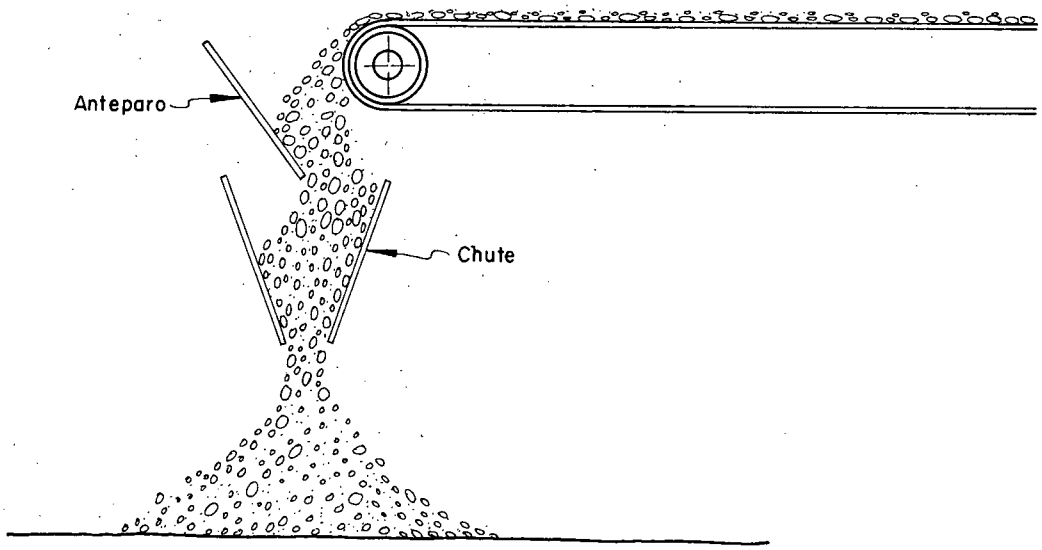
Sempre que possível deve haver grande facilidade de comunicação entre o ponto de concretagem e a Central de Concreto, o que evitará perdas de concreto e solicitação desnecessária dos veículos.



ERRADO



ERRADO



CERTO

4.4.3. LANÇAMENTO

O lançamento deve ser feito logo após o amassamento e na posição mais vertical possível para evitar a segregação.

Para melhor detalhamento podemos separar o lançamento em:

a) — Lançamento em grandes blocos;

b) — Lançamentos em pequenas estruturas.

4.4.3.1. Grandes blocos

a) — **Lançamento sobre rochas** (fundação)

Quando se vai lançar concreto em grandes blocos, deve-se tomar todos os cuidados possíveis para evitar ao máximo que o lançamento tenha que ser interrompido após haver sido iniciado.

Assim, antes de iniciar o lançamento, devem ser verificados vários itens que, se não estiverem completamente executados, poderão interromper a operação de lançamento:

Limpeza - A superfície a ser concretada deve estar perfeitamente limpa e toda rocha que estiver solta ou que se quebre com facilidade deve ser removida.

Água - Toda a água que vem de fora do bloco deve ser desviada por meio de pequenas ensecadeiras que podem ser feitas com o próprio material retirado pela limpeza ou ou com argamassa de pega rápida.

A água proveniente de fontes dentro da própria superfície a ser concretada deve ser orientada por meio de drenos feitos de brita ou cascalho e cobertos de argamassa de pega rápida. Esses drenos levarão a água até um tubo de concreto convenientemente localizado de onde a água será bombeada para fora do bloco.

Na extremidade inicial dos drenos colocam-se "suspiros" (canos de Ø 3/4") que servirão para a operação de injeção dos drenos a ser realizada posteriormente.

No caso de fontes de infiltração de pequena vazão, o uso do "chupão" será suficiente.

Toda essa preocupação com a água se explica pelo fato de que a água em excesso no concreto vai alterar todas suas propriedades, tais como: reduzir a resistência, a impermeabilidade, a durabilidade, etc.

Umidade da superfície - Se a superfície estiver seca irá absorver água do concreto e reduzirá a sua trabalhabilidade. Existe uma condição ideal para a superfície que vai ser concretada, que é a condição de superfície saturada-seca.

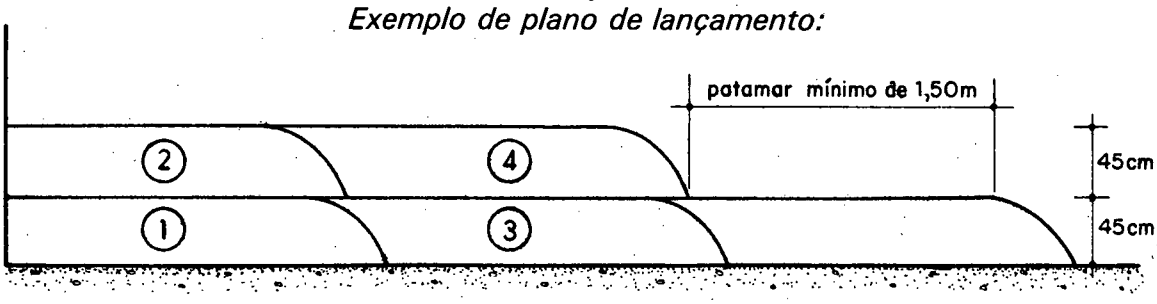
Essa condição é conseguida quando a rocha não absorve mais água, ou seja, está saturada e a superfície está seca.

Se a rocha não está saturada pela água natural de infiltração, pode-se usar um pulverizador para saturá-la.

Plano de lançamento - Em função do volume de concreto que se vai lançar e da capacidade de lançamento de que se dispõe, deve ser estudado um plano de lançamento. No plano está previsto o caminhamento das camadas de concreto durante o lançamento.

Deve-se evitar a superposição das cabeças e proporcionar seu alinhamento.

A função do plano é fazer com que o lançamento seja racional evitando muitas frentes de concretagem e, com isso, evitando as juntas-frias.
Exemplo de plano de lançamento:



PLANO DE CONCRETAGEM

Resultados
-cabeças alinhadas
-evita superposição
-racionaliza o lançamento
-evita juntas-frias
-patamar bem espaçado (mínimo 1,5 m para camadas de 45cm)
A máquina de elevação da caçamba (PH; 71-B) deve ser posicionada convenientemente para alcançar todos os pontos do bloco, para evitar dificuldades após o início do lançamento.
As mangueiras devem ficar o máximo possível fora do bloco e nunca sobre a superfície já acabada.
Deve evitar-se que o lançamento seja atrapalhado pelas mangueiras.
Verificados esses itens, pode-se iniciar o lançamento.
A superfície da rocha deve ser coberta com uma camada de argamassa de aproximadamente 1 cm de espessura. No entanto, a argamassa não deve ser lançada por todo o bloco,
mas ir acompanhando o lançamento.
Se a argamassa for espalhada por todo o bloco, esta irá secar pela demorada exposição ao sol e ao vento.
Então ela terá que ser removida e isso prejudicará o lançamento.
Por outro lado, se ocorrer uma junta-fria, o lançamento vai parar, a argamassa toda será perdida e o trabalho para removê-la será bem maior se ela estiver espalhada por todo o bloco. Além disso, se a argamassa for espalhada somente onde o concreto vai ser lançado, o restante do bloco permanecerá limpo, com melhores condições de trabalho.
Conforme a regularidade da superfície da rocha, o uso da argamassa talvez possa ser suprimido, o que está em estudos.
A descarga do concreto, sempre que possível, deve ser feita de uma só vez. Esse procedimento evita a segregação que a descarga parcelada provoca.
A grande preocupação no lançamento é que a descarga seja feita na posição mais vertical possível.

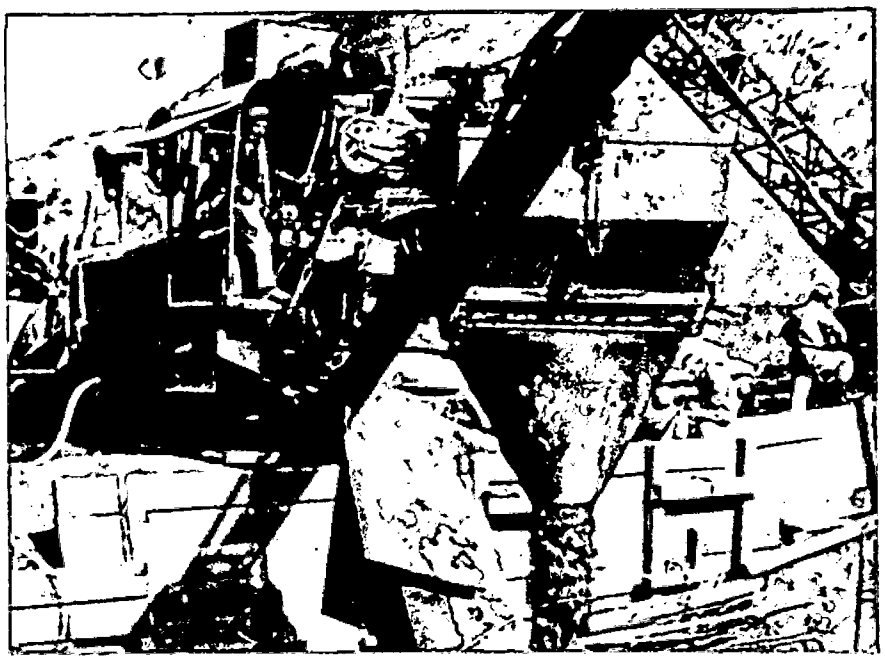
Se a descarga não for realizada na vertical, haverá a segregação no concreto.
A segregação é o maior problema do lançamento. Se houver segregação, o concreto deixará de ser uma mistura homogênea e não se poderá saber se a resistência será a mesma em todos os pontos, pois basicamente teremos vários pontos com concretos diferentes.
Tendo em vista o próximo lançamento, convém lembrar que uma superfície bem acabada será mais fácil de ser cortada. Por isso, o acabamento das superfícies deve ser feito com todo o cuidado evitando imperfeições.
Não se deve permitir que se ande sobre a superfície com o concreto ainda mole. Se por razões do trabalho isto se fizer necessário, é conveniente o uso de tábuas que devem ser colocadas onde o concreto adquiriu boa resistência para que não fiquem marcas da tábua na superfície.

b — Lançamento sobre outras camadas de concreto
Não apresenta grandes diferenças com relação ao lançamento sobre rochas.
Deve haver a mesma preocupação com a limpeza, condição de umidade da superfície, plano de lançamento, argamassa, posição da máquina, mangueiras, tábuas para pisar, acabamento, etc.
De um modo geral é um lançamento mais fácil de ser executado devido à regularidade da superfície. Não apresenta também os problemas de drenagem da água de infiltração.

c) — Blocos com face em rocha com grande infiltração
Como não há possibilidade de bloquear essa infiltração, a solução é escolher um sentido de lançamento tal que a última camada a ser lançada seja a mais próxima da rocha. Dessa maneira consegue-se ir confinando a água junto às paredes, de onde ela será retirada com o uso do "chupão".
Deve-se evitar que a água escoe pelo bloco, o que pode ser feito com o auxílio de pequenas ensecadeiras e com o uso contínuo do "chupão".
Imediatamente antes do lançamento da última camada, a água deve ser esgotada completamente e em seguida o concreto é lançado.

4.4.3.2. Lançamento em pequenas estruturas
(Pilares, Vigas, etc.)
O lançamento em pequenas estruturas é dificultado pelas pequenas áreas de que se dispõe para efetuar a descarga.
O concreto deve ser lançado em pequenos volumes para facilitar a vibração. Esse procedimento também evita que o concreto caia fora das formas.
É conveniente o uso de "Chutes" para orientar o lançamento na vertical evitando a segregação.
O concreto pode ser lançado por pequenas caçambas ou com o uso de "masseiras", por carrinhos de mão, pás, etc.
Na concretagem de pilares não convém abrir a caçamba diretamente sobre os mesmos, pois o grande volume de concreto vai dificultar a vibração e provocar o aparecimento de "bicheiras".
No caso de ser prever a parada da concretagem, o ponto de

parada deve ser estudado para não coincidir com pontos de grande solicitação da estrutura. A decisão sobre tal ponto deve ser combinada com os superiores, pois é importante para a estabilidade da estrutura.
Como em todo tipo de concretagem, antes do lançamento deve ser verificada a limpeza, estanqueidade e a estabilidade das formas.



Vista de um lançamento vertical feito através de "chutes"

O lançamento pode ser efetuado de maiores alturas, mas sempre na posição vertical e quando não existam malhas de ferragem que provoquem a segregação.

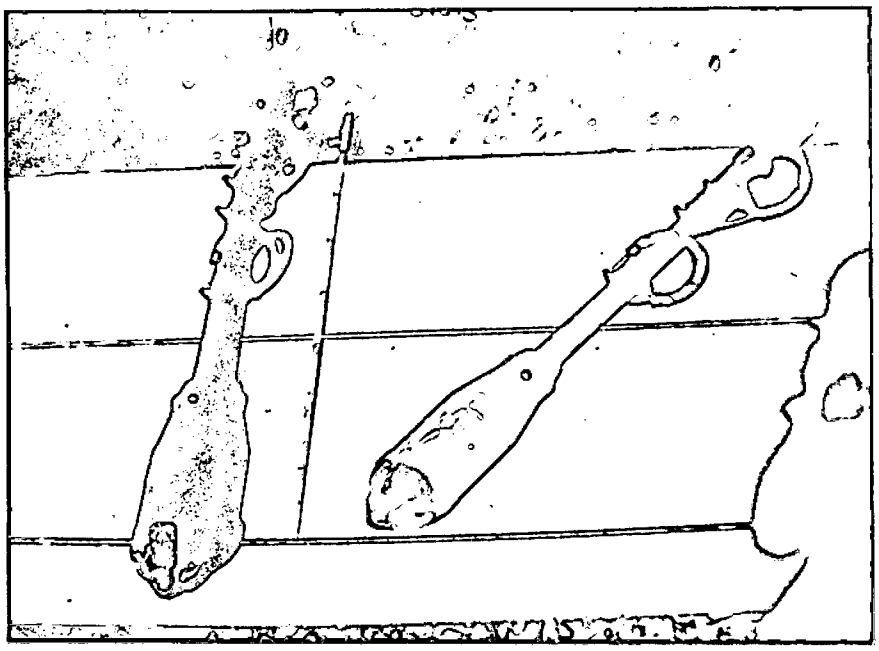
Vista de um mau lançamento causando a superposição das cabeças

Vista de um lançamento inclinado provocando a segregação

4.4.4. ADENSAMENTO

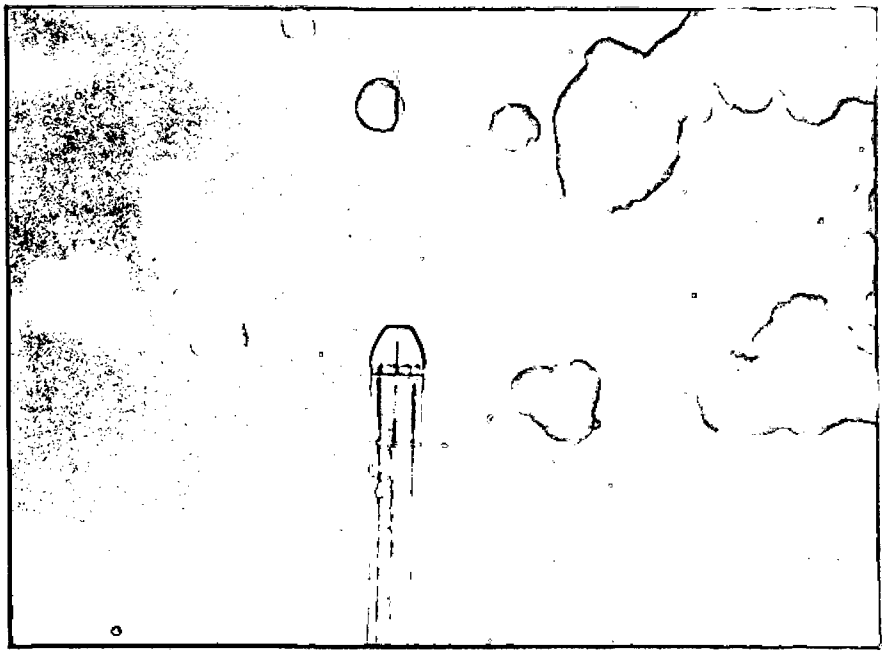
O adensamento do concreto tem por finalidade assegurar um melhor contato

entre os materiais do concreto fazendo com que a argamassa ocupe os vazios entre os agregados proporcionando um material homogêneo e expulsando o ar contido dentro da massa.
O adensamento é feito logo em seguida ao lançamento.
O melhor método de se fazer o adensamento é por meio da vibração.
A vibração praticamente anula o atrito estático existente entre os materiais dando ao concreto certa mobilidade e pela ação da gravidade os materiais se reassentam.
A argamassa, devido à vibração, flui através dos vazios entre os agregados tornando a massa mais compacta e homogênea.
O concreto vibrado apresenta uma série de vantagens no que diz respeito as qualidades e a economia do concreto .
O concreto adquire maior resistência pela homogeneização e compacidade devido à vibração. É mais impermeável, tendo com isso a sua durabilidade aumentada.
O concreto dá melhor aderência à armadura e as variações de volume são menores (dilatação e contração), variações essas que estão ligadas ao volume de vazios do concreto.
Quanto à economia, permite uma redução do consumo de cimento devido à melhoria na trabalhabilidade.
Há vibradores de vários tipos: de superfície, de forma, de imersão, etc , sendo este último o mais difundido.
O vibrador de imersão é movido ou por energia elétrica ou por ar comprimido.
O tempo de imersão depende da trabalhabilidade do concreto e do tipo de vibrador.
Geralmente, esse tempo varia de 5 a 20 segundos em cada ponto de imersão e o final da vibração pode ser percebido pelo aspecto brilhante e compacto da superfície e quando cessa o aparecimento de bolhas de ar.
A freqüência de vibração não deve ser menor que 6.000 rpm e pode ser verificada por meio de um tacômetro.
Para vibradores a ar comprimido deve ser assegurada uma adequada pressão na linha para se poder manter a freqüência de vibração requerida.
O vibrador deve ser imerso rapidamente na massa e sua retirada deve ser lenta, ambas as operações com o vibrador funcionando.
Deve-se manter o vibrador na posição mais vertical possível e ele deve penetrar um pouco na camada inferior.
Perto das formas é conveniente utilizar um vibrador de menor diâmetro, de média ou baixa amplitude e alta freqüência com o que se consegue reduzir a incidência de bolsas de ar.
O vibrador mantido na posição vertical alcança maior profundidade e consegue penetrar na camada inferior vibrando-a e dando um melhor entrosamento entre camadas.



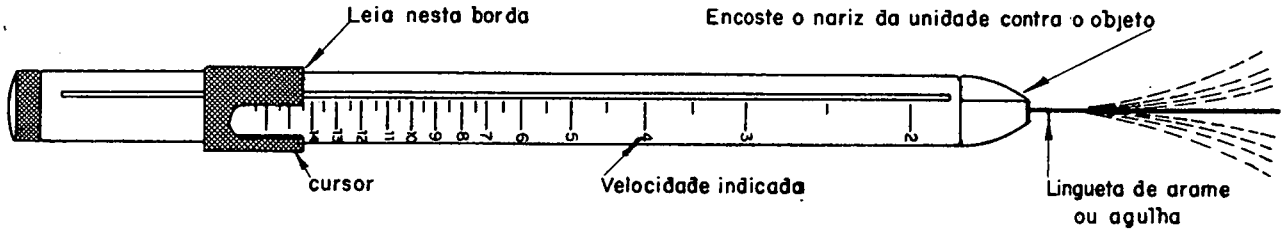
Vista da esquerda para a direita:

1.º — Posição correta para o uso do vibrador
2.º — Posição errada para o uso do vibrador



Vista de um tacômetro usado para medir freqüência de vibração

O Tacômetro é utilizado para medir freqüência de vibração. A leitura é feita variando-se o comprimento da agulha até que ela entre em ressonância.



TACÔMETRO DE BOLSO

A freqüência é então lida numa escala no corpo da caneta, conforme indicado no desenho acima.

Vista mostrando o uso do tacômetro medindo a freqüência do vibrador

Vista de uma camada sendo vibrada por meio de vibradores pneumáticos

As pedras que segregam durante o lançamento devem ser jogadas onde se está vibrando e haja suficiente argamassa. O vibradorista deve pisar nestas pedras para forçá-las a penetrar na argamassa.

4.4.5. ACABAMENTO

4.4.5.1. Generalidades

A qualidade do acabamento em obras de concreto é em grande parte influenciada pela boa ou má qualidade da forma. Formas bem escoradas e vedadas, vibração bem dosada junto a elas, concreto com plasticidade correta e lançamento correto, fazem com que uma superfície, ao ser desformada, apresente-se com bom acabamento.

A qualidade do acabamento não é uma necessidade apenas estética. É técnica também.

Imagine-se que sobre uma superfície acabada vá correr uma lâmina d'água com grande velocidade. Qualquer rugosidade, qualquer saliência provocada pela mudança de painéis da forma, vai se comportar como um anteparo que receberá o impacto constante da água.

Gradativamente a água vai corroer (cavitar) o concreto neste local, aumentando mais ainda a rugosidade. Com o aumento da rugosidade, o ataque mecânico da água será ainda maior e finalmente a ruína da estrutura será inevitável.

Como o exemplo acima, em muitos casos o mau acabamento traz grandes transtornos. A superfície final rugosa, irregular, dificulta inclusive a percepção de falhas nas concretagens (bicheiras).

4.4.5.2. Superfícies

No acabamento de superfícies devemos analisar separadamente os casos de superfície final e de superfície intermediária (a qual receberá ainda uma ou mais camadas de concreto).

Superfície final

Tomando-se todos os cuidados normais em um lançamento, pouco restará para se obter a superfície pronta.

Antes que o concreto endureça totalmente (concreto verde), deve-se iniciar seu "alisamento" com uma régua apropriada. O uso de desempenadeiras é também comum. É contra-indicado o uso de cimento pulverizando a superfície. Este cimento formará uma película superior de concreto que, por ser rica em cimento, trincará com facilidade. O uso de água pulverizada para "facilitar" o acabamento deve ser evitado, pois provoca também o aparecimento de trincas na superfície devido ao aumento da porcentagem de água neste concreto.

A seqüência correta para acabamentos seria a seguinte:

a) — Terminado o lançamento de um trecho, acertá-lo com régua nivelada e desempená-lo rapidamente com desempenadeira comum;

b) — Assim que o concreto perder o brilho, desempená-lo novamente e com cuidado, com desempenadeira comum;

c) — Desejando-se uma superfície melhor acabada, alisar instantes depois com colher de pedreiro.

Superfície intermediária

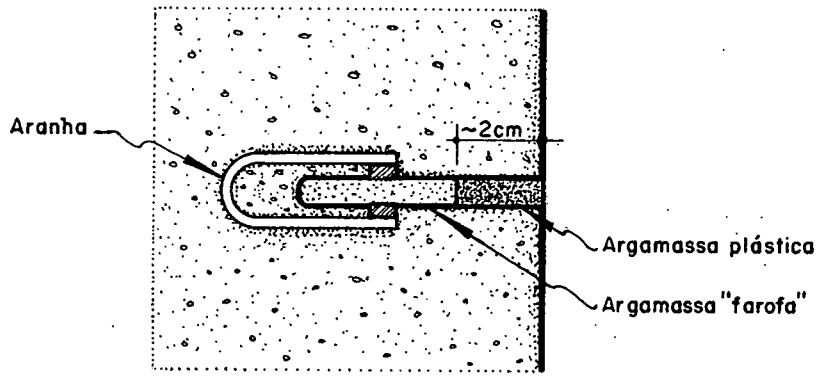
Deve-se procurar sempre obter uma superfície plana, regular e bem acabada. Veremos futuramente que o mau acabamento dificulta grandemente o corte para o preparo de juntas de concretagem.

4.4.5.3. Nota Final

Queremos lembrar aqui mais dois casos que merecem atenção:

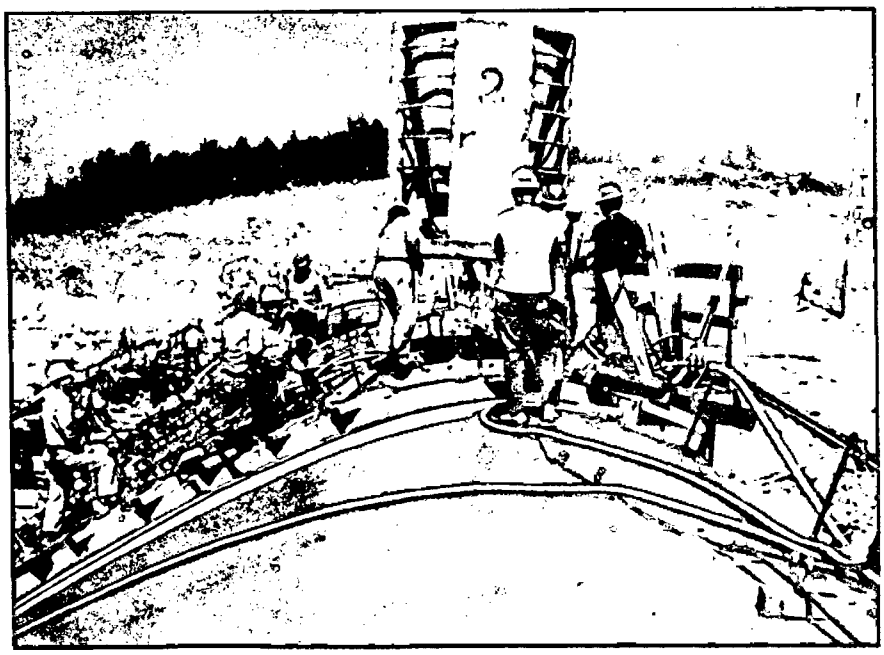
a) — Caso dos buracos de parafuso

A utilização de parafusos para a fixação das formas deixa, após a desforma, o buraco que dá acesso à porca chumbada no concreto. Estes furos devem ser limpos, soprados com ar, umedecidos e fechados com argamassa "farofa"(argamassa quase seca). Esta argamassa será socada no furo até quase a superfície, deixando os últimos dois centímetros para ser completados com argamassa mais plástica.

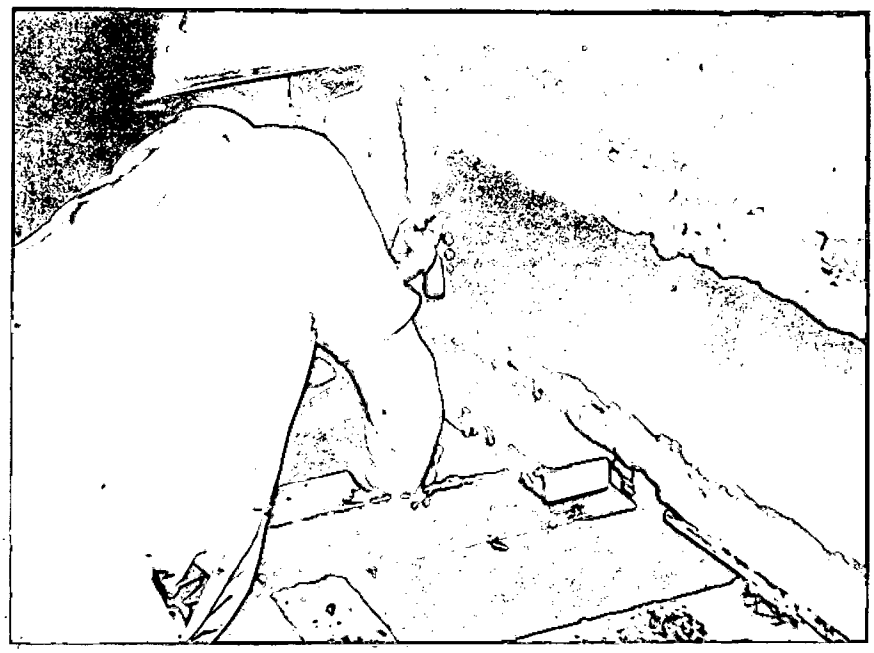


b) — Os defeitos constatados no concreto, após a desforma, devem ser imediatamente reparados. Veremos com detalhes estes reparos em capítulo à parte, mas convém lembrar que eles merecem o mesmo acabamento dado ao bloco ao qual pertencem.

Abrasão do concreto por cavitação causada por mau acabamento. Uma saliência deixada pelas formas provocou este dano



Exemplo de um bom acabamento de superfície



Os reparos merecem o mesmo acabamento dado ao bloco ao qual pertencem

4.4.6. CURA

4.4.6.1. Generalidades

É sabido que a propriedade que tem o cimento de endurecer somente se manifesta se houver água suficiente para sua hidratação.

Nos primeiros dias, o concreto solicita muita água para a hidratação do cimento e aos poucos vai diminuindo esta necessidade até chegar a zero, quando do término da hidratação.

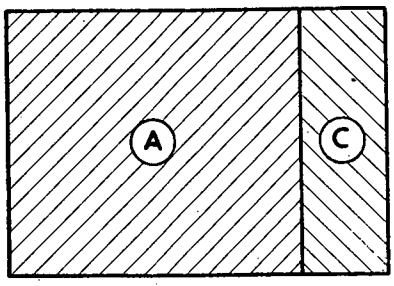
Quando um concreto é lançado, imediatamente inicia-se um processo de perda de água, quer pela evaporação, quer pela absorção das formas ou outras estruturas em contacto com o concreto novo.

Ora, a quantidade de água usada no amassamento do concreto é pouco maior que a necessária para a hidratação do cimento (se colocarmos somente a água necessária para a hidratação o concreto não terá trabalhabilidade). Assim, com a evaporação e diversas absorções, perdas de água durante o transporte, etc , em pouco tempo esta contínua perda de água vai tirar do concreto a água necessária para a hidratação do cimento. A parte do cimento que não recebeu água para se hidratar estará perdida e não endurecerá mais. O concreto assim obtido equivale a outro concreto feito com menos cimento e, portanto, terá menos resistência.

Vamos indicar graficamente as quantidades de cimento e agregado, ilustrando a observação da página anterior.

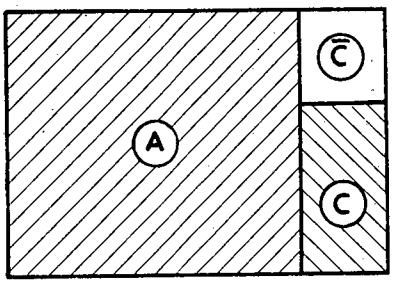
Ⓐ Agregado
Ⓒ Cimento
Ⓒ̄ Cimento não hidratado

1



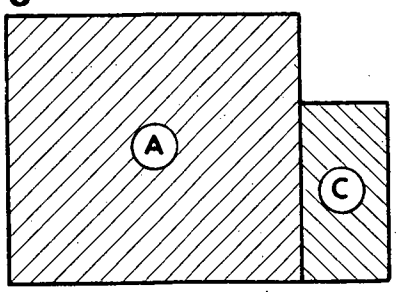
Água suficiente todo o cimento hidratou

2



Pouca água parte do cimento não se hidratou e, portanto, não atua no concreto

3



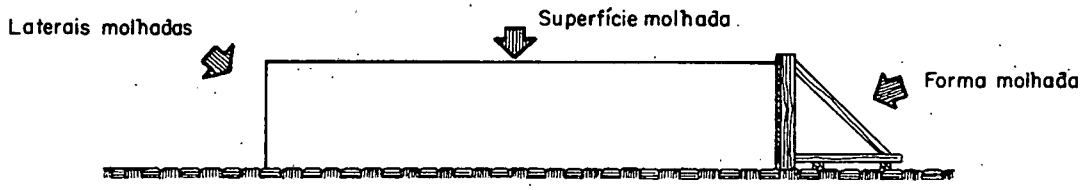
Na realidade, nosso concreto terá para a mesma quantidade de agregado (pedra e areia) muito menos cimento e, portanto, resistência menor

Resumindo:
Faltando água na hidratação do cimento, a resistência final do concreto será muito menor.
Outro grande problema causado pela falta de água de hidratação é a retração.
Durante a hidratação do cimento uma série de fenômenos físicos e químicos se processam dentro da massa do concreto. O cimento forma então partículas cristalizadas que aumentam de volume ao receberem água, ocupando todos os vazios. Se a água

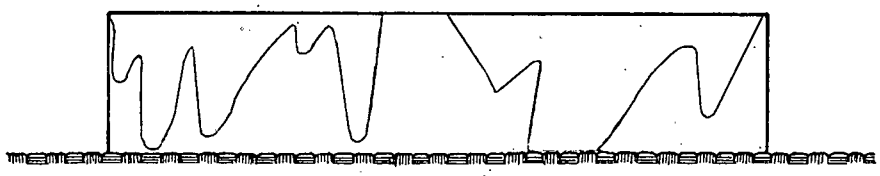
for pouca, este aumento de volume não ocorrerá e o concreto se retrairá (tenderá a diminuir de volume), provocando trincas. Estando a obra pronta, por estas trincas entrará água, gás carbônico, etc., que acabarão causando a ruína da estrutura.
Analisamos até agora os efeitos (e causas) da deficiência de água no processo de endurecimento do concreto. Vamos agora estudar como se procede para evitar todos estes problemas.
A solução para todos estes problemas se resume na cura adequada deste concreto.
Fornecendo-se água em abundância ao concreto que já iniciou sua pega (seu endurecimento), a evaporação será desta água e não a do concreto. Formas molhadas não absorvem água do concreto e a superfície molhada de um bloco impede a evaporação da água contida nos seus vazios.
Resumindo novamente teremos:
Água abundante de cura e adequadamente aplicada evita retração do concreto (evita trincas) e aumenta sua resistência final.

4.4.6.2. Tempo de cura

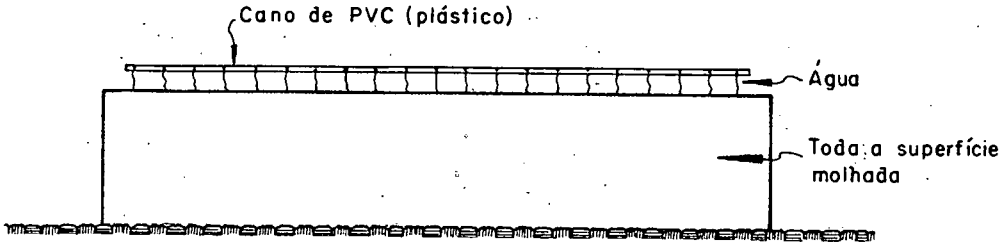
Terminado o lançamento de concreto em um bloco, pode-se verificar que nos locais onde o lançamento foi iniciado, a superfície já se apresenta seca e relativamente resistente. Isto não deve ocorrer. Antes que seque a superfície, devemos iniciar a cura quer por pulverização, quer por irrigação, mantendo a superfície toda molhada, pelo prazo mínimo de 14 dias (período em que há a maior solicitação de água por parte do concreto novo).
É importantíssimo que se dê atenção às partes laterais dos blocos - paramentos, juntas verticais de blocos, etc.
Nunca se deve permitir que elas fiquem secas.



A água de cura nas laterais não deve cobrir apenas parte da superfície como mostra o desenho abaixo:



Para evitar isto deve-se manter um homem irrigando esta superfície constantemente ou adotar-se tubulação de PVC (não convém usar canos de ferro) perfurado, como mostra o desenho:



4.4.6.3. Tipos de cura

Analisamos no item 4.4.6.2. o tipo mais comum de cura utilizado, mas existem várias outras maneiras de se promover a cura numa estrutura, como segue:

a) — Irrigação

Já analisado - é comum usar-se para superfícies horizontais os irrigadores rotativos (tipo usado para irrigação de jardins).

b) — Cobertura da superfície a ser curada com areia, sacos de papel ou pano

Cobre-se toda a superfície com areia, papel ou pano, molhando-se fartamente. De tempos em tempos é necessário molhar novamente e nunca se deve permitir que esta "cobertura" fique seca durante o tempo mínimo de cura.

c) — Pinturas especiais

Existem preparados especiais que, aplicados sobre a superfície recém-concretada, isolam-na do exterior, impedindo assim a evaporação da água do concreto. São usados somente em casos especiais.

4.4.6.4. Cura e reparos em pequenas estruturas

De um modo geral, as pequenas estruturas recebem um tratamento menos rigoroso por parte dos fiscais, no que se refere à cura.

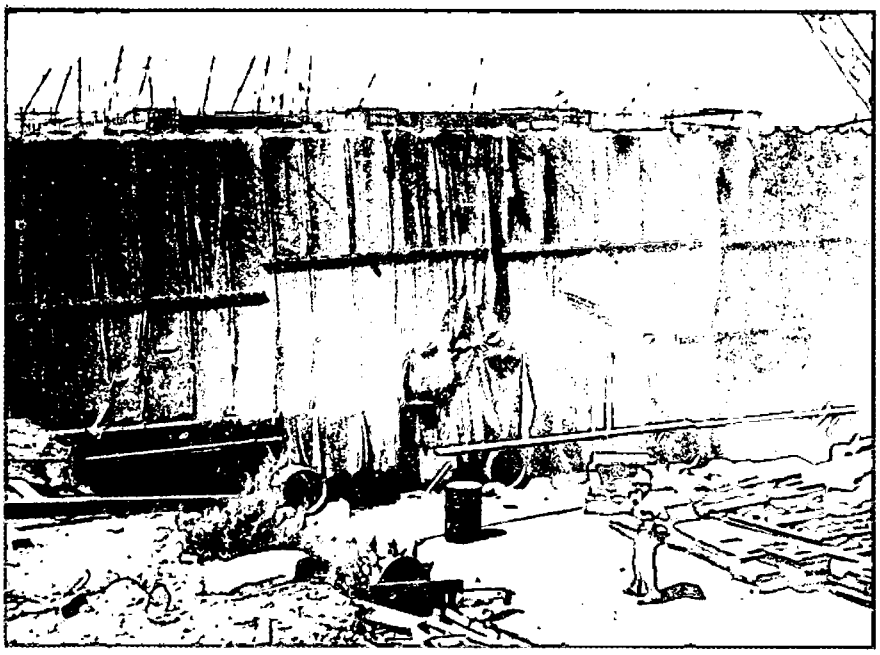
Isto é um erro e deve-se procurar evitar, pois a cura nestas estruturas merece a mesma atenção, senão mais que aquela dispensada aos grandes blocos.

Pilares e vigas de estruturas auxiliares em uma obra têm em geral uma superfície muito grande em contacto com o ar e sob os efeitos do calor perdem rapidamente a água.

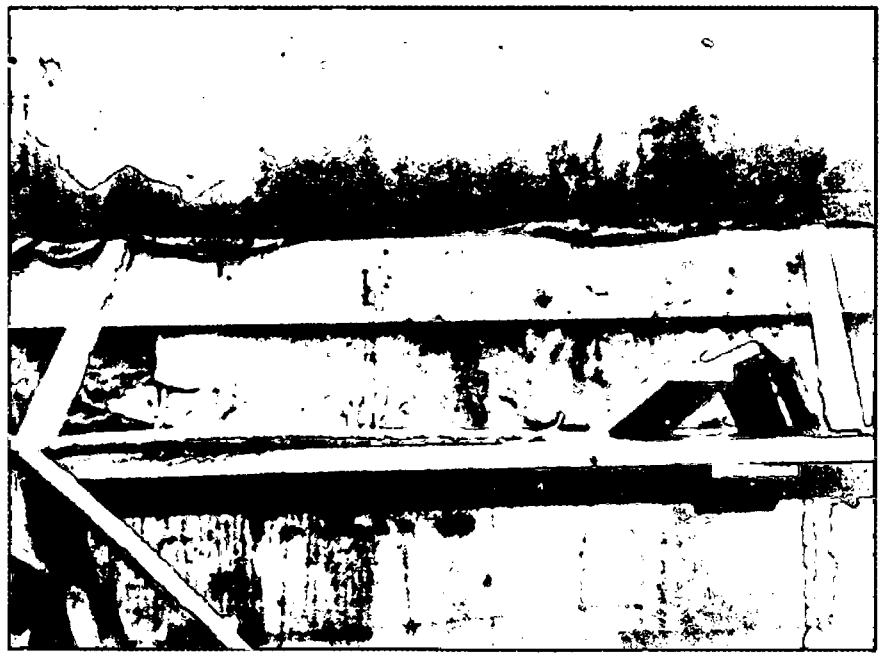
É necessário que se proceda à cura, intensa nos mesmos 14 dias.

Outro problema que deve ser levantado é o da cura nos reparos feitos nos locais onde houve imperfeições no lançamento do concreto.

O reparo é feito com concreto que apresentará os mesmos problemas, caso não seja curado e, portanto, deve receber o mesmo tratamento dado a qualquer estrutura de concreto.



Cura efetuada por meio de panos umedecidos



Cura de reparo

4.5. PREPARO DO BLOCO

4.5.1. CORTE

4.5.1.1. Generalidades

Ao se vibrar o concreto, durante um lançamento, nota-se claramente que há uma "subida" de argamassa, acompanhada de água e dos finos da areia.

Estes finos da areia misturados ao cimento formam uma película que recobre todo o concreto, película esta de pequena resistência à qual damos o nome de "NATA".

Estando seca a superfície de um bloco, ela é perfeitamente visível.

Passados alguns dias e concretando-se uma nova camada sobre aquela, entre as duas camadas ficará uma superfície (a nata) que, além de não ter resistência, é permeável, formando um caminho preferencial para a água.

Assim sendo, é imprescindível que esta nata seja retirada, dando-se a esta tarefa o nome de "Corte" da junta de concretagem.

É um erro considerar que quanto mais irregular, quanto mais rugosa uma junta de concretagem, melhor o resultado. Na realidade, uma junta de concretagem é tanto melhor quanto mais regular e plana for a superfície, pois assim melhor será o corte.

O corte desta nata deve ser tal que, após terminado, não reste mais nenhuma mancha de nata e, por outro lado, tenha sido cortada apenas a nata. Não devem ser removidas nem a argamassa nem as pedras do concreto.

O tempo decorrido entre a concretagem e o corte é função do tipo de corte, mas, em princípio, deve-se efetuar o corte na véspera da concretagem seguinte, evitando com isto que haja deposição de detritos sobre esta junta cortada.

4.5.1.2. Tipos de corte

a) — Picotamento

Usa-se o picotamento em estruturas de menor responsabilidade, em pilares, pequenos blocos auxiliares, etc , quando não se dispuser no local de condições para um corte de melhor qualidade. O corte é feito com o concreto já endurecido e na véspera da concretagem seguinte.

b) — Ar e água

O corte com ar e água (espingarda) é feito com o concreto verde (iniciando a pega) e deve ser feito com muito cuidado, pois a água de lavagem do concreto, parando sobre o bloco, deposita novamente a nata, com resistência ainda menor.

É necessário refazer várias vezes o corte até que a água fique limpa e a superfície do bloco sem nata.

Uma superfície bem acabada e plana facilita muito este tipo de corte.

Os resultados obtidos com este tipo de corte são razoáveis, porém a superfície ficando exposta cortada, durante os dias que precedem uma nova concretagem acaba por reter impurezas e sujeira de difícil remoção.

Corte com ar e água não se aplica a estruturas de grande responsabilidade.

c) — Jato de areia

O jato de areia usado para o corte-preparo de juntas de concretagem tem-se mostrado perfeitamente satisfatório para obras de grande responsabilidade.

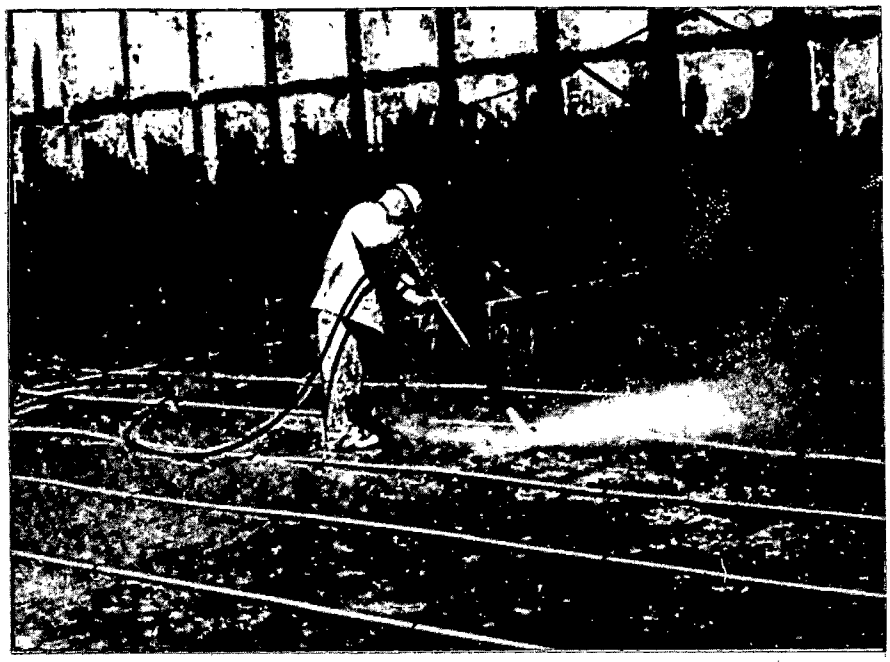
Deve ser aplicado de preferência sobre o concreto com idade entre 3 e 7 dias, no dia anterior (de preferência) à nova concretagem. Este corte feito com idade menor que 3 dias mostra-se ineficiente para os concretos pobres.
O cuidado principal a ser tomado com este tipo de preparo é no sentido de evitar um excesso de corte. O jato de areia, sendo por natureza muito abrasivo, com muita facilidade pode retirar argamassa e agregado graúdo, além da nata. Repetimos que somente a nata deve ser retirada.

d) — Bomba de alta pressão

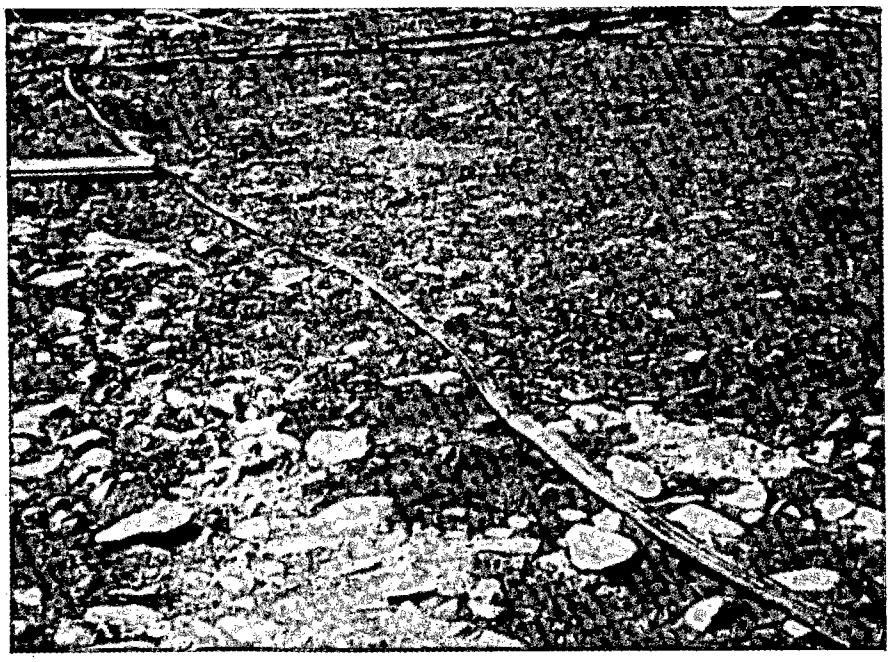
Ainda não está em uso entre nós, mas em breve passaremos a substituir o corte com jato de areia por este outro, mais econômico e de mesma eficácia. A aplicação deste método deve obedecer aos mesmos critérios usados no jato de areia e também observados os mesmos cuidados.
Trata-se simplesmente de uma bomba capaz de dirigir um jato de água sobre a superfície a ser cortada, com pressão suficiente para retirar a nata.
Deve trabalhar com água potável.
O corte com bomba de alta pressão apresenta a grande vantagem de não sujar o bloco (como acontece com os outros tipos de corte), preparando a junta de concretagem enquanto se promove a cura.
O problema da sujeira no bloco assume grandes proporções no jato de areia e no corte com ar e água. O corte com ar e água, por exemplo, efetuado sobre o concreto ainda verde, retira muito mais material que o necessário, produzindo uma superfície irregular e depositando em todo o bloco pedra, areia, nata, etc., material este que deverá ser removido para se processar a concretagem seguinte.

O acabamento é importante para facilitar a operação de corte

Nota-se na foto a preocupação com o acabamento entre os ferros, onde haverá novo lançamento e, portanto, deverá ser cortado antes.



Corte com água a alta pressão



Corte exagerado retirando o agregado e deixando a superfície muito irregular

Vista de uma superfície mal acabada dificultando ou quase impossibilitando a operação de corte

Superfícies mal acabadas farão com que a operação de corte seja muito dificultada ou impossível

4.5.2. LIMPEZA

4.5.2.1. Conceito

Podemos comparar uma concretagem com uma corrente de aço, onde todos os elos são solicitados com a mesma intensidade. Se um dos elos estiver defeituoso, a corrente se partirá.

Assim é uma concretagem. Se uma das tarefas que precedem uma concretagem ou que são executadas a seguir estiver mal feita, o resultado final será prejudicado.

Pelo exposto acima, concluímos que a limpeza deve sempre ser encarada com seriedade e entende-se por limpeza a retirada da superfície a ser concretada, das formas, da ferragem e de toda a impureza estranha ao concreto.

Areia, barro, serragem, óleo, não devem, em hipótese alguma, permanecer em um bloco após a liberação pela qualidade.

4.5.2.2. Conseqüências de uma limpeza mal feita

Detritos sobre uma superfície a ser concretada tendem a impedir que o novo concreto forme com o antigo uma estrutura monolítica.

Estes detritos facilitarão a percolação de água entre as duas camadas concretadas.

Óleo ou argila envolvendo a ferragem impedem o contato direto entre concreto e ferro, diminuindo a aderência ferro-concreto.

Problema causado pela falta de limpeza, causando o seccionamento do pilar

4.5.3. FORMA

4.5.3.1. Generalidades

Este curso não visa ensinar como se procede para fazer uma forma.

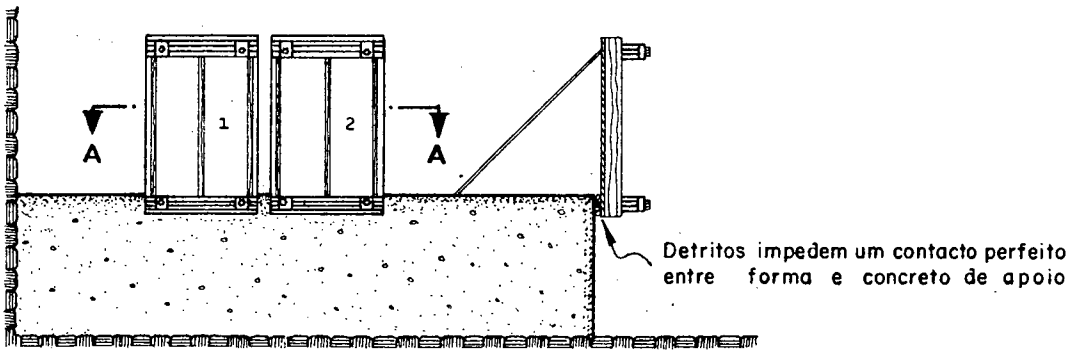
Sua finalidade é apenas alertar o Fiscal de Campo ou o Feitor, no caso de Empreiteira, dos pontos principais a serem observados no momento de se iniciar uma concretagem.

Existem vários tipos de forma normalmente utilizados, como o painel metálico, o painel de madeira comum ou madeirit e as

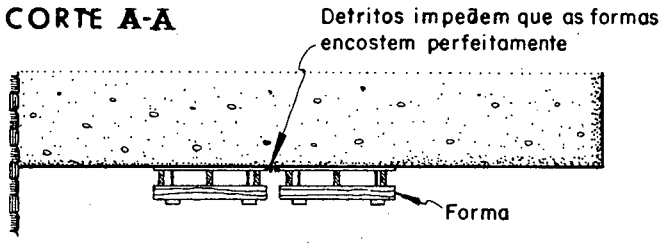
formas feitas diretamento no local, com pequeno reaproveitamento.
Para que se obtenha um bom reaproveitamento nas formas de madeira, é de importância capital o cuidado dispensado a elas por ocasião da desforma.
Um concreto bem desformado não deve provocar a quebra dasformas ou, pelo menos, quebrar pouco (nos casos de forma feita "in loco").
O uso indiscriminado de alavancas é o maior responsável pela destruição de formas novas.

4.5.3.2. Cuidados na concretagem

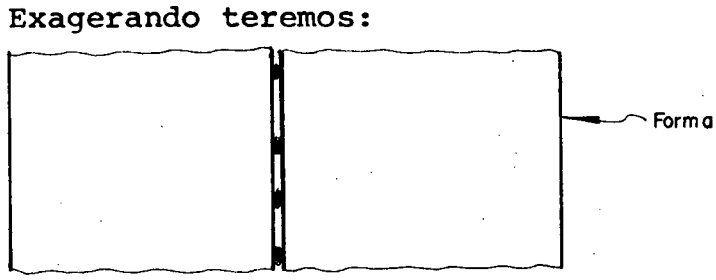
O alinhamento dos painéis e sua localização correta são verificados pela Topografia.
A equipe de lançamento não deve, portanto, se preocupar com estes problemas e sim com os possíveis defeitos de forma que possam provocar falhas na concretagem.
Tirantes não esticados podem provocar a abertura das formas. O uso de produtos especiais, aplicados como uma pintura nas formas, evita que o concreto se cole a elas, facilitando a desforma.
Merece um relevo especial o problema da vedação, da estanqueidade das formas.
A forma mal vedada permite a perda de argamassa pelas frestas,deixando o concreto poroso nestes locais. Este concreto tem baixa resistência e, além disto, dá má aparência ao conjunto. Este defeito pode ser corrigido facilmente com o uso de formas bem preparadas e bem colocadas.
Muitas vezes, a sujeira é a responsável pela má vedação das formas. É o caso, por exemplo, da abertura da forma em sua parte inferior, junto ao concreto de apoio.



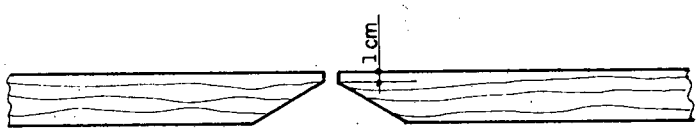
Uma limpeza adequada feita no pé da forma antes do aperto dos parafusos resolve o problema.
As frestas verticais (entre os painéis 1 e 2) são causadas por furação errada nos painéis ou, ainda, devidas à presença de detritos entre o contato dos painéis 1 e 2.



A área de contato entre as formas é muito grande e, portanto é muito comum que alguns pontos da forma se toquem enquanto o restante fica aberto.
Exagerando teremos:



Para melhorar isto, podemos chanfrar os cantos da forma, diminuindo a área de contato:



Para terminar, queremos lembrar que, seja qual for o tipo de forma utilizado, ela deve ser estanque e, não o sendo, antes de uma concretagem o defeito deve ser reparado. Este reparo pode ser feito com uso de tiras de chapa recobrindo a fresta, com pequenas tiras de madeira cravadas na fresta ou mesmo papel socado.

4.5.4. FERRAGEM

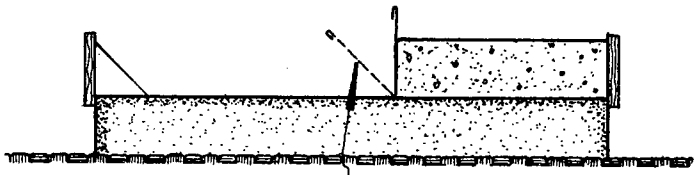
4.5.4.1. Generalidades

Cabe também à Topografia verificar e liberar a armadura de um bloco, baseando-se no projeto que deve ser seguido.
Assim, a preocupação da equipe de lançamento deve dirigir-se às implicações que podem existir entre ferro, forma e concreto.
Veremos isto no item seguinte.

4.5.4.2. *Cuidados na concretagem*

A ferragem que entra em um bloco foi calculada para trabalhar em determinada posição. Caso esta posição seja mudada, a estrutura irá trabalhar de maneira diferente daquela projetada. Fica claro, portanto, que precauções devem ser tomadas no sentido de impedir que a ferragem se movimente durante a concretagem. A ferragem deve ser a mais rígida possível e esta rigidez pode ser conseguida com auxílio de barras soldadas, fixação em chumbadores deixados no concreto anterior, fixação na própria forma, etc.

Contribui para o deslocamento de uma armadura o lançamento inadequado do concreto. O acúmulo de concreto de um lado só de uma armadura em forma de cortina ilustra a observação.



Acúmulo de concreto de um lado só de uma armadura poderá desloca-la.

No cálculo estrutural, considera-se que determinada armadura trabalha junto com o concreto, porque o concreto adere nela. Para que no campo se reproduzam as condições de projeto, deve-se fazer com que o concreto realmente entre em contato íntimo com o ferro, bastando para isto que a vibração junto à ferragem seja eficiente e que a ferragem esteja limpa, isenta de óleo ou argila.

Apesar de já ter sido comentado no capítulo "limpeza", lembramos novamente que entre a ferragem e a forma não devem ficar impurezas de qualquer espécie. Uma limpeza deficiente neste local pode provocar a corrosão da armadura (ferrugem) em tempo muito pequeno.

4.6. PROBLEMAS COMUNS NUMA CONCRETAGEM

4.6.1. CHUVA

4.6.1.1. *Conseqüências*

Evidentemente, não se pode evitar a eventual ocorrência de chuvas durante uma concretagem e, portanto, é necessário estarmos preparados para evitar as consequências acarretadas por elas.

As poças de água formadas pela chuva, ao receberem sobre si o concreto em lançamento, ficam "presas" por ele.

Ao se proceder à vibração a água se mistura ao concreto, aumentando a porcentagem de água nele contida. Ora, é sabido que a maior quantidade de água no concreto traz diversas conseqüências desagradáveis, tais como: a perda de resistência final e a excessiva plasticidade (fica muito mole). Com o concreto muito mole, torna-se difícil cumprir os planos de concretagem previamente elaborados, pois as camadas se tornarão mais extensas e mais baixas.

Outra conseqüência da concretagem sob chuva é a "lavagem" do

cimento e da areia, nos trechos onde o concreto ainda não foi vibrado. Verdadeiros rios em miniatura correrão pelas fendas do concreto sem vibração, levando consigo os finos do concreto, enfraquecendo-o e sujando o bloco.

4.6.1.2. Soluções

Quando a chuva é apenas um "chuvisco", nada de mal pode ocorrer ao concreto em lançamento.

Aumentando a intensidade, começam a surgir os problemas acima analisados.

Se a água forma poças, deve-se soprá-las com ar comprimido, no momento do lançamento. Sempre que formos avançar uma cabeça de concretagem, devemos retirar ao máximo a água destas poças.

Se a água corre como rios pelas fendas das cabeças de concretagem, vamos eliminar as fendas, vibrando as cabeças. Assim, a água passará a correr por cima e não dentro do concreto, carregando apenas a camada superficial de finos.

É comum, entretanto, um incremento na intensidade da chuva, chegando a verdadeiras tempestades. Nestes casos é conveniente parar o lançamento, tomando para tanto as precauções necessárias indicadas no capítulo sobre "junta-fria" (pois estaremos provocando uma).

Terminando, gostaríamos de salientar que, quando se pode atrasar um lançamento por algumas horas, evitando-se com isto o lançamento sob chuva, deve-se fazê-lo.

O uso de coberturas com lonas durante uma chuva é recomendável, mas nem sempre exeqüível devido às dimensões ou forma do bloco em questão.

4.6.2. JUNTA FRIA

4.6.2.1. Generalidades

Ao se programar a concretagem de um bloco, divide-se este bloco em diversas camadas de altura predeterminada. Esta divisão é feita em função de problemas, como tipo de equipamento disponível, produção horária de concreto, efeito do calor de hidratação do cimento, etc.

Assim sendo, são previstas inúmeras juntas de concretagem, quer entre blocos, quer entre camadas horizontais.

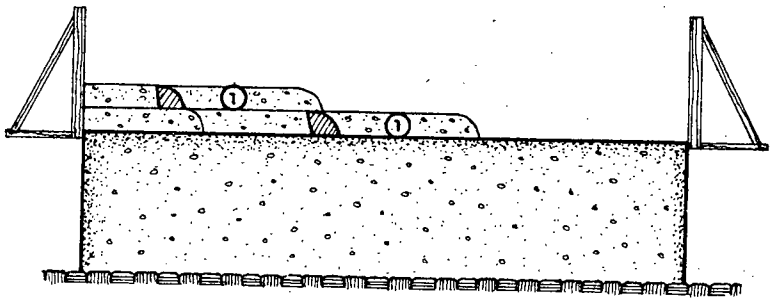
Uma obra de grande porte aproxima-se do ideal, no que se refere ao lançamento de concreto, quanto menor for o número de juntas de concretagem obtidas. Ora, se o programa de concretagem dela prevê um determinado número de juntas (que se tornam superfícies de menor resistência), deve-se fazer o possível para não aumentá-lo.

Ocorre, porém, que, freqüentemente, na concretagem de uma camada falta energia e a Central de Concreto pára de funcionar, ou quebra uma carreta de transporte de concreto ou, ainda, uma chuva torrencial impede o prosseguimento da concretagem. Surge assim mais uma junta de concretagem.

Um atraso prolongado no lançamento dá tempo ao concreto já lançado iniciar sua pega, não aceitando mais vibração. A esta junta formada dá-se o nome de JUNTA-FRIA.

A junta-fria, como foi dito, é resultado da interrupção de um lançamento de concreto, sendo esta interrupção de tal grandeza que o concreto lançado não aceita mais vibração, ficando poroso em suas cabeças. Se continuarmos o lançamento após sanada a

causa da interrupção, teremos conseqüências sérias e bem definidas na estrutura.



Cabeça de concretagem sem vibração (junta fria).

(1) Concreto novo, lançado sobre a junta fria.

Se procedermos como mostra o desenho acima, entre os concretos novo e velho, haverá um trecho que não foi vibrado.
Este trecho não vibrado e, portanto, poroso, sem resistência e extremamente permeável, isola as duas partes do bloco, fazendo com que este não trabalhe como uma peça única.
Assim, para se lançar uma nova carnada sobre uma junta-fria, é obrigatório que se respeite uma série de normas abaixo analisadas.

4.6.2.2. Soluções

Antes de analisar as soluções, devemos lembrar que estas soluções são paliativas ou, dizendo de outra maneira, resolvem o problema parcialmente, visto que mais uma junta de concretagem está sendo introduzida na estrutura.
As juntas são sempre prejudiciais e deve-se procurar sempre evitá-las.
Para os casos inevitáveis, seguem abaixo as normas a seguir:

a) — Prevê-se que em menos de 8 (oito) horas vamos reiniciar o lançamento.
Como foi mostrado acima, o ponto fraco na junta-fria é a cabeça de lançamento que fica sem vibração. Assim sendo, logo que qualquer problema surge, mesmo que não se tenha certeza de que vamos ter uma junta-fria, devemos vibrar as cabeças de lançamento, abatendo-as, a fim de que todo o concreto já lançado fique vibrado.
Isto é fundamental, pois, se esperarmos apresentar-se a junta-fria, não poderemos mais vibrar a cabeça.
Limpa-se o bloco ainda não lançado e aguarda-se o novo lançamento.
Ao se iniciar o lançamento novamente, lançamos o concreto novo sobre as cabeças vibradas sem maior preocupação.

b) — Prevê-se que o reinício do lançamento será entre 8 (oito) e 15 (quinze) horas.
A vibração das cabeças é também imprescindível e deve ser efetuada ao primeiro sinal de parada de concretagem, enquanto o concreto ainda aceita vibração.

Em seguida deve-se preparar as cabeças e a superfície que ainda vai receber concreto, "cortando-as" com jato de ar e água (corte com concreto "verde"). Deve-se retirar os trechos de concreto que porventura ficaram mal vibrados.
Limpar o bloco (corte com ar e água suja o bloco com areia, nata e pedras) e aguardar o novo concreto que deverá ser lançado diretamente sobre esta superfície.

c) — Prevê-se o reinício para após 15 (quinze) horas.
Novamente, o primeiro trabalho a fazer é vibrar as cabeças. Em seguida promover a cura normal do bloco e fazer corte com jato de areia (ou bomba de alta pressão) nos prazos normais usados para este tipo de corte.

Resumindo, teremos:

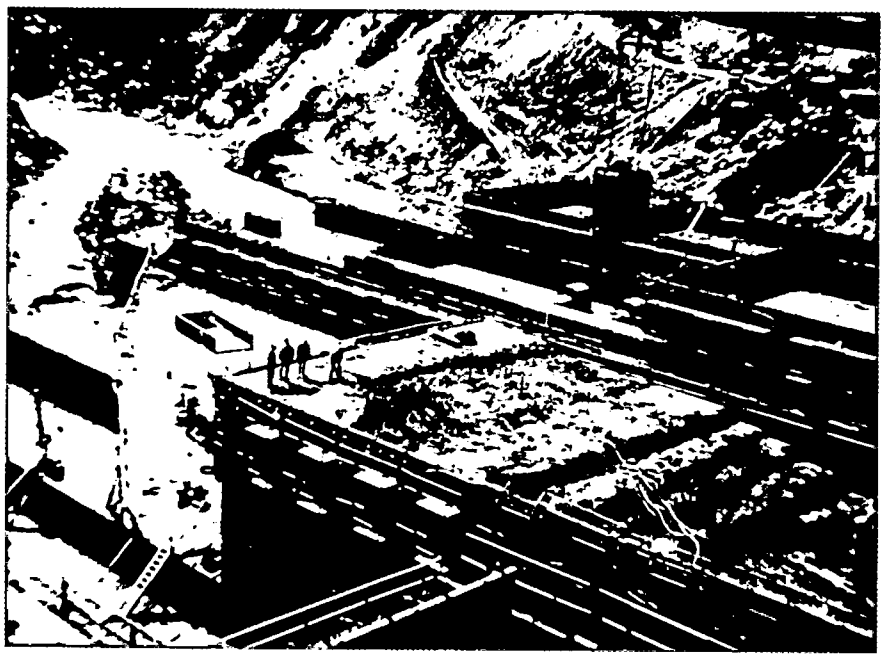
Concreto antes de 8 horas:
- *Vibrar cabeças ao primeiro sinal de parada*
- *Retirar trechos sem vibração*
- *Limpar o bloco*
- *Lançar novo concreto*

Concreto entre 8 e 15 horas:
- *Vibrar cabeças ao primeiro sinal de parada*
- *"Cortar" com ar e água*
- *Retirar trechos sem vibração*
- *Limpar o bloco*
- *Lançar novo concreto.*

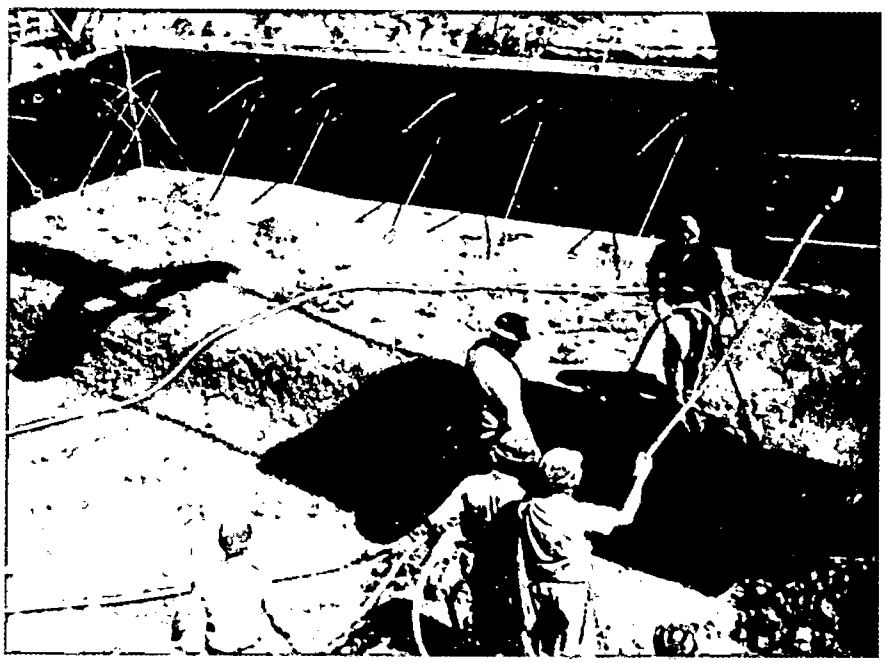
Concreto após 15 horas:
- *Vibrar cabeças ao primeiro sinal de parada*
- *Iniciar cura*
- *Jato de areia (ou bomba de alta pressão) nos prazos normais*
- *Novo lançamento de concreto*

4.6.2.3. Nota Final

Lembramos mais uma vez que, apesar de ter solução, ela não é perfeita e, portanto, devemos fazer sempre o possível para evitar juntas-frias.
Os critérios de prazos acima estabelecidos foram obtidos a partir de estudos do comportamento das reações químicas do cimento em processo de hidratação. Estes prazos, portanto, não são empíricos, mas com o correr do tempo e com o aumento de nossa experiência poderão sofrer alteração.



Um lançamento bem planejado ajuda a evitar juntas-frias



A junta-fria pode ser causada por um planejamento falho no espaçamento das cabeças de concretagem

4.7. INFLUÊNCIA DA ÁGUA NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

A relação água-cimento (A/C) dá a quantidade de água em peso utilizada por quilo de cimento na dosagem do concreto. A água vai servir para a hidratação do cimento e o excesso para dar trabalhabilidade ao concreto.

A água de hidratação é mais ou menos fixa e a parte que vai garantir a trabalhabilidade vai depender do grau de trabalhabilidade que se quer obter.

Depende também do tipo de agregado, do tamanho do agregado, da granulometria e da quantidade. No entanto, a resistência à compressão do concreto diminui conforme se aumenta a água de dosagem, isto porque a água em excesso, ao secar, vai deixar vazios que enfraquecerão o concreto.

Além disso, durante a vibração, a água vai subir à superfície (água de exsudação) carregando partículas de cimento que irão formar a nata.

A nata de cimento é uma película de baixa resistência e pouca aderência que vai originar uma superfície mais fraca dentro da estrutura.

Na dosagem do concreto deve-se usar a menor relação água-cimento possível, compatível com a trabalhabilidade que se necessita.

Além disso, deve-se assegurar que o local de concretagem não contenha água, evitando a formação de poças d'água pela drenagem das fontes e secando completamente as poças existentes para evitar que o concreto que está sendo lançado se misture com essa água.

A superfície a ser concretada deve estar somente umedecida (condição de superfície saturada seca) para evitar que absorva a água do concreto lançado.

A relação água-cimento influi também na permeabilidade.

Como a água ao secar vai deixar vazios, o concreto fica mais poroso e, portanto, mais permeável.

Portanto, quanto mais água houver no concreto, mais permeável ele será.

A quantidade de água vai influir também na variação de volume do concreto durante a secagem. Se a contração for muito grande, o concreto poderá trincar.

Se for usada menos água no amassamento, a variação será menor, diminuindo o risco de trincar.

Enquanto o concreto não endurece, ele consegue variar o volume sem trincar, porém, quando o concreto endurece, se ele sofrer uma contração, as tensões de tração que surgirão vão ocasionar as trincas.

Portanto, depois do concreto endurecido, deve-se evitar que ele sofra contração por secagem, o que é conseguido mantendo-se o concreto molhado.

A água de cura protege o concreto da secagem, garantindo a hidratação do cimento e evitando a contração.

É evidente que a cura não é feita permanentemente, mas ocorre que após alguns dias o concreto já se hidratou quase completamente e já adquiriu alguma resistência, possibilitando a suspensão da aplicação de água de cura. Quanto mais longo o período de cura, melhor será a qualidade do concreto.

Concluindo, no concreto fresco deve-se usar o mínimo de água e no concreto endurecido deve-se usar bastante água pelo período mais prolongado possível.

4.8. INFLUÊNCIA DA VIBRAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

A vibração do concreto é um dos fatores de maior importância para a qualidade da estrutura.

No item 4.4.4 (Adensamento) já foi explicado sucintamente as vantagens do concreto vibrado e os princípios gerais da vibração.

Dentro do objetivo deste curso, não há necessidade de um estudo mais aprofundado e pormenorizado da vibração.

O intuito deste item, dedicado exclusivamente à vibração, é chamar a atenção para sua importância e procurar, desta forma, que maiores cuidados sejam tomados para se obter um bom resultado.

Em uma estrutura de concreto procura-se conseguir resistência, durabilidade e economia.
A vibração melhora esses três fatores:

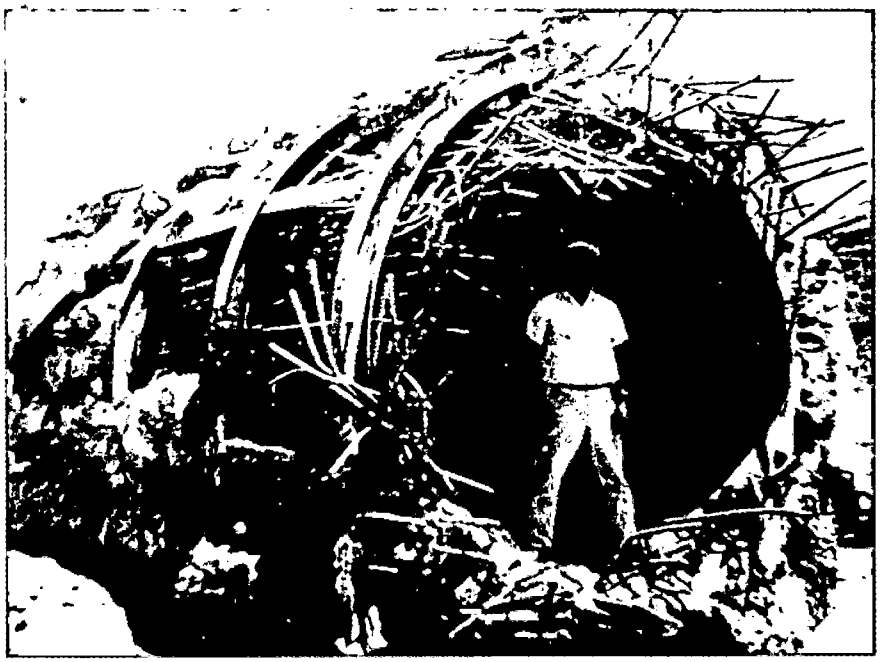
a) — Resistência
Pela homogeneização e compactação do concreto, além da melhor aderência à armadura.

b) — Durabilidade
O concreto torna-se mais impermeável e com isso a durabilidade é aumentada.

c) — Economia
Redução no consumo de cimento devido à melhor trabalhabilidade.
Ora, uma operação que está ligada a todos os fatores que se procura no concreto, como é o caso da vibração, merece toda a atenção possível.
A vibração mal feita reduz essas qualidades e pode também pôr a perder todo o trabalho e o material de uma concretagem.
O pessoal ligado à vibração do concreto deve ter consciência da importância de seu trabalho e empenhar-se para conseguir o melhor resultado.

4.9. TEMPO DE PEGA DO CONCRETO

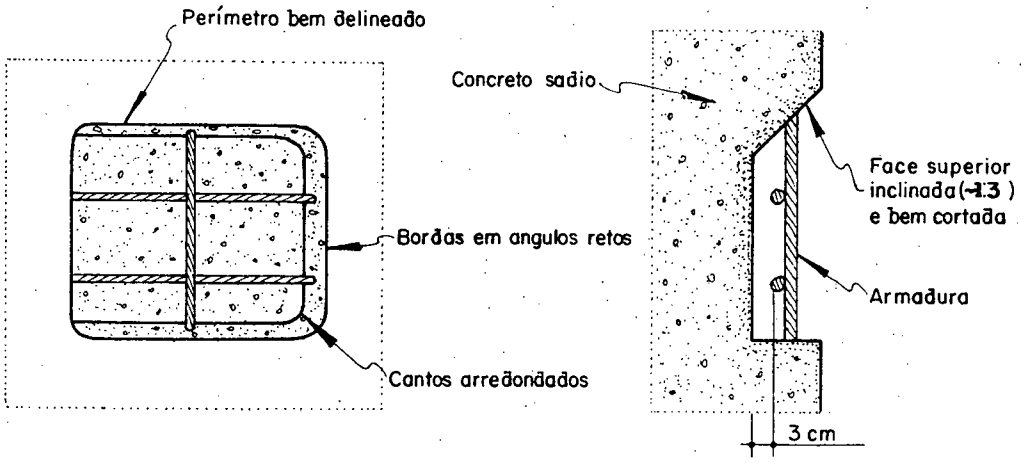
Pode-se dizer que o concreto iniciou a pega, quando não aceita mais vibração.
O tempo de pega depende do cimento usado e da temperatura. Quanto mais elevada a temperatura, mais cedo o concreto inicia a pega.
Quando se necessita de um tempo maior entre o amassamento e o lançamento, usa-se aditivos retardadores de pega.
O concreto que já iniciou a pega não pode mais ser lançado, porque não poderá mais ser vibrado e nem dará aderência com o outro concreto.
Se fosse lançado, ocasionaria um bloco solto dentro da camada (sem aderência) e com resistência baixíssima devido ao grande número de vazios decorrentes de não vibração.
Fica muito mais econômico lançá-lo fora do que tentar aproveitá-lo.



Concreto lançado após ter iniciado a pega

4.10. REPAROS

Antes de se fazer um reparo em uma estrutura, deve-se determinar a causa do dano ou da imperfeição.
A causa pode ser resultado de um projeto mal feito, de ação mecânica abrasiva, de ações químicas inerentes ao concreto, exposição em meios desfavoráveis ou resultado de um trabalho defeituoso.
A causa deve então ser corrigida, sem o que o reparo perde o efeito.
Pode-se dizer que o que provoca a maior porcentagem de reparos é o trabalho defeituoso. As outras causas são mais raras e necessitam de tratamento especial.
Dentro do objetivo deste curso, vamos analisar apenas as imperfeições devidas ao trabalho mal feito.
Todas as fases de uma concretagem, desde a dosagem e o amassamento, até o acabamento e a cura, se não forem bem executadas, provocarão imperfeições ou defeitos no concreto que terão que ser reparados.
Por exemplo, uma forma mal construída deixando passar a nata, vibração incompleta, lançamento mal feito, etc. irão ocasionar "bicheiras" e haverá então o trabalho adicional de reparar, que poderia ser evitado se o trabalho fosse executado com mais cuidado e atenção.
Já foi visto anteriormente um exemplo em que o mau acabamento provocou a cavitação que detruiu grande parte do bloco e, portanto, teve que ser reparado.
Um trabalho correto não necessitará de reparo.
Para a execução do reparo, é essencial estabelecer a extensão da área a ser reparada.
A seguir, todo o concreto defeituoso deve ser removido.
Um dos erros mais comuns em reparos é a relutância em remover todo o concreto imperfeito.
O concreto imperfeito deve ser removido até que não haja mais dúvidas de que o concreto remanescente seja satisfatório.
O reparo deve ser iniciado logo após a retirada das formas, quando é mais fácil remover o concreto defeituoso.
O corte deve ser feito de maneira a proporcionar um perímetro bem definido. Este procedimento facilita o trabalho e dará melhor aparência ao reparo.
O corte precisa ser aprofundado até encontrar o concreto perfeito. Um adicional desbastamento pode ser necessário para obter uma profundidade satisfatória (usualmente 15 cm ou mais) e modelar convenientemente a cavidade.
No caso do corte alcançar a armadura, deve ser continuado para atingir pelo menos 3cm atrás da mesma.
Numa superfície vertical, a cavidade deve ser modelada conforme o esquema abaixo:



Após o corte a cavidade deve ser limpa com jato de ar e água ou equivalente.
No momento do reparo a superfície deve estar seca e é então aplicado um revestimento de argamassa de cerca de 3 mm de espessura com relação água-cimento igual a do concreto a ser usado.
Pode ser usada uma resina "epoxi", substituindo a argamassa.
A seguir, o concreto é colocado em camadas de aproximadamente 30 cm e vibrado completamente.
Para permitir o lançamento em camadas e a vibração de cada camada, a forma deve ser feita tal que permita uma colocação progressiva.
O concreto do reparo deve ser semelhante ao concreto antigo em relação água-cimento e diâmetro máximo do agregado. A temperatura também não pode ser muito diferente, pois prejudica a aderência devido à contração e dilatação que ela provoca.
O acabamento do reparo deve ser dado, tal que ele fique com a mesma aparência do concreto antigo.
Em trabalhos arquitetônicos onde a aparência é um fator de importância, pode ser usada uma mistura com cimento branco em proporção adequada para obter uma cor semelhante ao concreto original.
Finalmente, deve ser efetuada a cura do reparo.
Para concretos novos, a cura do reparo deve ser feita junto com o resto do bloco.
Para concretos antigos, a cura deve ser feita durante cerca de 14 dias com o auxílio de tubos de plástico perfurados, panos molhados, etc.

4.11. MATA-JUNTAS

4.11.1. GENERALIDADES

Imaginemos dois blocos adjacentes, concretados separadamente. Tendo sido terminada a concretagem do primeiro bloco e desformado, ao se concretar o 2.º bloco, o novo concreto fica em contato com o velho, não havendo qualquer separação entre eles.
Iniciando-se a pega do novo concreto, aos poucos ele tenderá a retrair, aparecendo entre os blocos uma trinca que praticamente irá separá-los, formando uma junta.
Para que não haja passagem de água por esta junta ou para impedir que a nata eventualmente injetada não passe para outros blocos, costumamos interromper esta passagem com um material qualquer, flexível e durável, denominado "mata-juntas".

FIG. 1

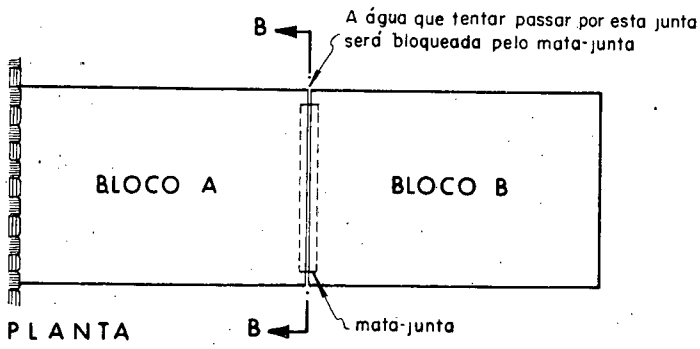
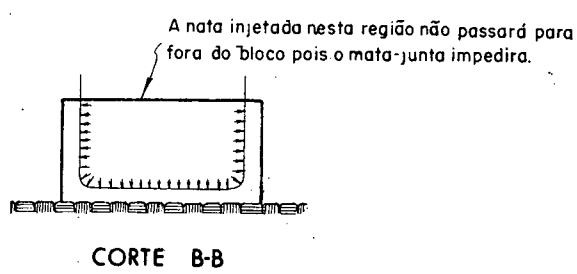
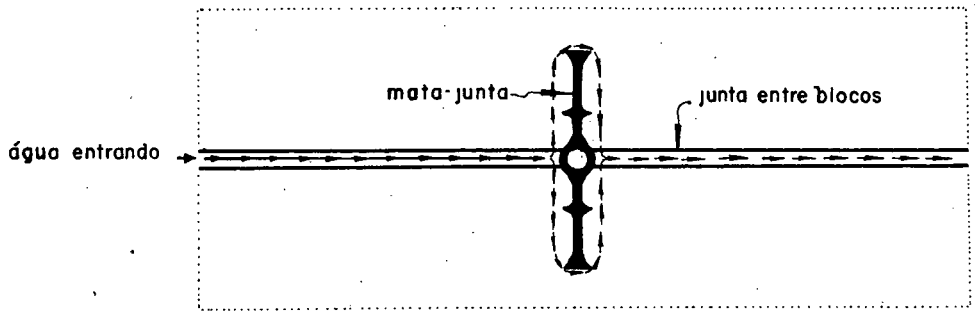


FIG. 2



Encontramos nas obras de concreto vários tipos de mata-juntas, desde o metálico (folhas de cobre em geral) até o de PVC (plástico), usado freqüentemente entre nós (mata-juntas FUGENBAND) em diversas medidas.



→→→→→ *Percurso feito pela água ao entrar na junta ou da nata ao tentar sair dela.*

→→→→→ *Percurso que teria que fazer a água (a nata) para entrar (sair) no bloco. Sendo grande este percurso, o líquido não consegue passar, tornando estanque aquele trecho do bloco.*

4.11.2. INSTALAÇÃO

Visto que a finalidade do mata-juntas é vedar a passagem da água, é claro que devemos tomar cuidados especiais na sua instalação.

O mata-juntas não pode ser rasgado nem furado, pois a água passsaria por estes locais.

Para evitar que ele dobre e fique paralelo à junta, costumamos usar uma pequena armadura de escoramento. É muito freqüente a necessidade de se emendar juntas Fugenband.

Para tal serviço devem ser usadas máquinas adequadas para proporcionar uma solda de topo eficiente.

Atualmente tem-se lançado mão de maçaricos e pinos que, avermelhados ao fogo, soldam por fusão as partes dos mata-juntas.

Basicamente, as máquinas de solda trabalham da mesma maneira, porém com muito mais uniformidade.

Uma solda mal feita torna-se porosa e permite a passagem de água, o que vem inutilizar todo o conjunto.

Ainda com relação à instalação, devemos lembrar que o eixo do mata-juntas deve coincidir com o plano vertical que separa os blocos, conforme mostra a figura n.º 3.

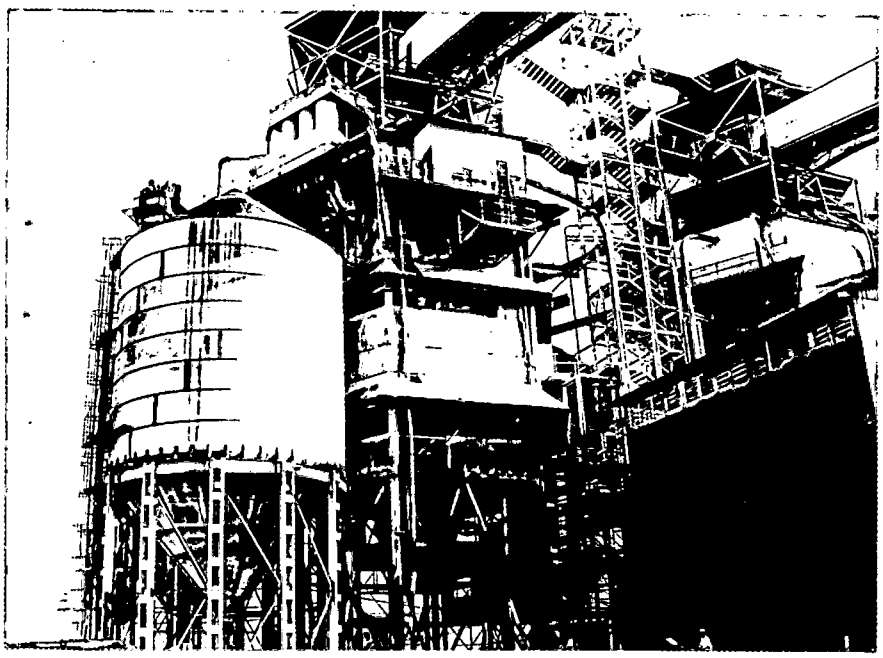
4.11.3. CONCRETAGEM

É importante observar que durante a concretagem, a falta de cuidado pode inutilizar os esforços dedicados à instalação. Não se deve aplicar grandes vibradores diretamente sobre o mata-juntas, para evitar que ele se dobre ou saia do lugar.

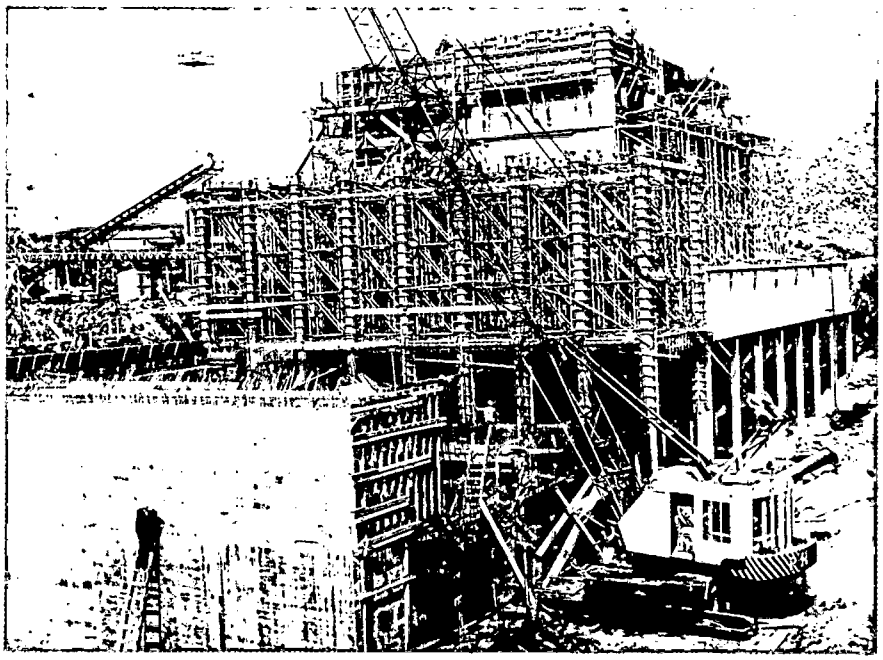
Deve-se ainda procurar obter um enchimento perfeito em torno do mata-juntas.

O lançamento inadequado pode provocar "bicheiras" em contato com os mata-juntas e isto deve ser evitado a todo custo.

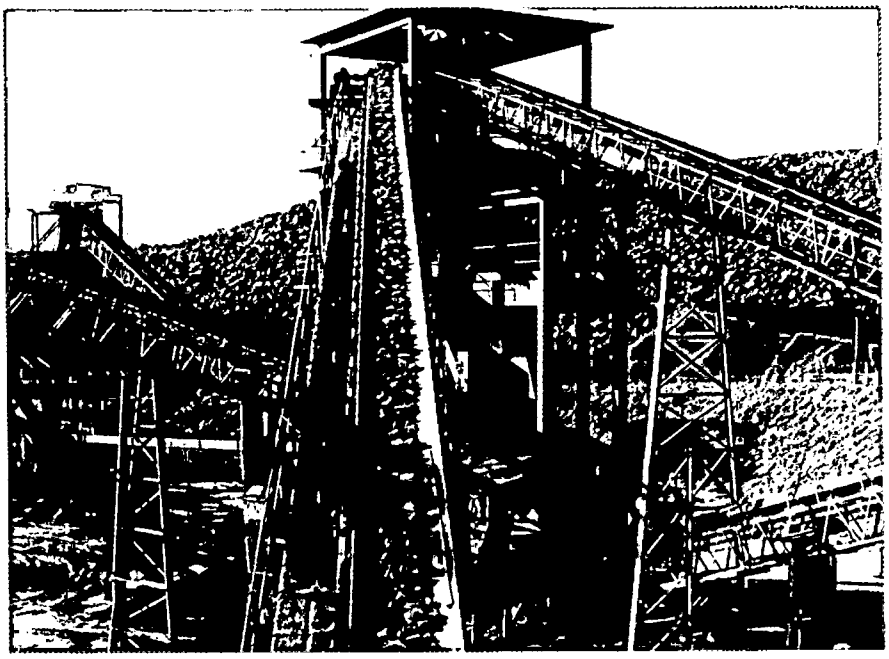
ALGUNS ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DA OBRA



Vista parcial do conjunto de duas centrais de concreto Johnson e Silos

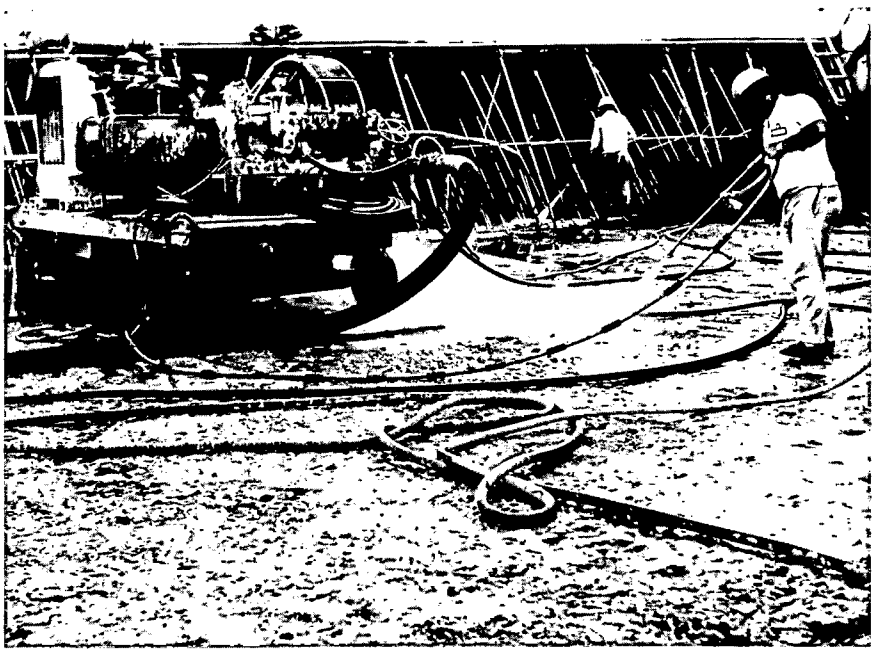


Vista da central de refrigeração em sua fase de construção

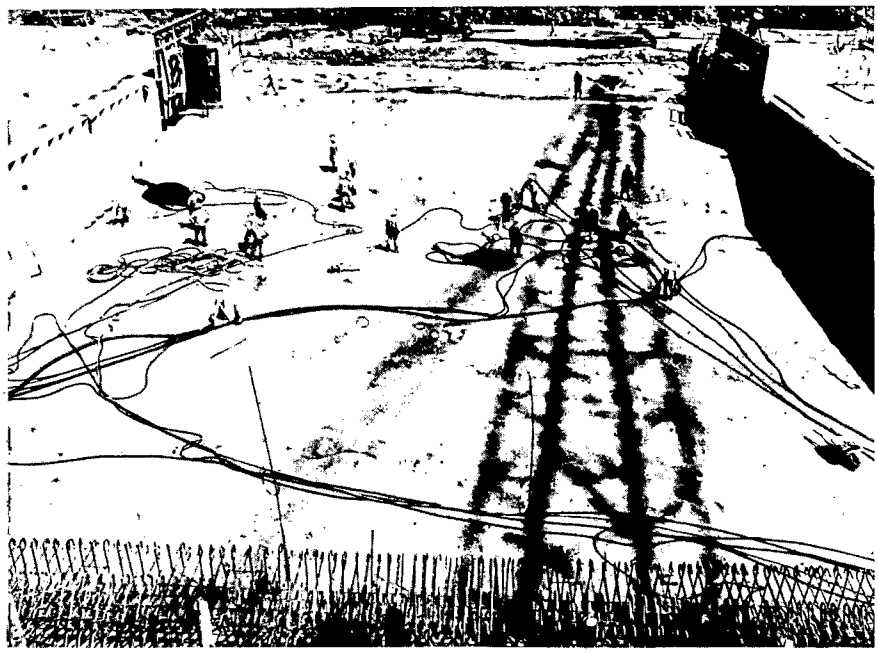


Vista parcial do sistema de britagem empregado no canteiro de Ilha Solteira

Vista aérea parcial do canteiro, vendo-se as duas centrais de concreto e todo o sistema para beneficiamento de materiais empregados nesta obra



Vista da limpeza de um bloco com bomba de alta pressão

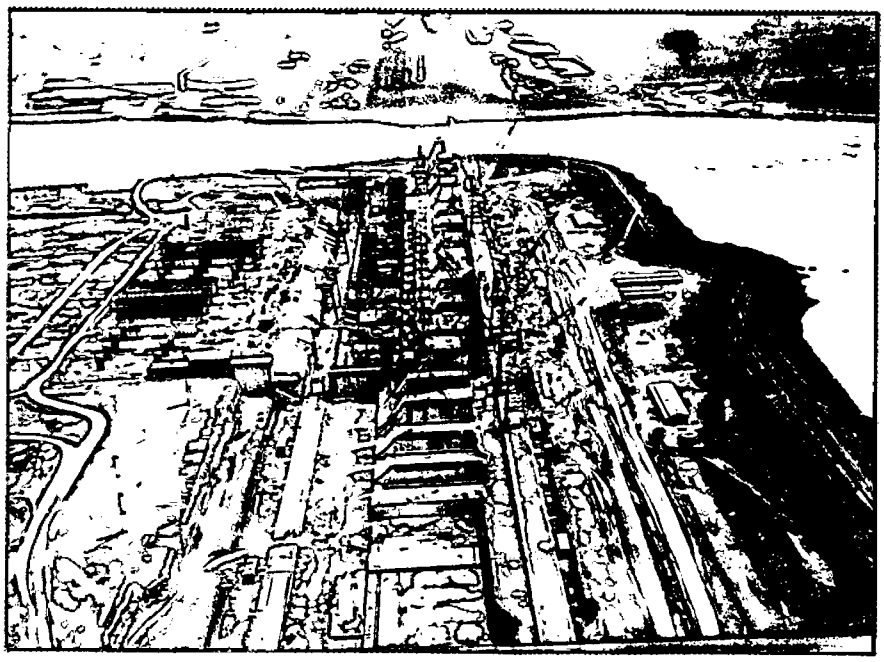


Vista de um bloco preparado e liberado para lançamento de concreto

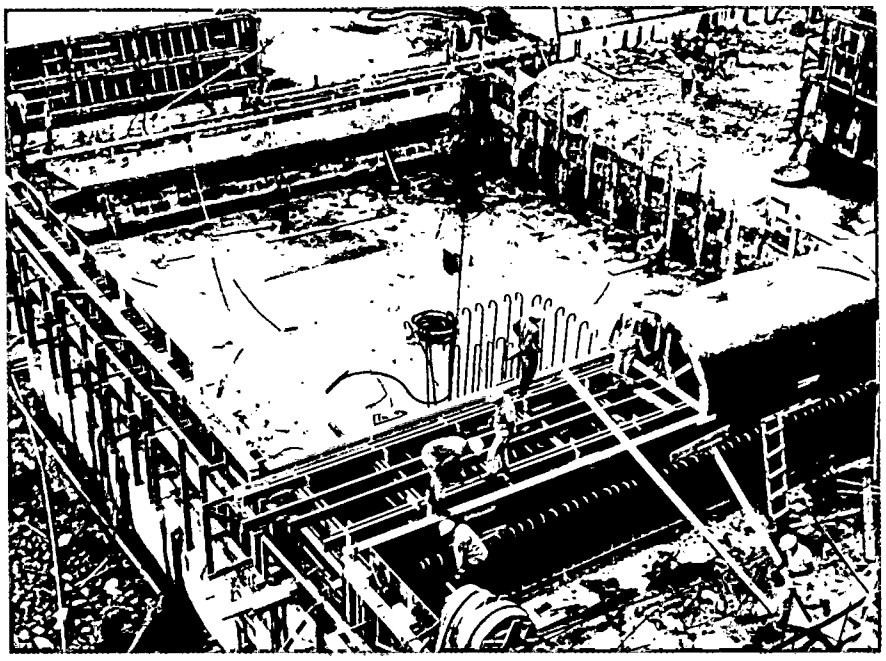
Vista de uma camada (2,25 m) em concretagem, aparecendo as 5 cabeças das subcamadas (0,45 m) protegidas com tecido de juta umedecido

Vista de um vibrador pneumático NR-140, vibrando um concreto Ø máximo 152 mm.

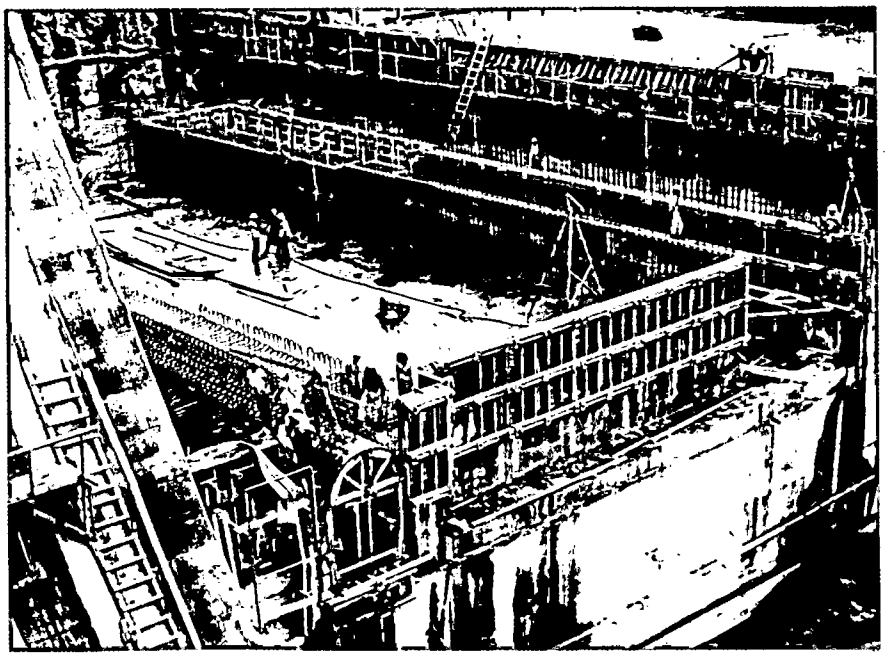
Vista aérea das estruturas da Tomada D'água e Casa de Força durante a construção



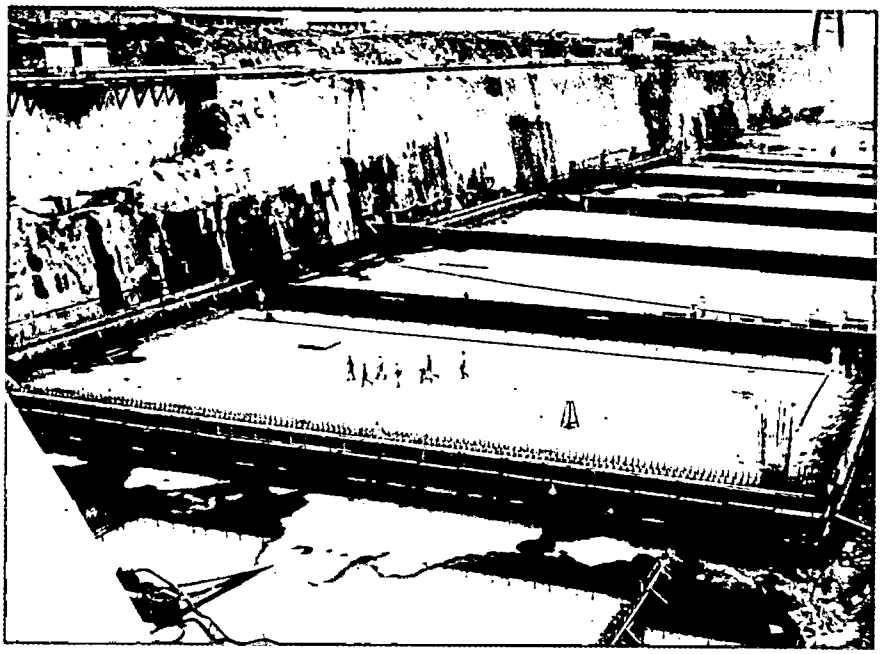
Vista aérea das estruturas de concreto de Ilha Solteira durante a construção



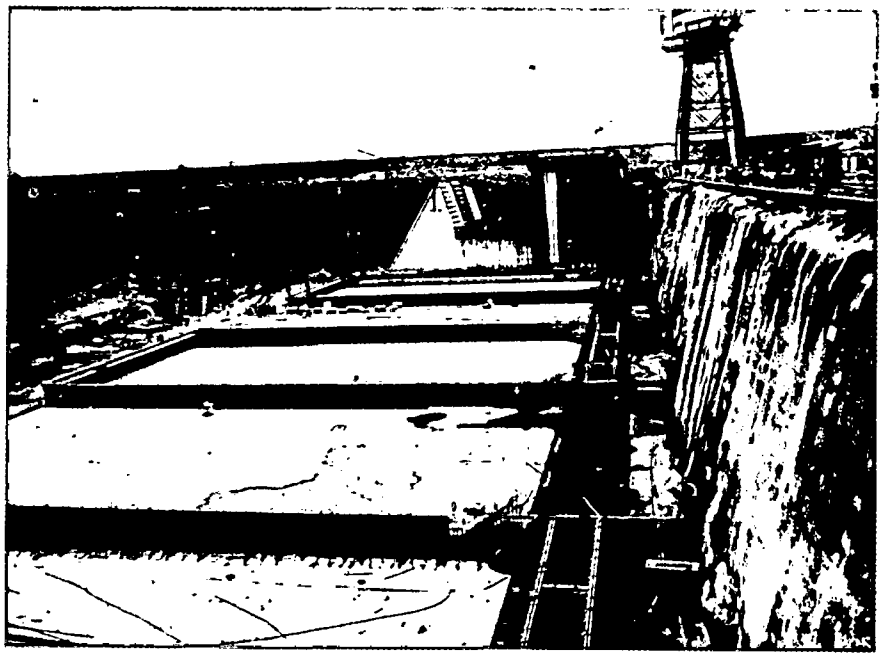
Muro Direito — Vista de uma camada de um bloco com forma montada, notando-se as almofadas



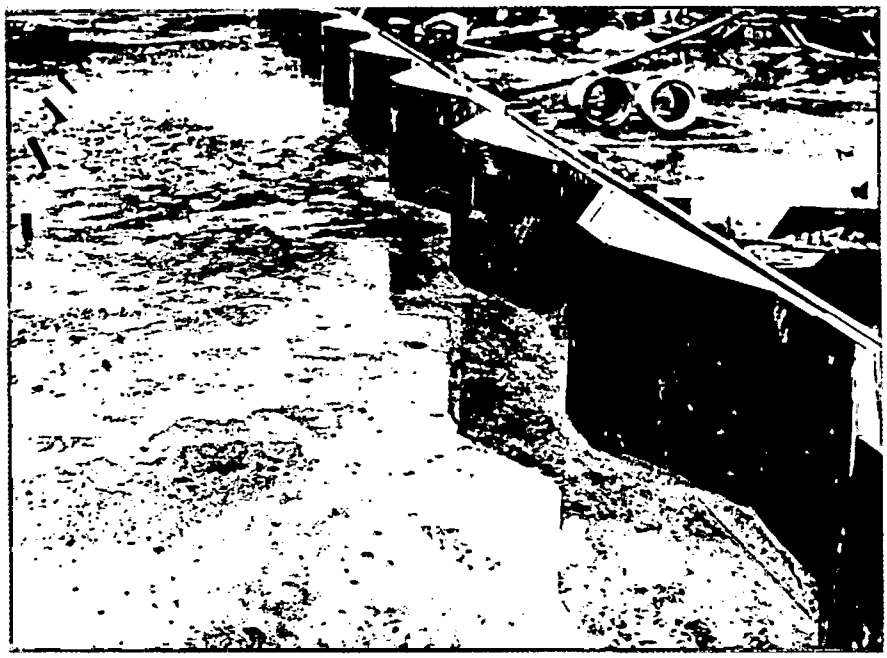
Barragem de Gravidade — Vista parcial de uma camada com forma montada para concretagem da camada seguinte



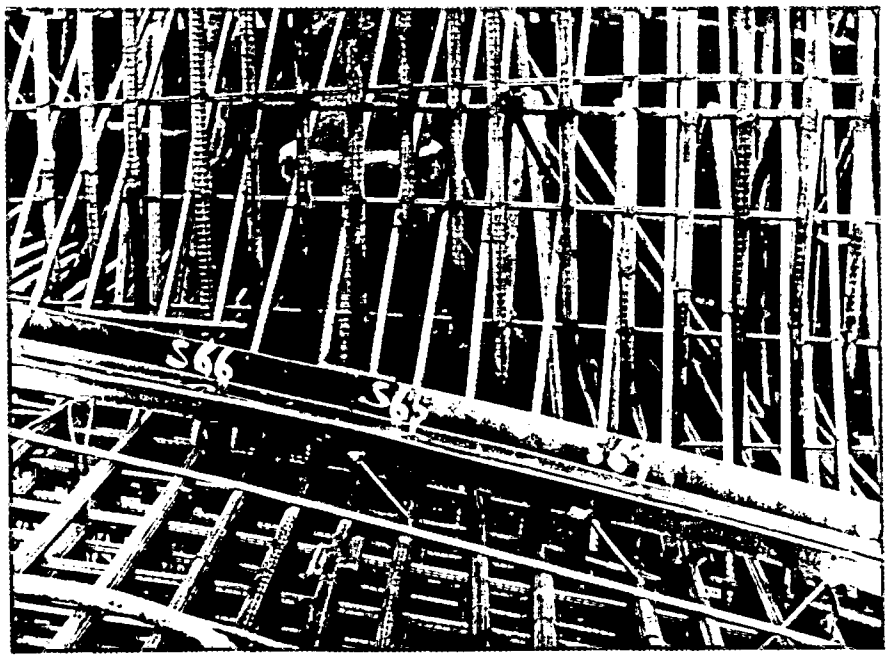
Tomada D'água — Vista geral dos blocos nas primeiras camadas de concretagem



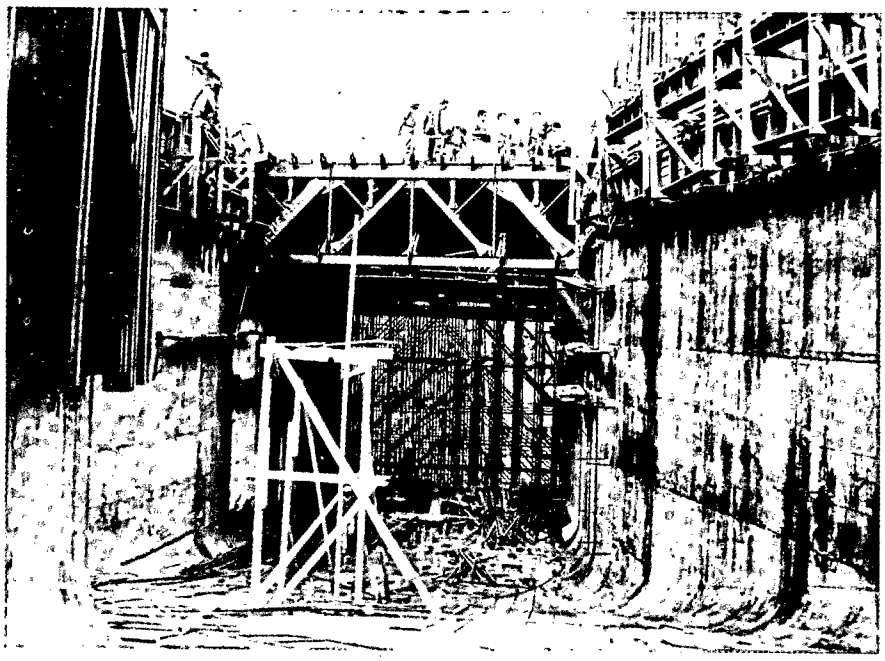
Tomada D'água — Vista parcial dos blocos nas primeiras camadas de concretagem



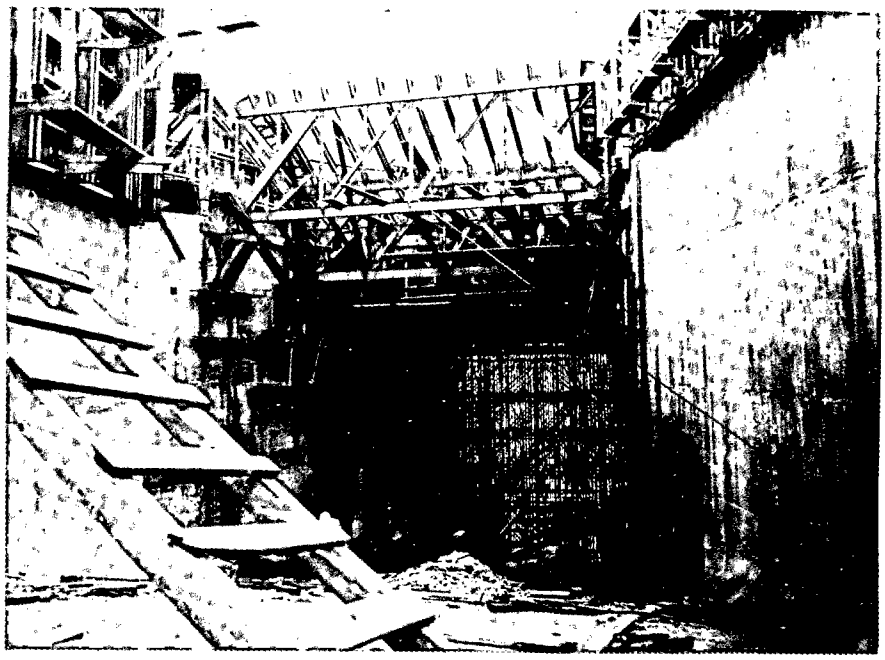
Vista da parte superior de uma camada, notando-se almofadas na junta entre blocos



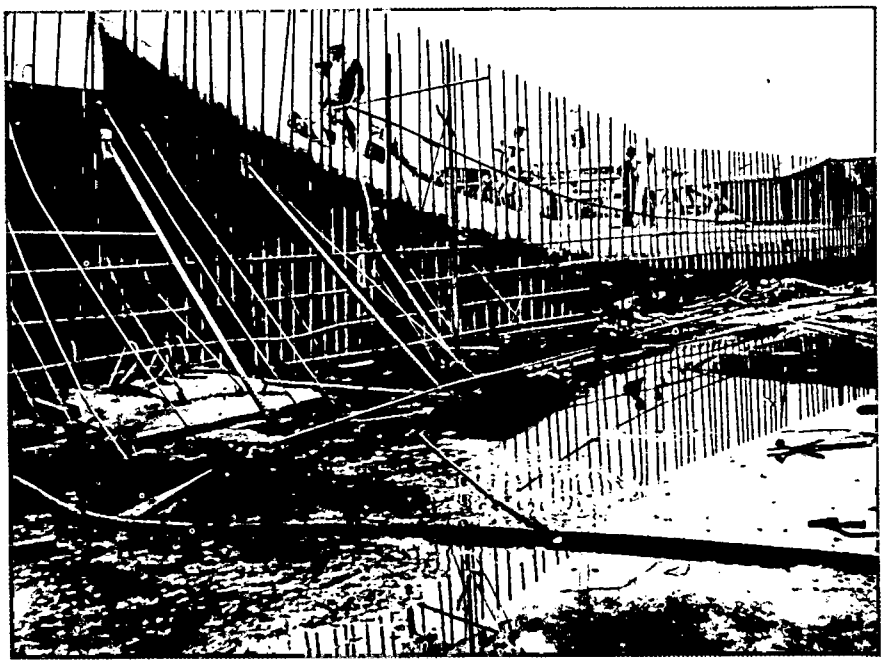
Tomada D'água — Vista parcial da ferragem da soleira, bem como a guia metálica para o apoio da régua para o acabamento



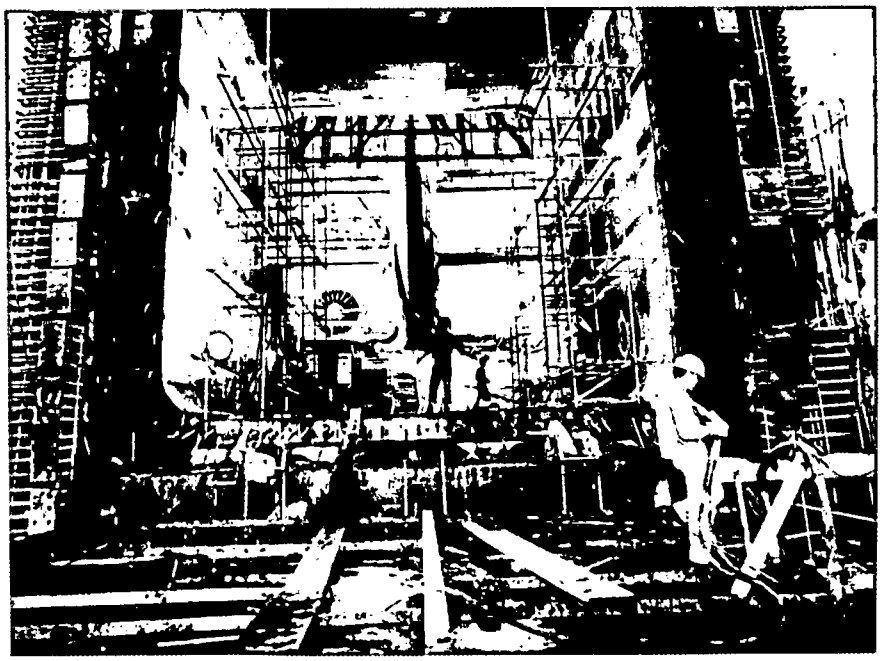
Tomada D'água — Vista da treliça metálica usada para apoio da forma para concretagem do teto



Tomada D'água — Vista da treliça metálica usada para apoio da forma para concretagem do teto

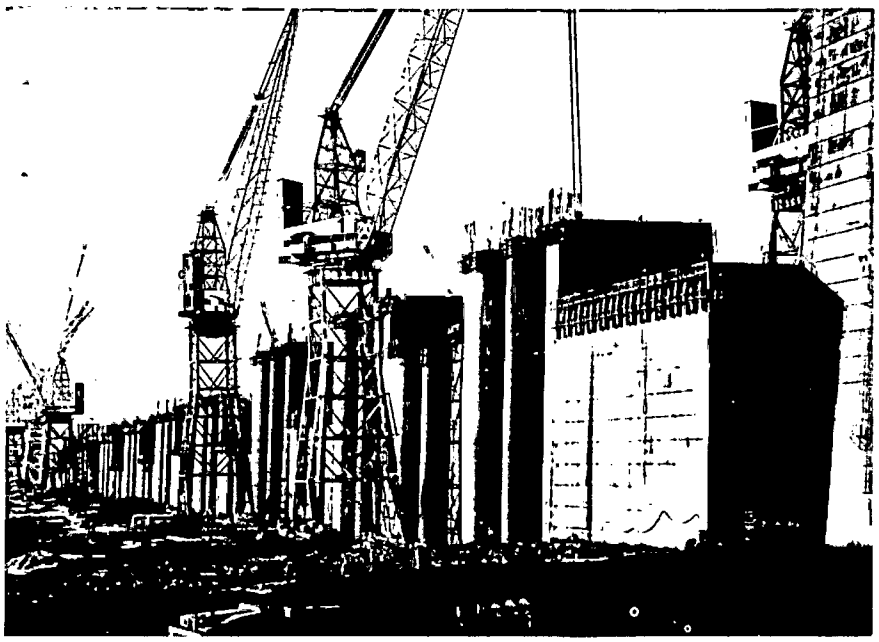


Tomada D'água — Vista da forma montada sobre as treliças metálicas para concretagem do teto

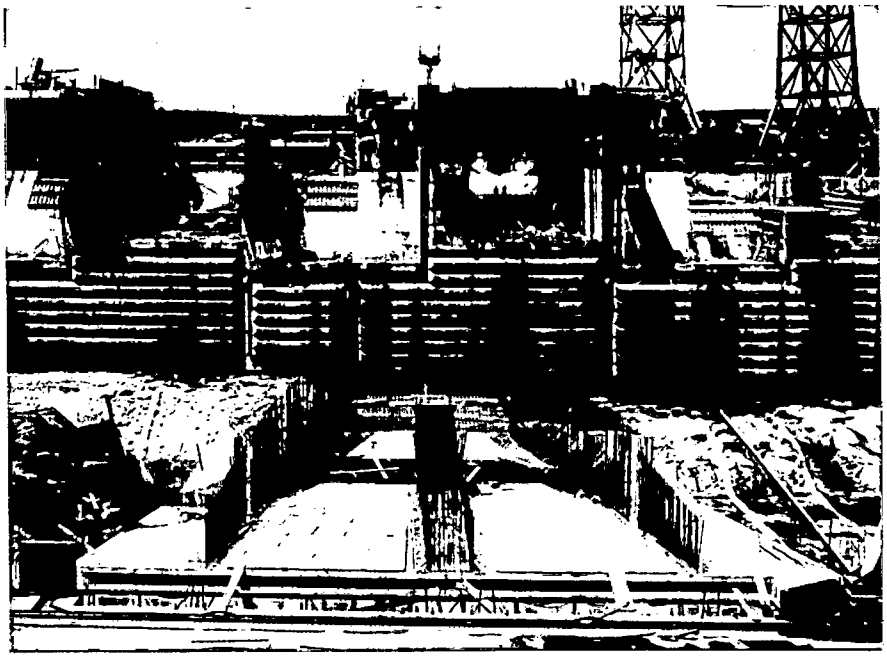


Tomada D'água — Vista de jusante para montante do teto concretado

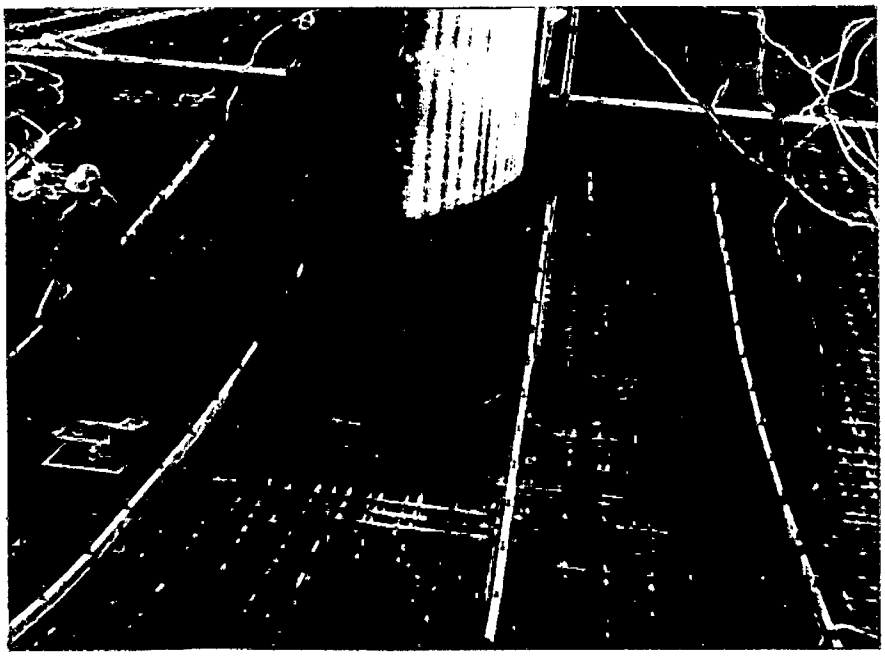
Tomada D'água — Vista do bloco TA-1, durante os reparos no local rompido para fixação das peças fixas de apoio da grade



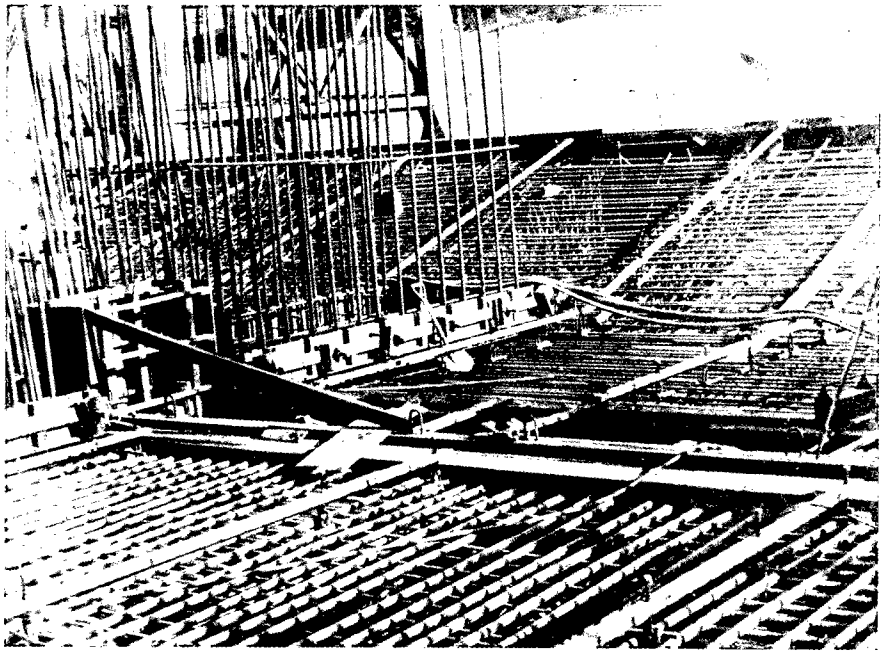
Tomada D'água — Vista de montante das estruturas de concreto em uma das suas fases de construção



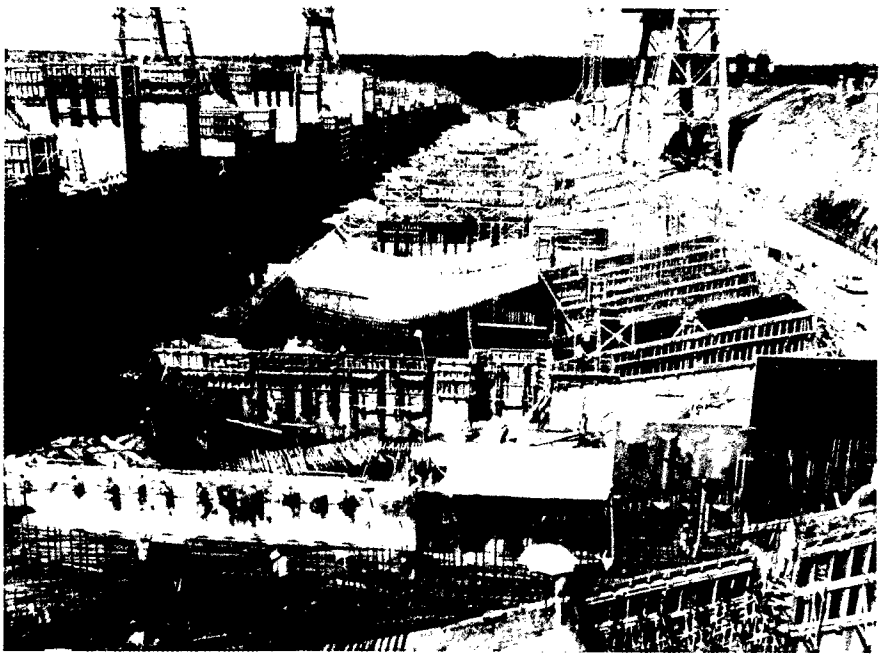
Vista de jusante, vendo-se em 1.º plano a Casa de Força e em 2.º plano a tomada d'água durante a construção



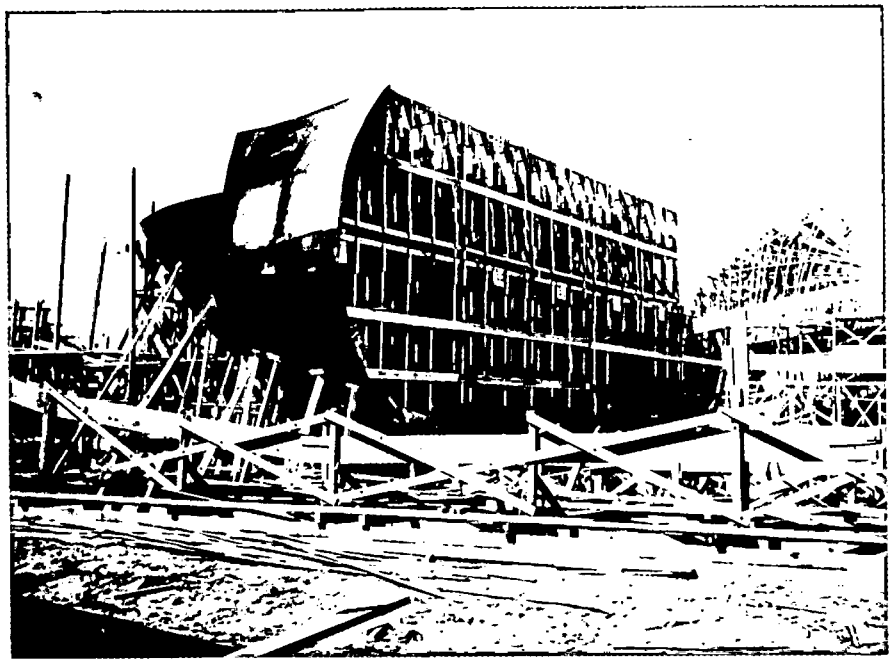
Casa de Força — Vista da malha de ferros da soleira e a proteção do pilar central (septo) com blindagem



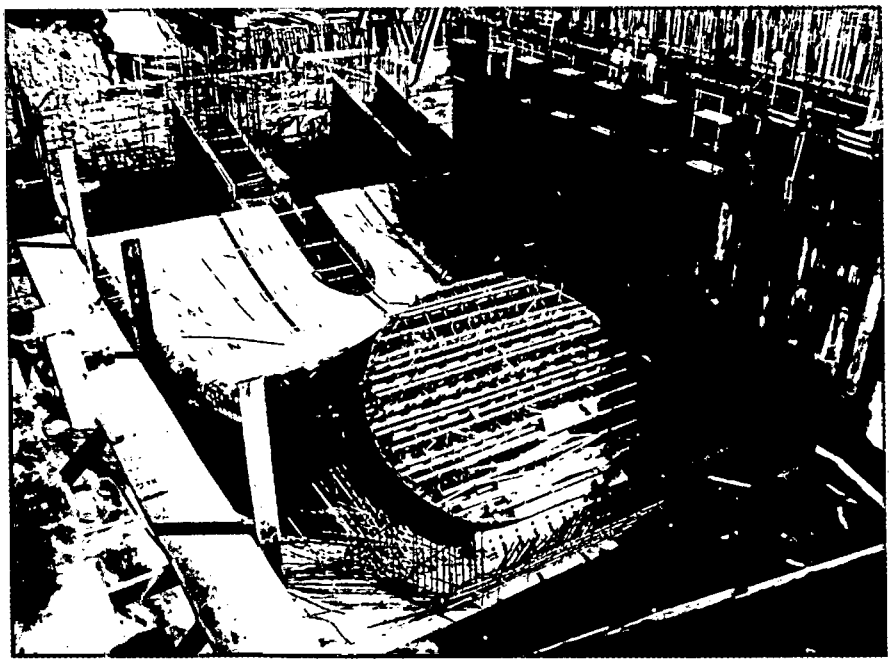
Casa de Força — Vista da malha de ferros da soleira na região de jusante



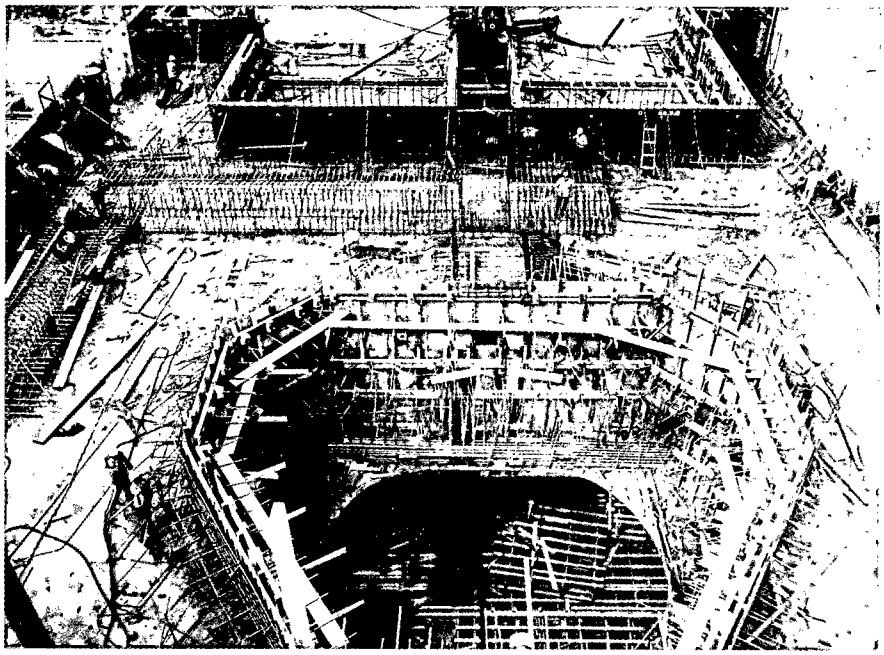
Casa de Força — Vista geral durante a construção



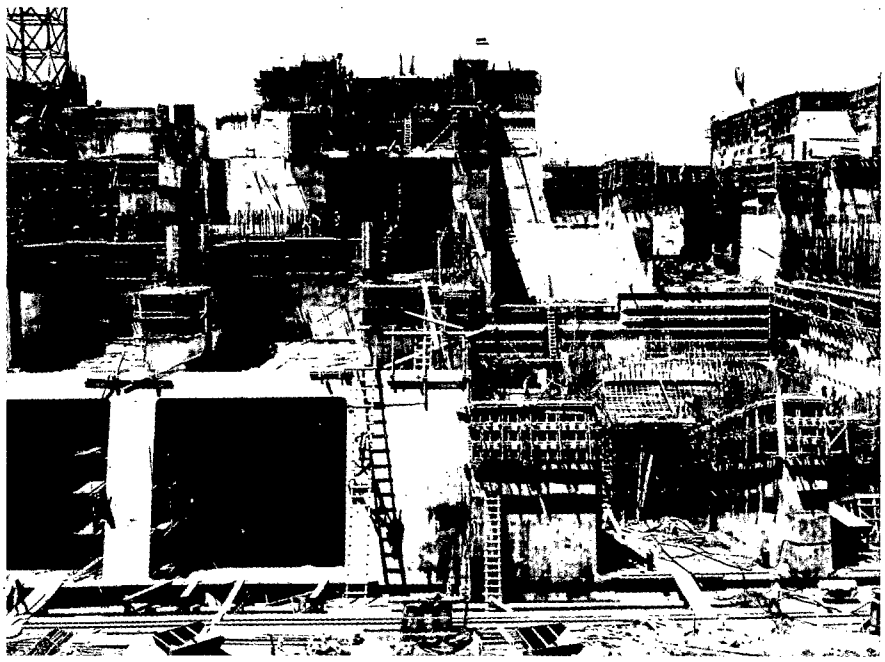
Casa de Força — Vista parcial da pré-montagem da forma do tubo de sucção



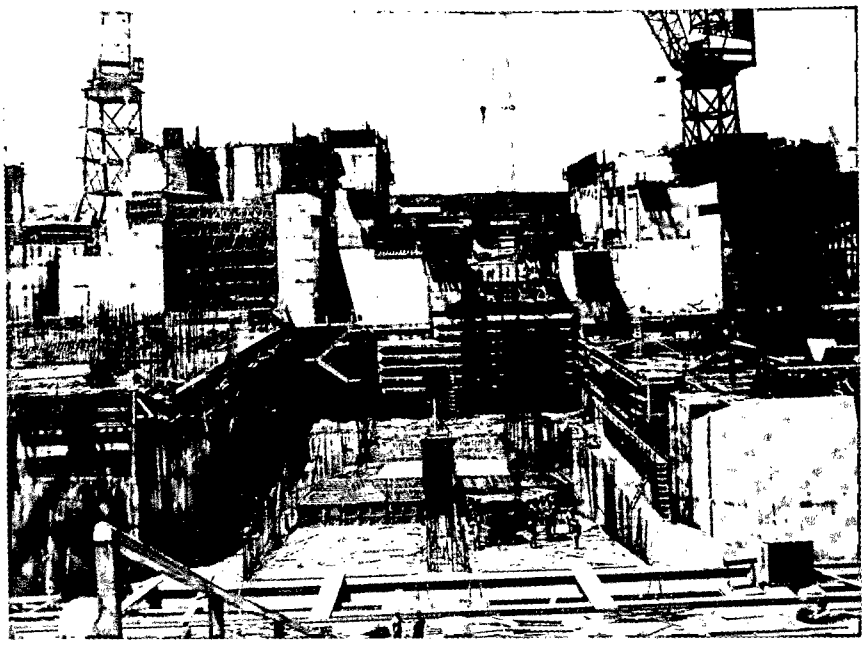
Casa de Força — Vista da forma do tubo de sucção montada no local



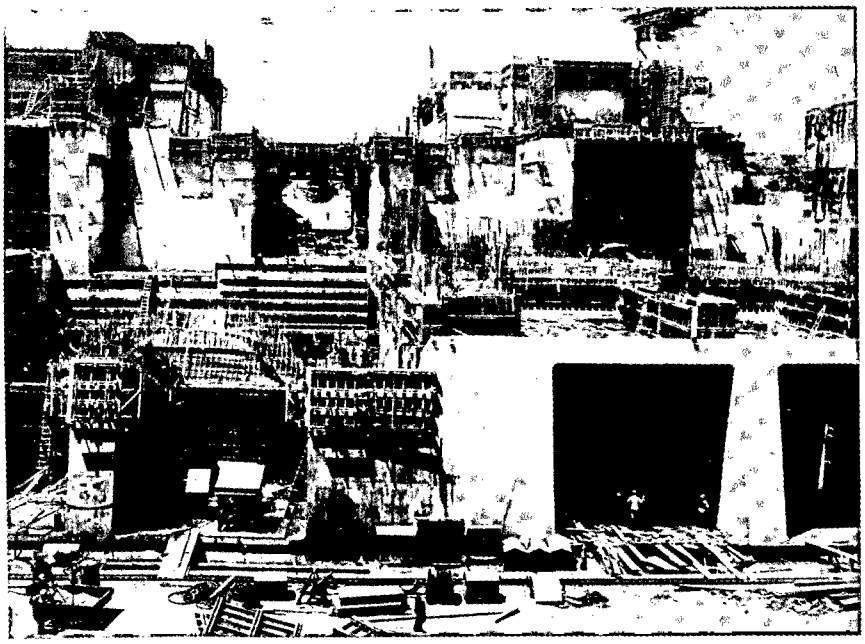
Casa de Força — Vista da entrada do tubo de sucção na cota 269,75



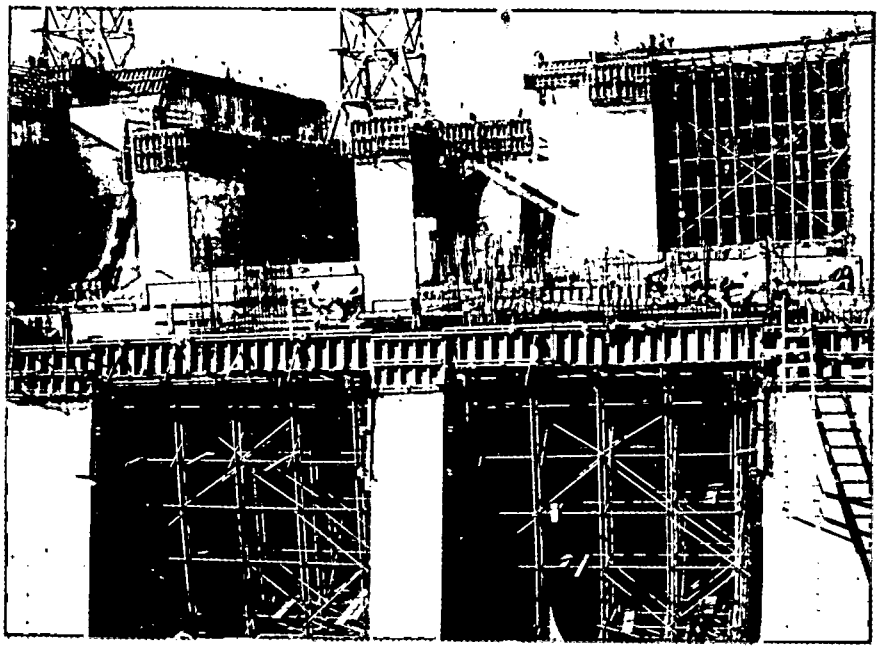
Casa de Força — Vista da saída do tubo de sucção na unidade 1



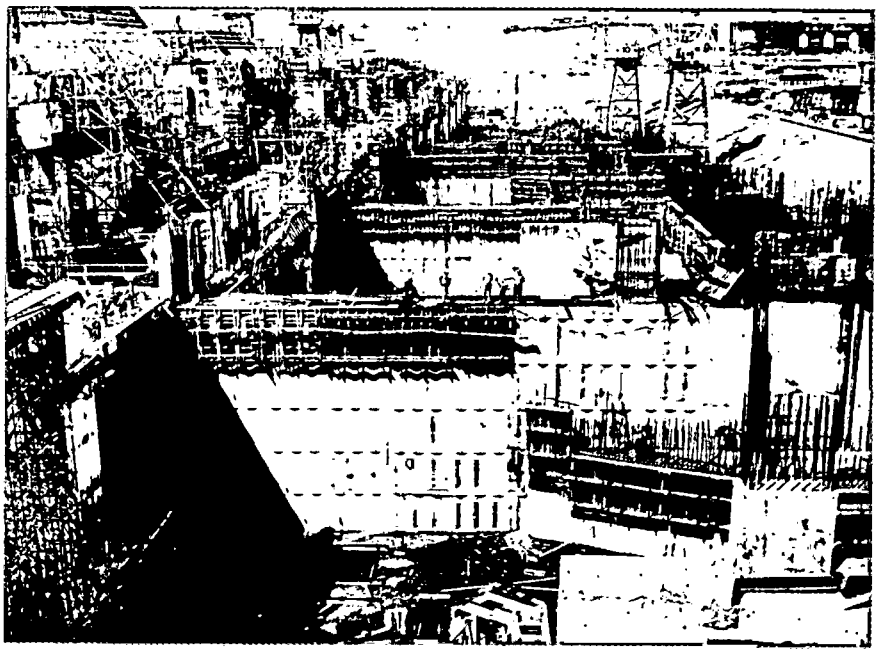
Casa de Força — Vista de jusante da unidade 06 em fase inicial de montagem da forma do tubo de sucção



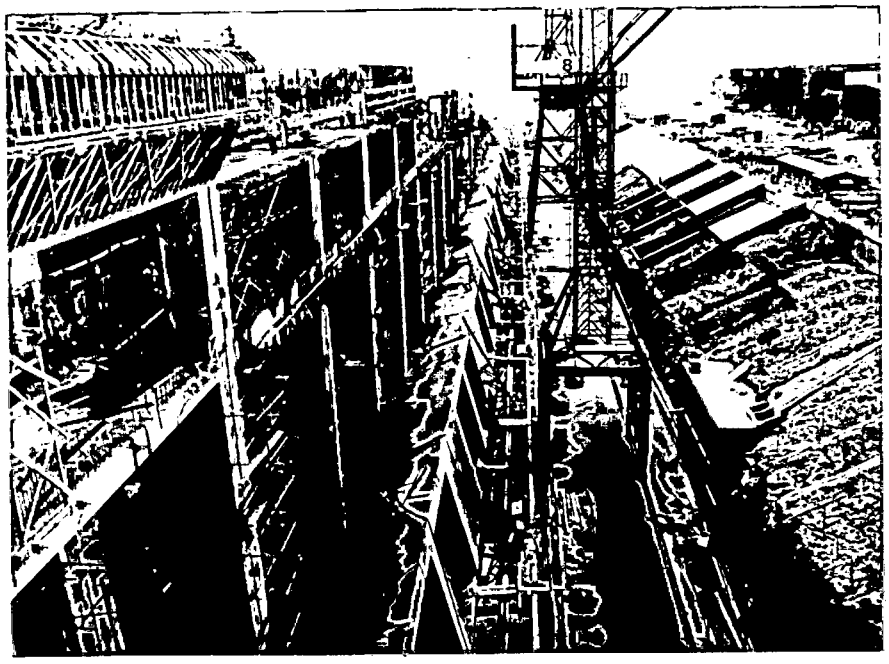
Casa de Força — Vista de jusante da unidade 04 em fase final de montagem do 1.º lance da forma do tubo de sucção



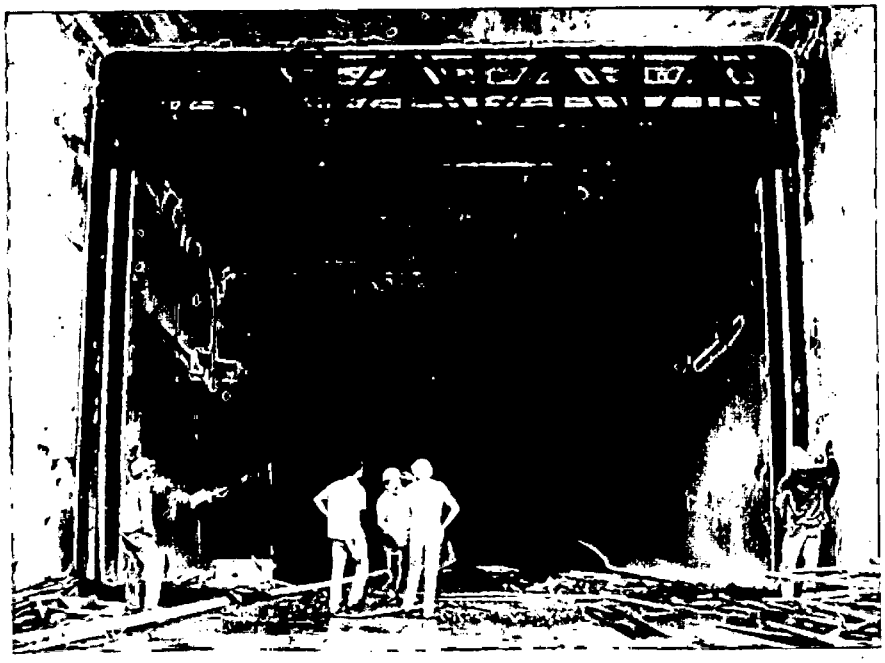
Casa de Força — Vista de jusante da unidade 02 em fase final de montagem do 2.º lance da forma do tubo de sucção



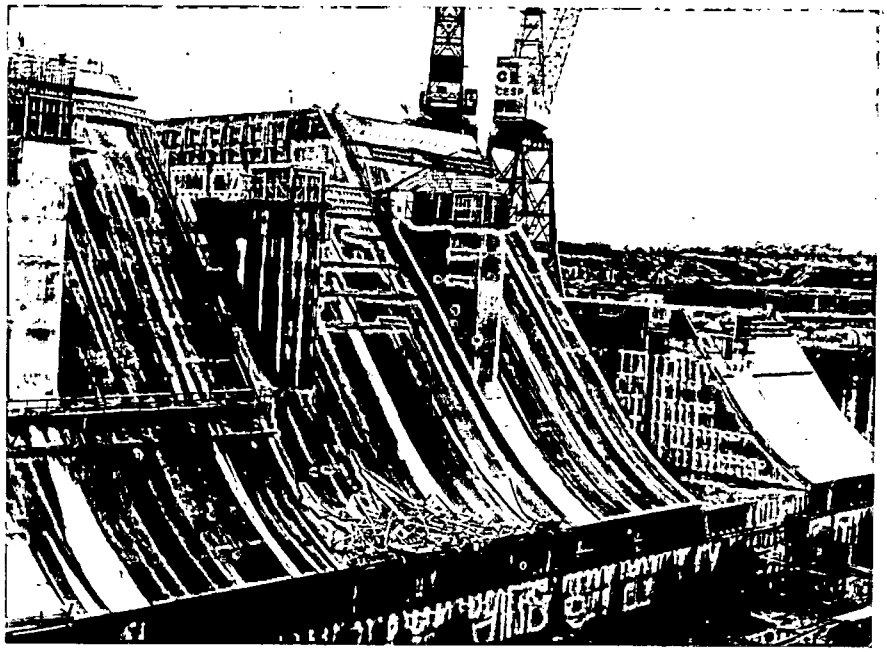
Casa de Força — Vista geral na linha central das unidades em uma das suas fases de construção



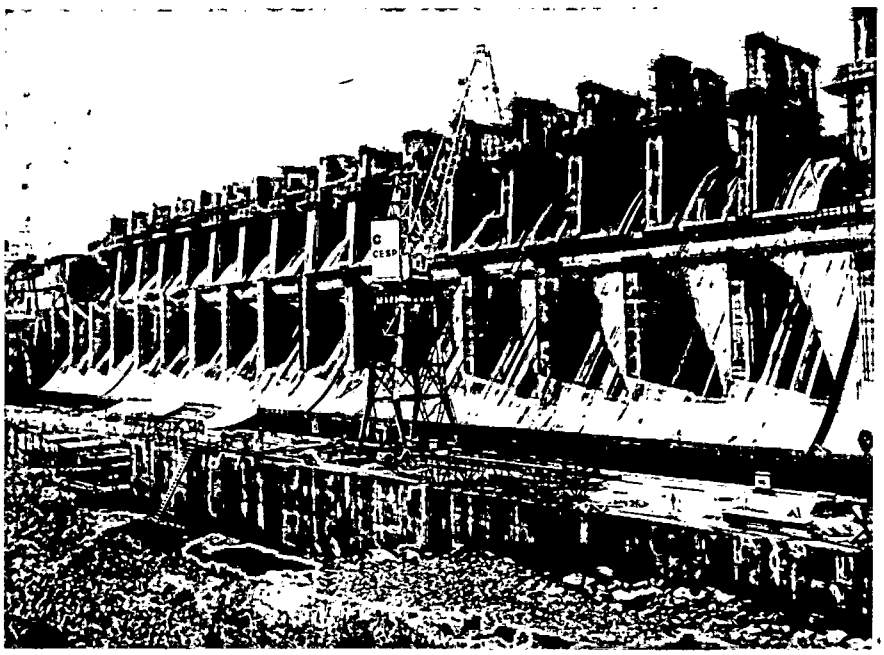
Casa de Força — Vista geral de jusante



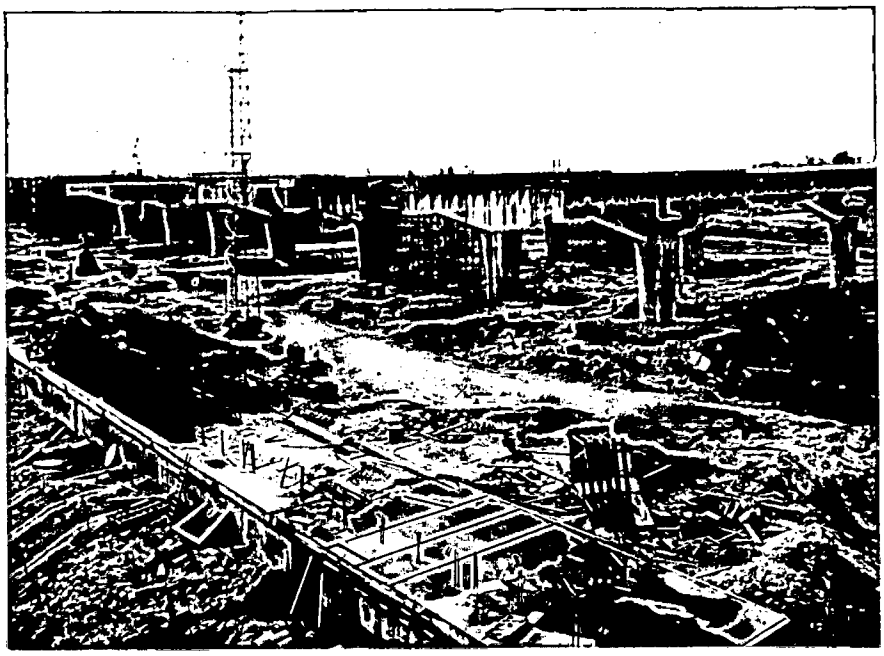
Casa de Força — Vista parcial do interior do tubo de sucção já desformado



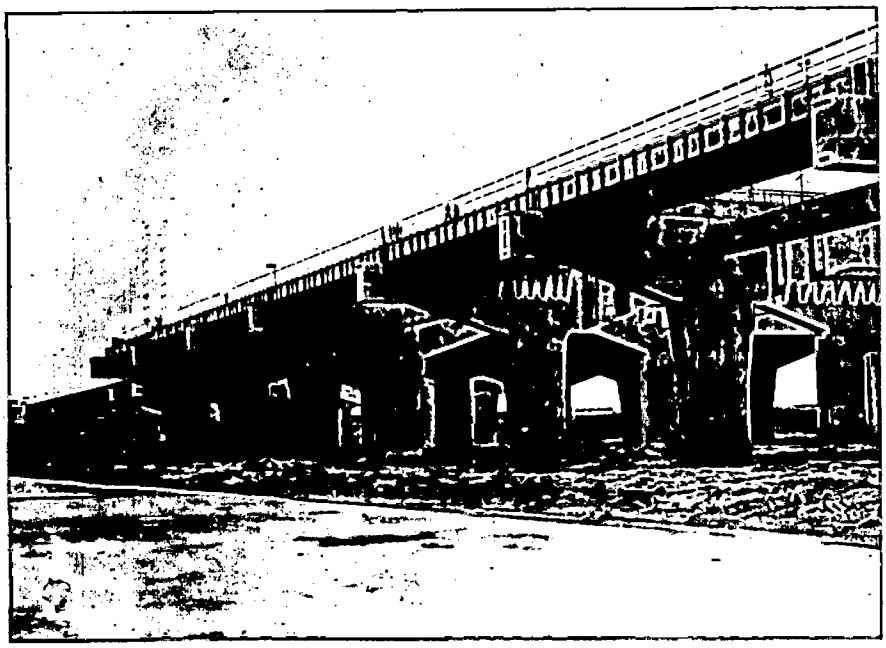
Vertedouro de Superfície — Vista de jusante do VS-A



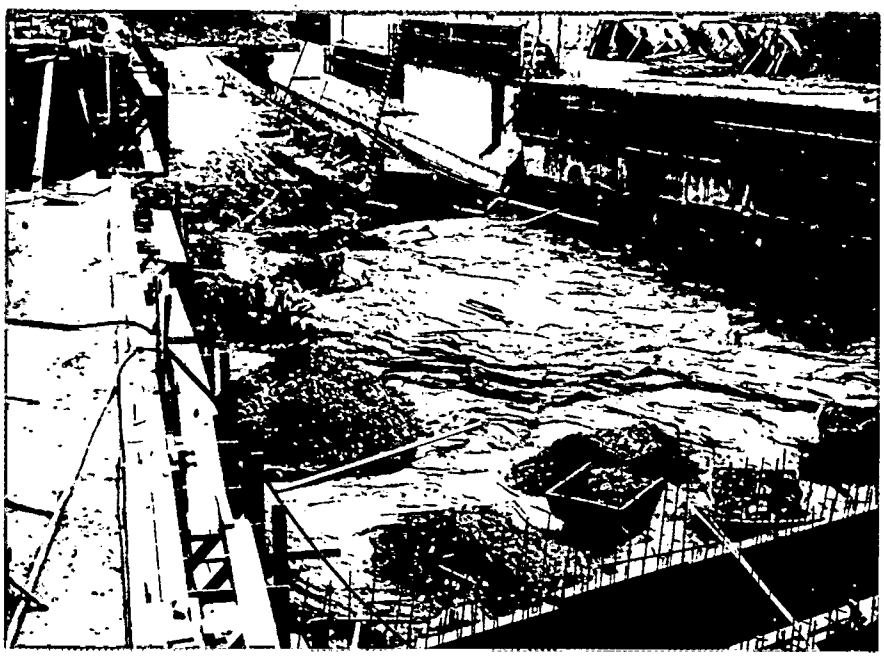
Vertedouro de Superfície — Vista geral de jusante das estruturas de concreto



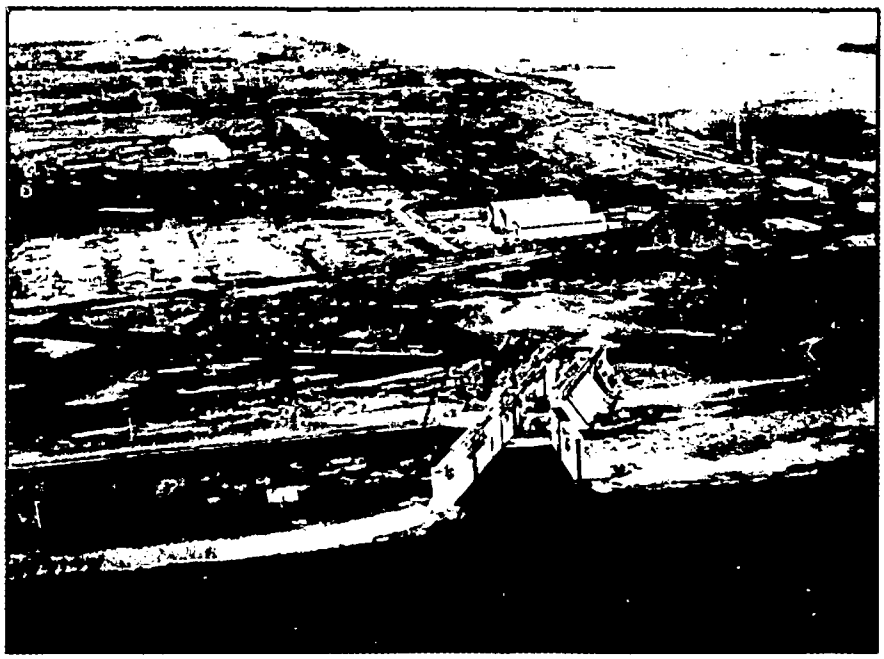
Subestação de 460 kV — Vista parcial dos pórticos



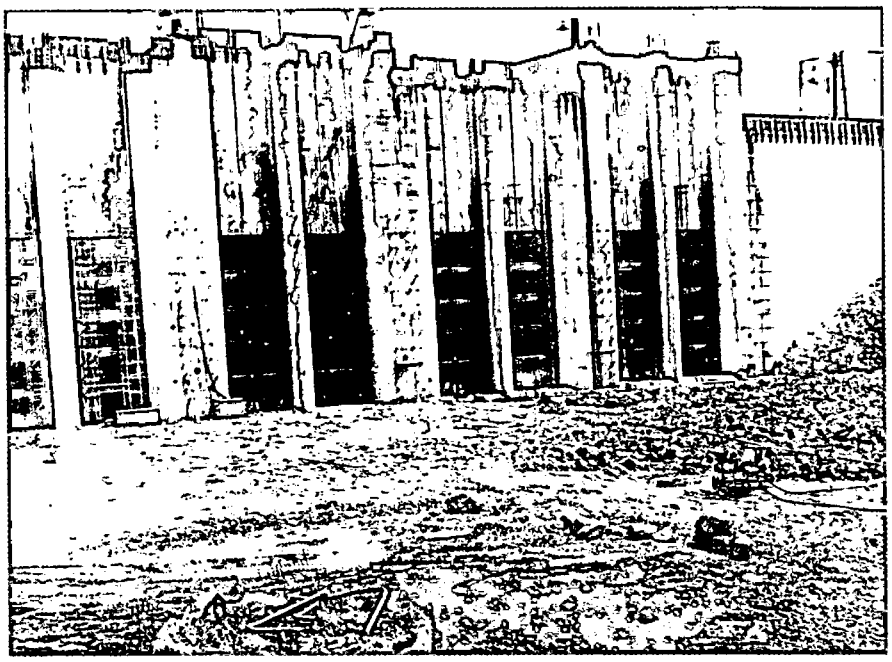
Subestação de 460 kV — Vista parcial dos pórticos e vigas da faixa trafegável colocadas



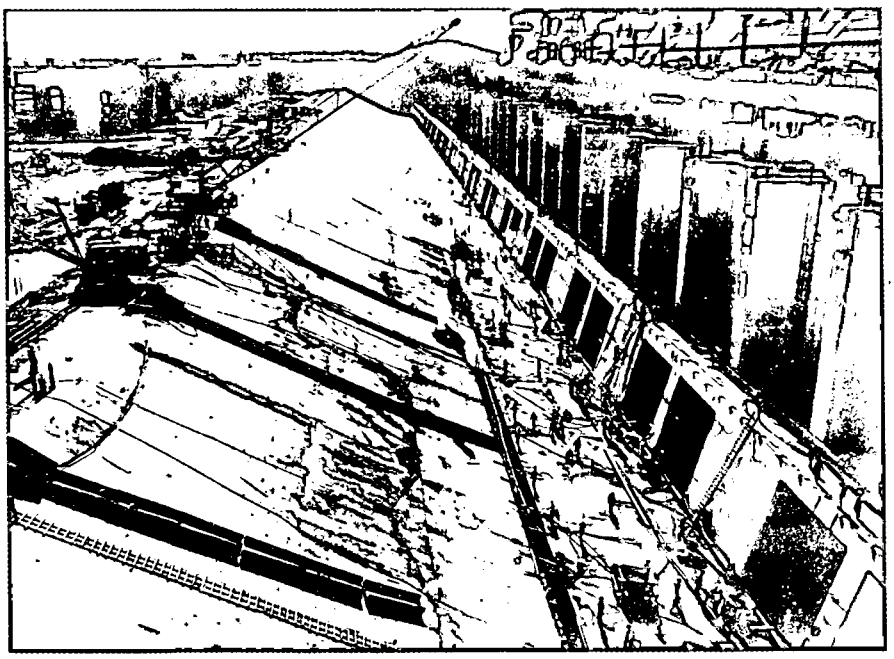
Eclusa de Navegação — Vista de montante para jusante em uma das fases de construção



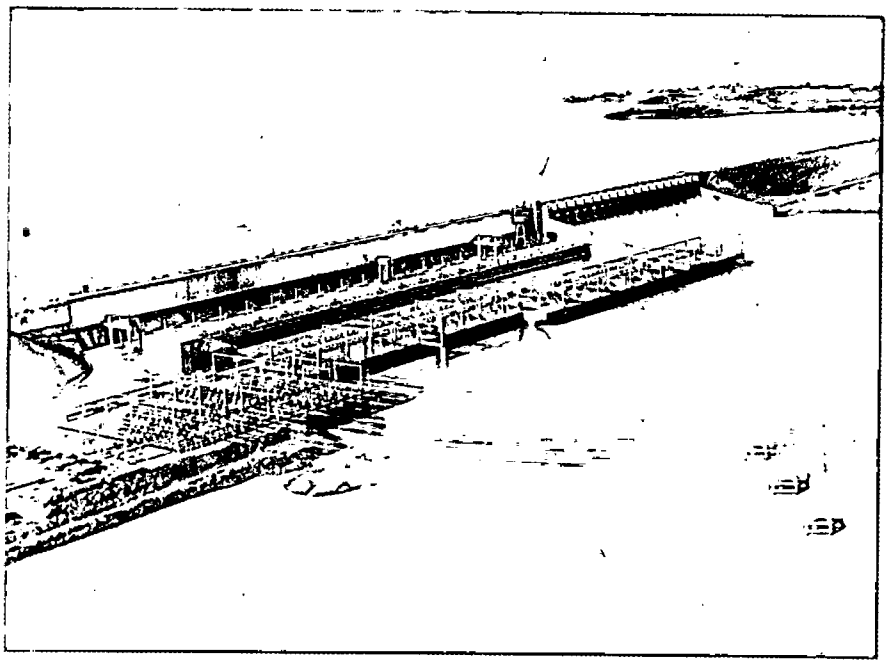
Eclusa de Navegação — Vista aérea das estruturas de concreto logo após o enchimento do lago



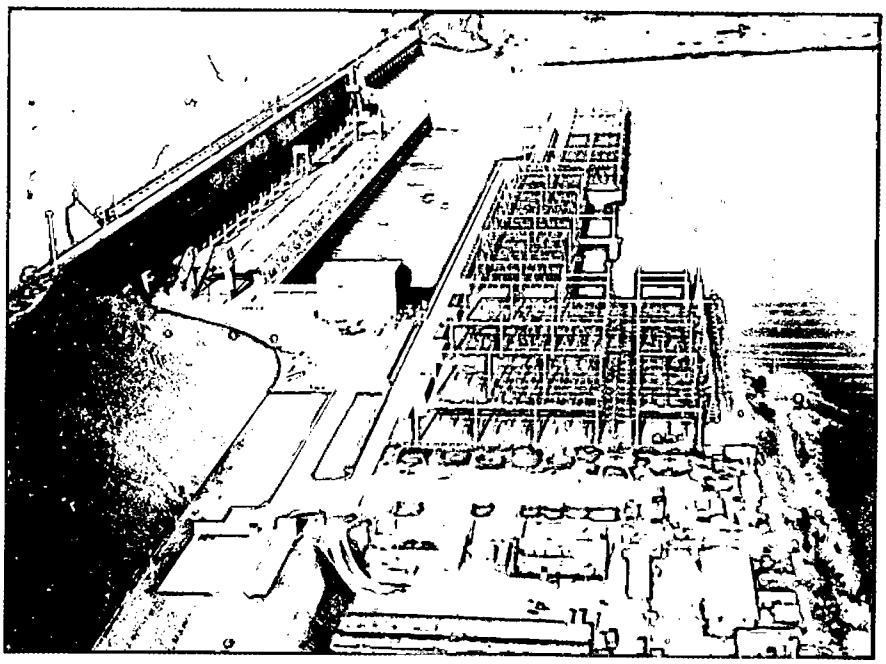
Vista parcial de montante das estruturas da Tomada D'água em fase de preparo para o desvio do rio



Vista geral de jusante das estruturas da Casa de Força em fase de preparo para o desvio



Vista aérea das estruturas de concreto de Ilha Solteira com 11 máquinas em operação e 5 em fase adiantada de montagem



Vista aérea das estruturas de concreto de Ilha Solteira com 11 máquinas em operação e 5 em fase adiantada de montagem

Este Relatório baseou-se em apontamentos do Engenheiro ***Elvio Marcus Sguizzardi*** *e outros, compilados pelo Engenheiro* ***Francisco Assis Cesari.*** *Foi preparado pelo Encarregado Técnico* ***Sérgio Gehre Ferreira*** *e revisto pelo Engenheiro* ***Niveo Aurélio Villa.***