



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E PLANEJAMENTO

SILOS DE ARGAMASSA ARMADA

LAFANEL PETRONI

SÃO CARLOS
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E PLANEJAMENTO

S I L O S D E A R G A M A S S A A R M A D A

DISCIPLINA: Materiais de Construção

PROFESSOR: Dr. Lafael Petroni

ALUNO: Lauro Gontijo Couto



São Carlos
1.983

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho constitui-se numa pesquisa bibliográfica/ sobre o emprego da argamassa armada na construção de silos para armazenamento de grãos.

A princípio, procurou-se abordar a necessidade da construção de unidades armazenadoras, quer a nível de fazendas - silos/ de pequena e média capacidades, quer a nível de grandes centros distribuidores - silos de grande capacidade. Neste tópico foi dada, / também atenção à atuação do governo no setor.

A seguir é apresentada uma definição sucinta de silo, / para finalmente fazer-se a exposição resumida das aplicações da argamassa armada na construção de silos, encontradas na bibliografia/ citada no final deste trabalho.

2 - A NECESSIDADE DA ARMAZENAGEM

2.1 - GENERALIDADES

Nos países sub-desenvolvidos ou em desenvolvimento os / dois grandes problemas que afligem a produção agrícola são, sem dúvida, o mau uso do solo - devido às práticas culturais inconvenientes - e a perda frequente da produção - pela inexistência de silos/ para a preservação dos alimentos.

Com relação à perda de produção, pesquisas realizadas / pela FAO mostraram que a quantidade de grãos destruídos por carunchos e traças, durante um ano, é suficiente para o abastecimento de 100 milhões de pessoas.

É notável, segundão alguns pesquisadores, o prejuízo anual que a economia das nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento sofrem em consequência da perda ou quebra da produção agrícola. O Brasil não foge à regra.

Os ataques de insetos, fungos e roedores são os principais responsáveis pelas perdas dos grãos armazenados em condições / ou locais inadequados. Estas perdas se apresentam sob duas formas: a perda física, quando ocorre a perda de peso e a perda da qualida-

de, quando as qualidades intrínsecas do produto (valor nutritivo, / cor, sabor, etc.) são alteradas.

Segundo Fuzzi (7), "no Brasil não se realizaram pesquisas de profundidade para avaliação das perdas que ocorrem no manuseio e armazenamento dos grãos. Os estudos na maioria dos casos, / não identificam o sistema de armazenamento, os estágios em que ocorrem as perdas e diferenças segundo as regiões. Alguns estudos esbursos apenas mostram os riscos que oferecem o baixo nível de técnica e o despreparo do pessoal responsável pela conservação dos produtos."

Em relatório do ano de 1970, a Universidade Federal de Viçosa, pesquisando a conservação do milho, em peiol, nas fazendas, verificou uma quebra de peso de 12% para um período de armazenamento de 3 a 7 meses.

2.2 - REDE ARMAZENADORA DE GRÃOS

Uma rede armazenadora de grãos é o aparelhamento destinado a receber a produção de grãos, conservá-los em perfeitas condições técnicas e redistribuí-los posteriormente. Para a agricultura a rede armazenadora se constitui em elemento indispensável para o incentivo da produção. Para o consumidor é um dos principais fatores para estabilizar os preços, além de garantir um abastecimento disciplinado às populações. Engloba três tipos fundamentais: unidades coletoras - situadas nos centros de produção; unidades subterminais - situadas nos centros de distribuição e abastecimento e unidades terminais - situadas nos grandes centros consumidores e portos.

2.3 - O PAPEL DO GOVERNO

Na implantação de uma rede de armazéns e silos é essencial a supervisão governamental, a fim de que a movimentação das safras se complete desde o centro de produção até a etapa final nos centros de consumo e portuário. Regra geral, as unidades não podem ser planejadas isoladamente; as unidades coletoras, subterminais e terminais devem ser incluídas num único planejamento porque o dimensionamento de cada uma delas depende das outras. O planejamento,

também deve prever novos dimensionamentos face uma maior produção.

Torna-se essencial um estudo que ofereça as bases para a localização e dimensionamento das diversas unidades que irão integrar a rede. Procura-se na localização conhecer a produção, o consumo e o transporte, principais elementos para o estudo.

A atuação do nosso governo em relação ao armazenamento, aos cereais e grãos leguminosos teve seu início em 1944, face aos problemas de abastecimento provocados durante a II Guerra Mundial. Aquela época, através do Decreto-Lei nº 7002 de 1944, procurou o governo expandir a rede armazenadora através de estímulos às empresas interessadas na comercialização dos produtos agropecuários. O dispositivo legal concedia prêmio de 20% sobre o valor das inversões e financiamento de 80% a juros de 7% ao ano a quem se dispusesse construir armazéns e frigoríficos.

Atualmente o governo brasileiro está enfrentando o problema através do "Programa Nacional de Armazenagem (PRONAZEM)", o qual, sob responsabilidade direta da "Companhia Brasileira de Armazenamento (CIBRAZEM)" cuida da construção e modernização dos armazéns, da assistência técnica, manutenção dos equipamentos, etc.,

Os objetivos básicos do PRONAZEM têm em vista as grandes fazendas, através da armazenagem intermediária e da armazenagem terminal, planejando instalar no país uma rede coletora atingindo todos os locais de grande produção.

2.4 - ARMAZENAGEM A NÍVEL DE FAZENDAS

Calil Júnior e Uellmeister (1) ressaltam a necessidade de se voltar os olhos para o problema da armazenagem a nível de fazendas, quando apresentam os resultados dos estudos de Santos (3), mostrando que só na região norte do Estado do Paraná, para 20 silos de 2000 t necessários ao armazenamento de cereais de grandes produtores, ainda são necessários 430 silos de 300 t para as propriedades médias e pequenas, representando mais de 3 vezes a quantidade de cereais destinados aos grandes silos da região.

Os autores seguem apresentando as condições de armazenagem

gem a nível de fazenda, a capacidade média dos silos a serem instalados, mostram através de uma análise comparativa a economia de custos e obtenção de renda de duas propriedades, uma com silo e outra sem silo, para em seguida apresentarem as conclusões transcritas a seguir:

Muitas razões tem influido para o baixo desenvolvimento da armazenagem técnica, a nível de fazenda no Brasil:

- a) a fazenda típica brasileira é de área menor de 20 ha
- b) o baixo grau de instrução do fazendeiro que desconhece as condições ótimas de armazenamento e dos mercados existentes;
- c) a presença do intermediário interessado em retirar o produto da fazenda ao menor preço possível;
- d) a inexistência de pesquisas práticas por parte dos órgãos do governo que permitissem fundamentar o plano técnico de armazenamento;

- e) a constante mudança de cultura de um ano para o outro, estimulada, sem ordem, pela mudança de mercado;

- f) a falta de uma política geral na produção agrícola;
- g) a falta de financiamento adequado para o fazendeiro;
- h) a preferência dos bancos para financiar grandes sistemas de armazenamento intermediário e terminal, em lugar de um grande número de pequenos silos.

O empreendimento do armazenamento a granel a nível de fazenda, nos últimos três anos, para produtores de mais de 100 ha, tem sido positivo e o silo está se tornando tão importante como o trator. As cooperativas começam agora utilizar os silos nas fazendas dos cooperados ou através dos mini-polos.

As vantagens achadas nestas primeiras experiências são as mesmas que levaram os países mais desenvolvidos a armazenar porcentagem de sua produção, na fazenda, a granel, e são:

- a) o produtor não é forçado a vender seu produto na época da colheita, quando normalmente tem o menor preço;
- b) o produtor pode programar sua colheita independentemente de fatores que de outra forma forçam a efetuar-la em prazos fixos, nem sempre os mais adequados tecnicamente;

c) os custos de produção diminuem significativamente, porque evita-se o pagamento de transporte na época de safra, quando atingem o custo máximo, e pelas demoras de espera nas filas dos postos intermediários, ou na fazenda, cujas estradas em época de chuvas, impedem o tráfego de caminhões;

d) evitam-se as perdas por deterioração dos produtos que não foram secos e limpos em tempo oportuno;

e) diminuem também os custos de transporte, porque o excesso de água e as sujeiras são tirados na própria fazenda;

f) mediante o armazenamento na fazenda, o produtor pode ainda beneficiar-se do sistema de secagem no próprio silo asador-armazenador, com ar natural ou com aquecimentos do ar até 70°C acima da temperatura ambiente, mediante uso de aquecedores de baixa consumo de combustível ou com energia solar. Neste caso assegura-se a máxima qualidade do produto seco a baixas temperaturas;

g) o fazendeiro constitui-se em pequeno empresário rural e, portanto, é motivado a cuidar melhor de sua empresa;

h) o fazendeiro, sem pressão de transporte, pode escolher o intermediário para vender seu produto a melhor preço.

3 - SILOS - DEFINIÇÕES E FINALIDADES

3.1 - GENERALIDADES

Os silos são unidades armazenadoras de grãos, caracterizadas por sua natureza estanques e heréticos ou semi-heréticos, que possibilitam o mínimo de influências do meio externo e o mínimo de estocagem.

Os silos oferecem condições técnicas de conservação do produto estocado por período de tempo normalmente prolongado, mantendo inalteradas as características físicas, químicas e biológicas do produto de grãos, e conservando a classificação classificatória da espécie e do padrão agrícola do cereal estocado.

Geralmente os silos são equipados com dispositivos específicos para a circulação dos cereais a granel, para as operações básicas de recebimento, limpeza, secagem, enjugo e descarga, automáticas.

ticos ou semi-automáticos que permitem operações simultâneas e a transilagem com baixa utilização de mão de obra. As células ou compartimentos, em geral, variam em tamanho e número, dependendo das necessidades e da concepção construtiva.

A estocagem desenvolve-se no sentido vertical ou horizontal, donde se origina a denominação: silo vertical e silo horizontal.

3.2 - SILO VERTICAL

Assim denominado por predominar a dimensão da altura em relação à largura ou ao diâmetro da base da célula. Frequentemente os silos são construídos por agrupamento de células de forma cilíndrica.

A base da célula usualmente tem a forma cônica ou piramidal (tremonha) para permitir total esvaziamento. Quanto à disposição e sustentação, as bases são classificadas como elevadas, semi-subterrâneas, ou subterrâneas por estarem acima ou em posição intermediária, ou abaixo do nível do solo.

3.3 - SILO HORIZONTAL

Caracteriza-se por prevalecerem as dimensões da base em relação à altura dos compartimentos. Às vezes, constitui-se em unidade armazenadora composta por compartimentos de estocagem. No caso da unidade de armazenagem ser contínua, a compartimentação é conseguida através de septos divisórios, com a mesma área da seção transversal da unidade, de maneira a oferecer plena estanqueidade de ambientes. A galeria de alimentação superior para o carregamento dos compartimentos, situa-se sobre a cobertura, conectando os compartimentos por intermédio de aberturas apropriadas. A base ou fundo dos compartimentos apresenta-se em talude para facilitar a descarga.

Quanto à disposição e sustentação em relação aos solos, são classificados em elevado, semi-subterrâneo ou subterrâneo por estarem respectivamente acima, em posição intermediária, ou abaixo do nível do solo.

4 - DESCRIÇÃO DOS CASOS:

4.1 - SILO DA "NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPOURE" (Singapura (6))

Aliado ao grande interesse surgido no sudeste Asiático a respeito da potencial aplicação da argamassa armada no campo da agricultura, indústria e habitação, um programa de pesquisa sobre as propriedades mecânicas da argamassa armada e sua potencial aplicação como material de construção para diferentes tipos de elementos estruturais, tem sido incrementado nos últimos 7 anos pela Universidade Nacional de Singapura.

Os estudos investigam a exequibilidade de construção de tanques para armazenamento de água, "shads", lajes para forro, guaritas, barcos e silos para armazenamento de grãos.

Foi construído na Universidade um protótipo de silo, compreendendo dois módulos cilíndricos e uma tremonha cônica, projetado como uma estrutura em casca fina apoiando em uma viga anelar de concreto armado, suportada por quatro colunas como mostra a figura abaixo.

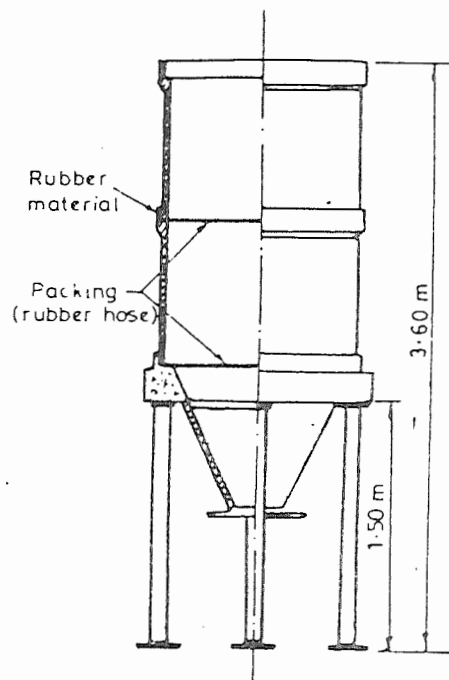


Fig. 1 - Corte transversal e vista do silo.

A forma e dimensões do protótipo foram escolhidas com o objetivo de facilitar a pré-fabricação e permitir um manuseio cômodo. As dimensões do módulo cilíndrico são: 1,2 m de diâme

tro interno e 1,0 m de altura, a tremonha cônica mede 0,9 m de altura e tem uma inclinação de 65° e a altura total do silo foi fixada em 3,60 m.

Os materiais usados na composição da argamassa armada e suas respectivas propriedades são apresentadas na tabela abaixo.

Argamassa

Cimento* : Areia* : Água	1 : 1,5 : 0,4
Resistência a compressão	37,9 N/mm ²
Módulo de ruptura	3,01 N/mm ²
Módulo de elasticidade	$2,2 \cdot 10^4$ N/mm ²

Tela entrelaçada de arame

Abertura da malha	8,5 mm x 8,5 mm
Diâmetro do fio	0,92 mm
Limite de resistência à tração	358 N/mm ²
Módulo de elasticidade	2×10^5 N/mm ²

* Um estudo prévio sugeriu que a areia tivesse seus grãos passando na peneira BS nº14 e retidas na peneira BS nº 100 e o cimento utilizado foi o cimento portland com um Tipo I.

A armadura consiste de duas telas entrelaçadas de malha quadrada, referidas acima, e uma tela soldada de malha quadrada de 150 mm x 150 mm de fios de aço de 5 mm de diâmetro, justapostas em forma de sanduiche. A forma cilíndrica foi mantida pela rigidez da tela soldada. A armadura da parte superior do módulo para suporte do outro módulo é constituída de barras conformadas de 6 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento colocadas no contorno e inseridas entre as telas de arame. Foram utilizadas tiras metálicas no fundo e topo do módulo para controle dos diâmetros a fim de assegurar uma boa ajustagem na montagem dos módulos.

A aplicação da argamassa foi feita manualmente, pressionando-a contra a armadura, pelo lado externo.

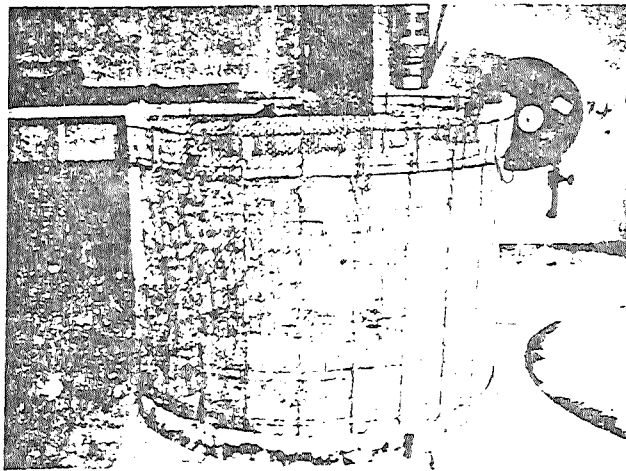


Fig. 2 - Detalhe da armadura do silo

Após 28 dias de cura os módulos foram montados, como mostra a figura 3 e as juntas foram vedadas com material à base de borracha.

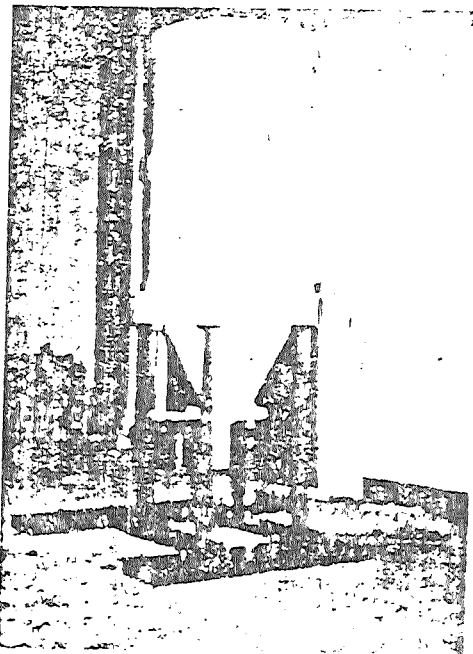


Fig. 3 - Vista do silo montado.

O silo foi instrumentado e ensaiado, mostrando a compatibilidade entre os valores teóricos e experimentais das tensões surgidas durante o seu carregamento, com areia.

É importante ressaltar que os autores não fazem nenhuma

menção a respeito das sobrepressões surgidas durante a descarga do silo. Pois, conforme cita a literatura especializada, estas sobrepressões chegam a atingir, em alguns casos, valor 3 vezes superior àquele atingido durante o carregamento. Portanto era de se esperar que o silo fosse ensaiado durante o seu descarregamento.

Os autores apresentam ainda, uma análise de custos, mostrando que os elementos estruturais feitos com argamassa armada, tiveram um custo de 20 a 30% inferiores aos mesmos elementos construídos com concreto armado ou aço.

4.2 - SILO DO "STRUCTURAL ENGINEERING RESEARCH CENTRE" (Índia) (9), (10), (2)

Durante os últimos oito anos o SERC tem trabalhado em projetos que visam a aplicação da argamassa armada no meio rural. Algumas das aplicações que têm propagado são: silos para armazenamento de grãos, reservatórios de água e campânulas para biodigestores.

Devido à facilidade de produção, a eficiência estrutural e às considerações de ordem estética, a forma cilíndrica foi escolhida para a produção destas muitas armazenadoras.

A produção de uma unidade cilíndrica de argamassa armada sem emprego de moldes, consiste em fazer uma armação de fios de aço, que dá a forma cilíndrica, sobrepor as telas de arame neste esqueleto e, então, argamassar a parede manualmente, ou seja pressionando a argamassa contra as telas com as mãos.

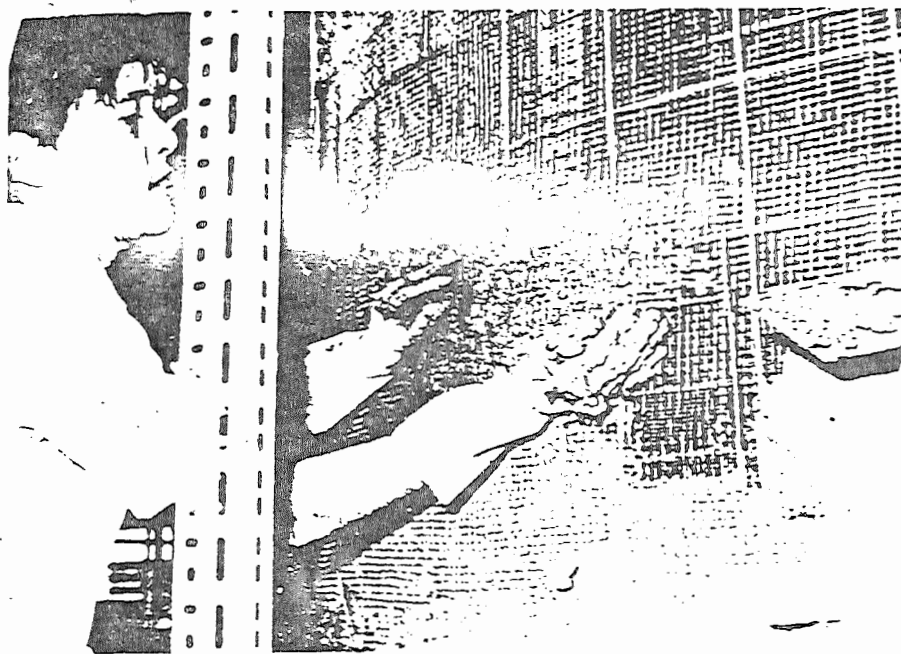


Fig. 4 - Moldagem por pressão, efetuada manualmente.

A moldagem manual tem como inconvenientes a dificuldade de controlar a espessura da parede, produzir uma má compactação da argamassa e não permitir a confecção de paredes com espessuras inferiores a 20 mm. No entanto, há de ressaltar que a grande vantagem deste processo é prescindir de investimentos em formas e equipamentos.

A necessidade de produção em massa de unidades cilíndricas aliado aos fatores acima mencionados e ao fato de que estas unidades seriam produzidas no meio rural ou semi urbano, levou o SERC a desenvolver, nos anos de 1973 e 1974 o equipamento mostrado no esquema abaixo, e que permite a moldagem semi mecanizada destas peças cilíndricas.

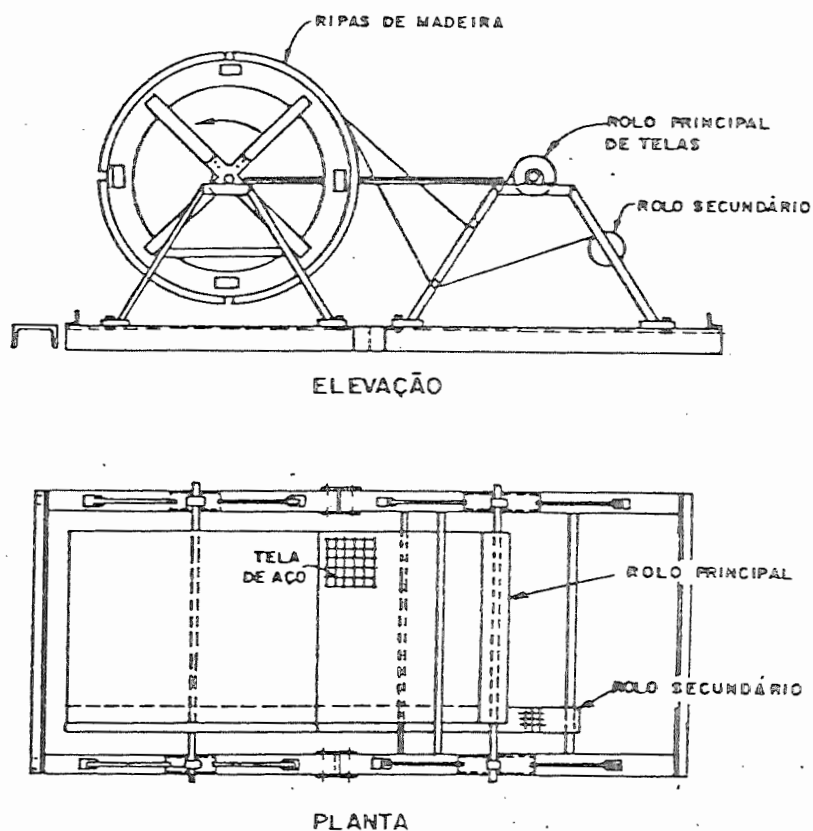


Fig. 5 - Esquema do processo semi-mecanizado para produção de peças cilíndricas

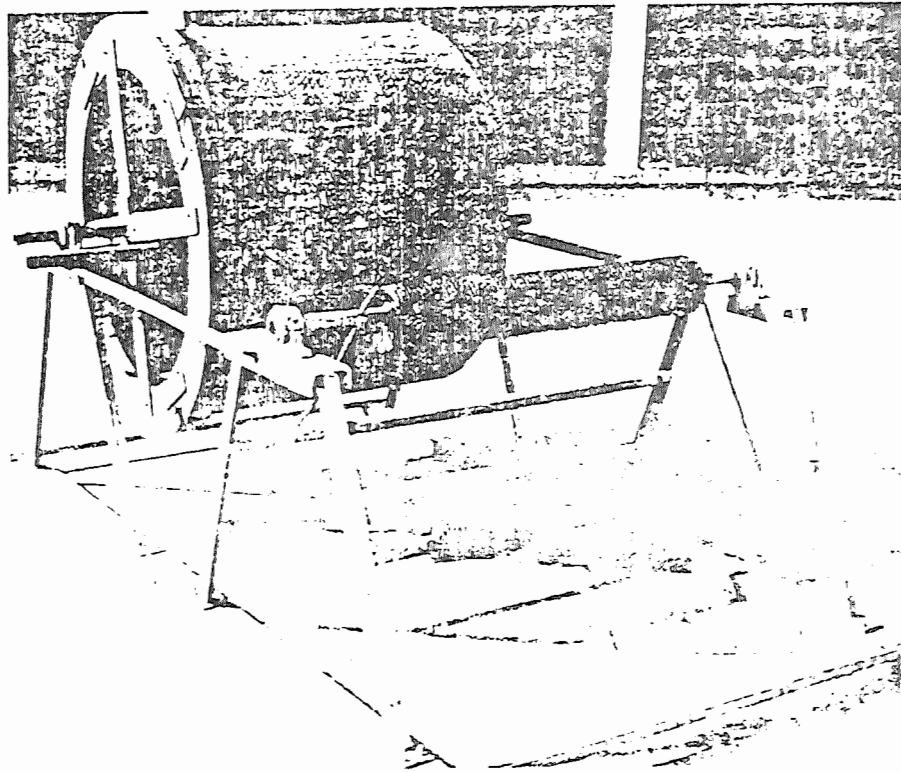


Fig. 6 - Vista do equipamento do SERC

Depois de numerosas experiências em laboratório e no campo, com o equipamento e os elementos por ele produzidos, uma patente foi concedida em janeiro de 1975.

O processo resolve os problemas relativos a controle de espessuras, adensamento da argamassa, podendo inclusive, utilizar-se de meios mecânicos para tal, além de permitir a fabricação de unidades com paredes de até 10 mm de espessura.

O equipamento é operado manualmente e a técnica de moldagem pode ser facilmente assimilada por artesãos. Têm sido moldadas, com sucesso, unidades com diâmetro de até 2,0 m e comprimento de 1,0 m.

Todo material necessário à construção do equipamento é facilmente encontrado, mesmo em pequenas cidades, e ele pode ser feito até em oficinas rurais, desde que se tenha condições de furar e cortar chapas, cantoneiras e tubos metálicos.

A moldagem das unidades cilíndricas é feita de maneira contínua e abrange basicamente as seguintes fases:

- posicionamento da tela sobre uma parte do molde, travando-o para que esta mantenha-se perfeitamente estirada.
- argamassamento manual da parte coberta pela tela e regularização da superfície.
- destravamento e rotação do molde de forma que a tela seja estirada sobre o segmento seguinte do molde.
- repete-se as operações até que o número de telas e a espessura da parede desejadas, tenham sido atingidas.

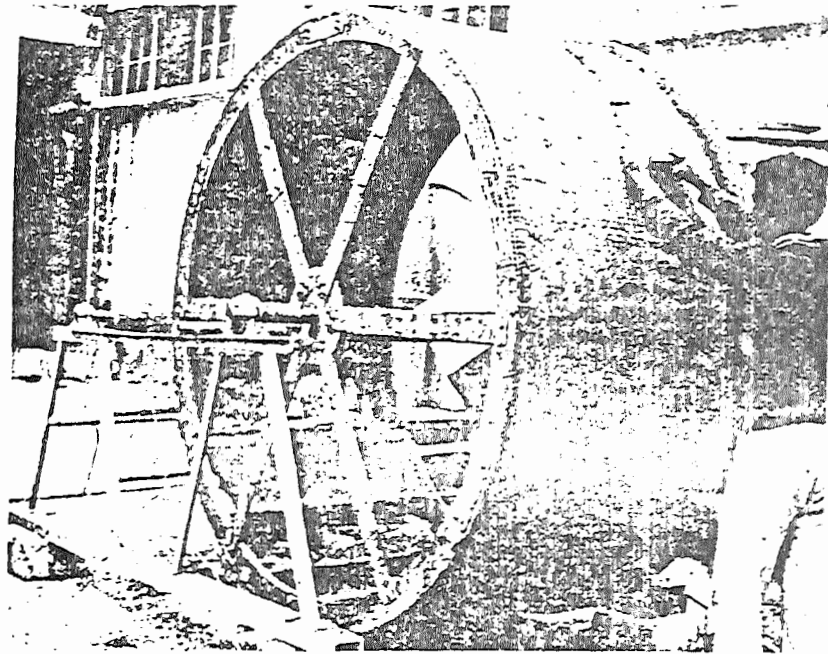


Fig. 7 - Moldagem de peças cilíndricas pelo processo do SERC.

Imediatamente após a moldagem, a forma pode ser removida do suporte do equipamento para outro suporte, para que se processe o endurecimento da argamassa, e liberando-se, assim, o equipamento para nova moldagem.

A desmoldagem pode ser realizada a partir do segundo dia, com o molde na posição vertical. A unidade produzida deve permanecer em cura até o 20^o dia, quando estará apta para ser utilizada.

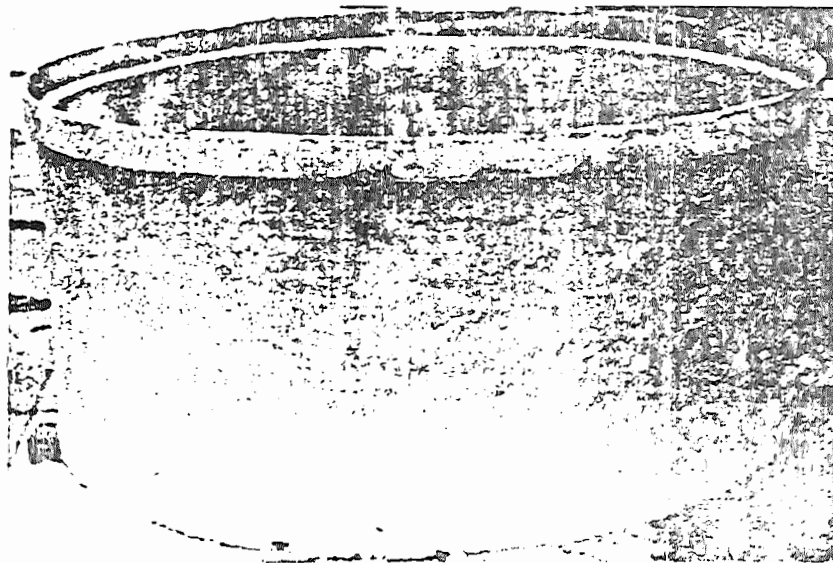


Fig. 8 - Unidade cilíndrica produzida pelo processo do SERC.

Estas unidades podem ser utilizadas como células para armazenamento de grãos desde que sejam providas de unidades de base e teto adequadas. Uma destas células com 1,20m de diâmetro e 1,00m de altura, que permite uma capacidade de estocagem de 1t de trigo pode ser vista na Fig. 9. Silos com capacidade para 2 e 3t podem ser conseguidos pelo simples acoplamento de 2 ou 3 unidades cilíndricas uma sobre a outra, preenchendo as juntas com argamassa. São previstas aberturas no teto e na unidade cilíndrica inferior, providas de portas para carregamento e descarregamento do silo. A superfície externa do silo é pintada com tinta aluminobetuminosa para torná-la impermeável e melhorar a aparência.

O processo desenvolvido é muito vantajoso para produção de pequenas unidades, pois estas podem ser transportadas e montadas com relativa facilidade. Para unidades maiores o SERC tem empregado a técnica de construir com pequenos segmentos pré-moldados. Os segmentos são moldados manualmente de modo que suas bordas fiquem com telas salientes para formar a armadura das juntas. Após a justaposição das peças as juntas são preenchidas com argamassa e acabadas. A Fig. 11 mostra um tanque de 6000ℓ de capacidade, construído utilizando esta técnica.

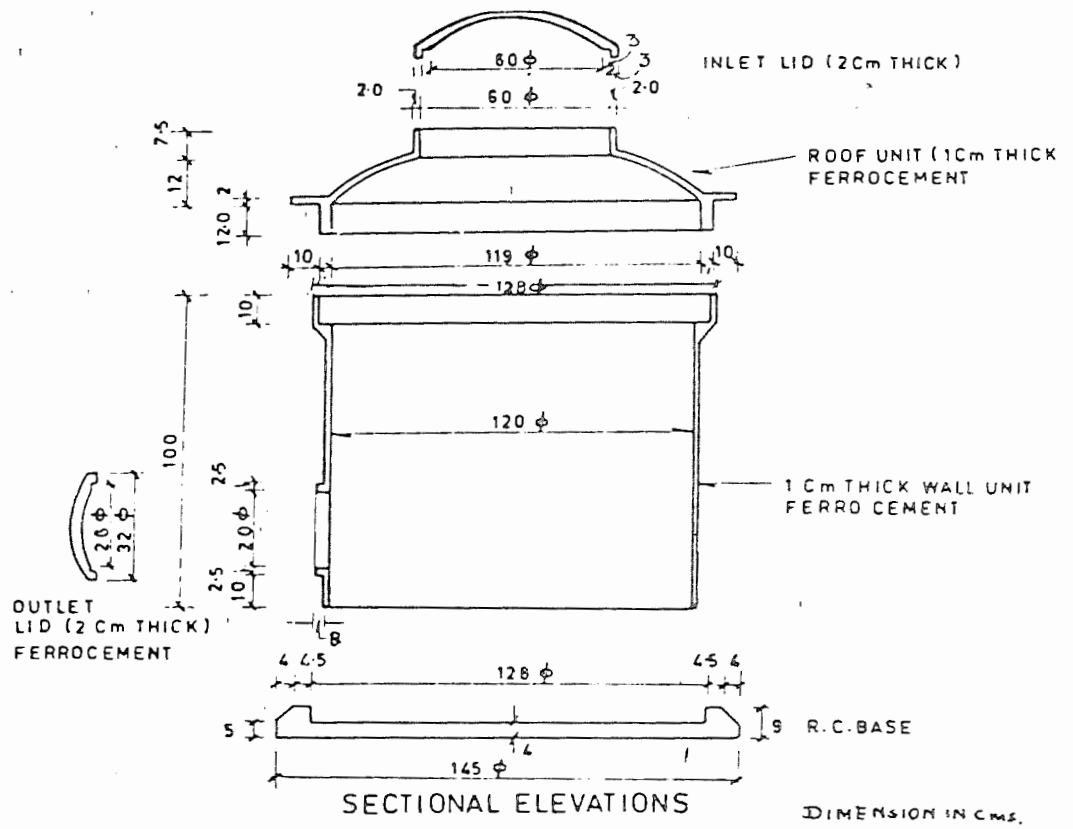


Fig. 9 - Módulos para silos de até 3t.

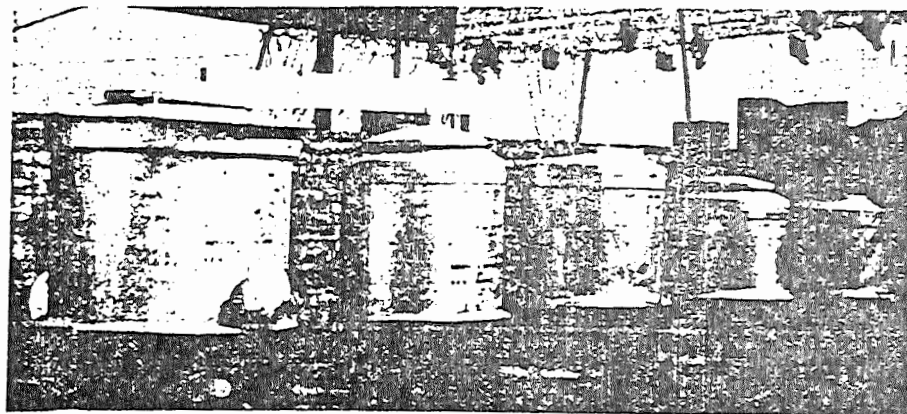


Fig. 10 - Silos e reservatórios de água produzidos pelo processo do SERC.



Fig. 11 - Reservatório de água (6.000 ℓ) construído com segmentos pré-moldados.

4.3 - "THAILO" - SILO DO "ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY-AIT"
(Tailândia) (10) (2)

É um silo em casca tronco cônica, projetado para armazenar desde 1 até 10 toneladas de grãos, como amendoim, soja, milho, etc. Este silo tem sido utilizado na Tailândia, Índia e Bangladesh.

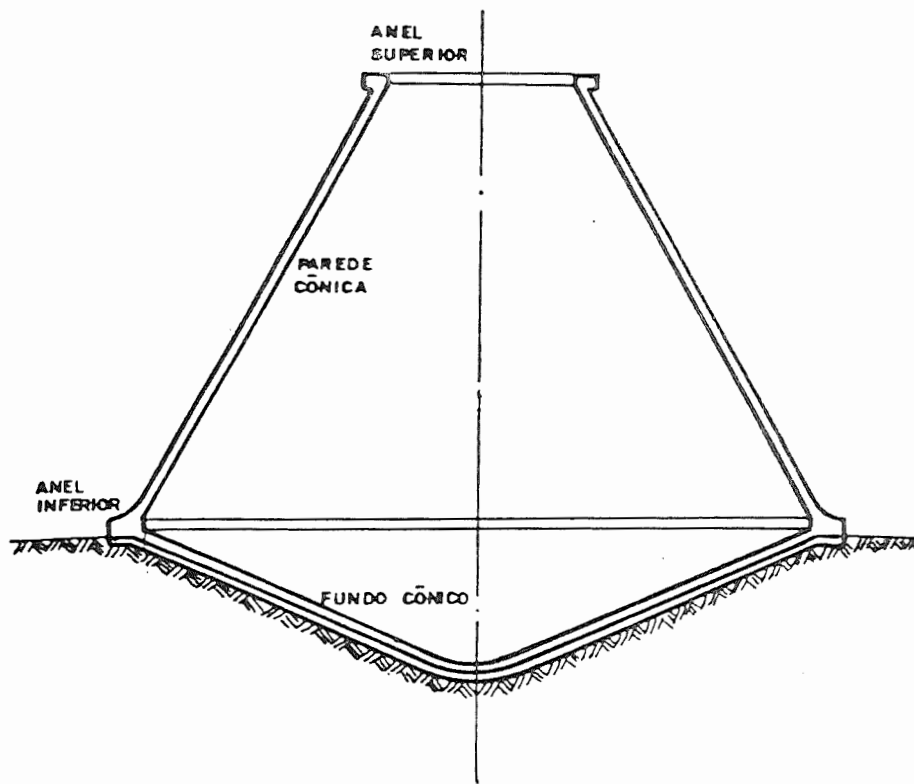


Fig. 12 - Silo em casca tronco cônica -
corte transversal

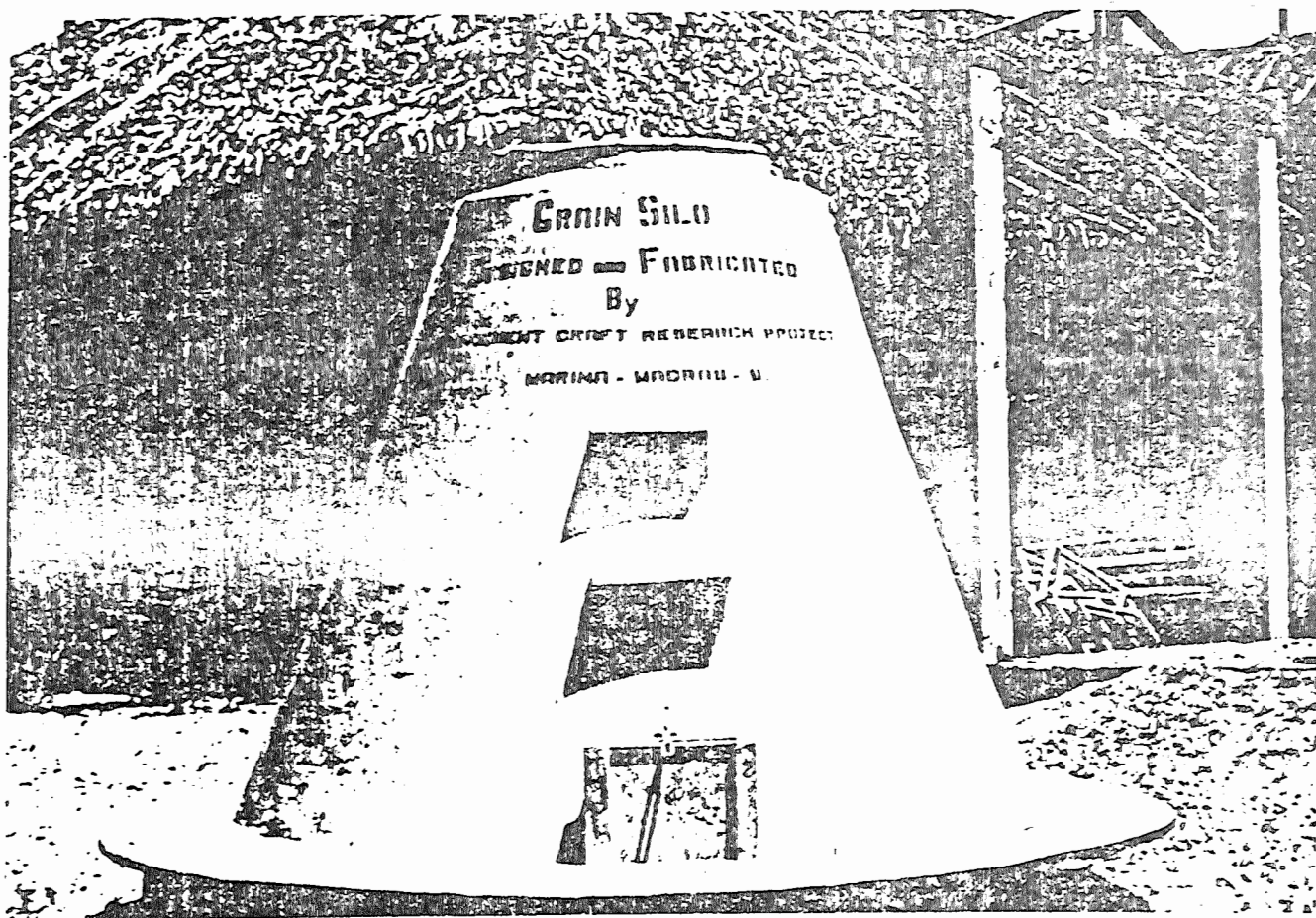


Fig. 13 - Vista do Silo

4.4 - SILO SUBTERRÂNEO CONSTRUÍDO NA ETIOPIA

Hanai (2) faz referência ao silo subterrâneo, ilustrado abaixo, que foi construído na Etiópia, no entanto, sem dar maiores detalhes de projeto e execução.

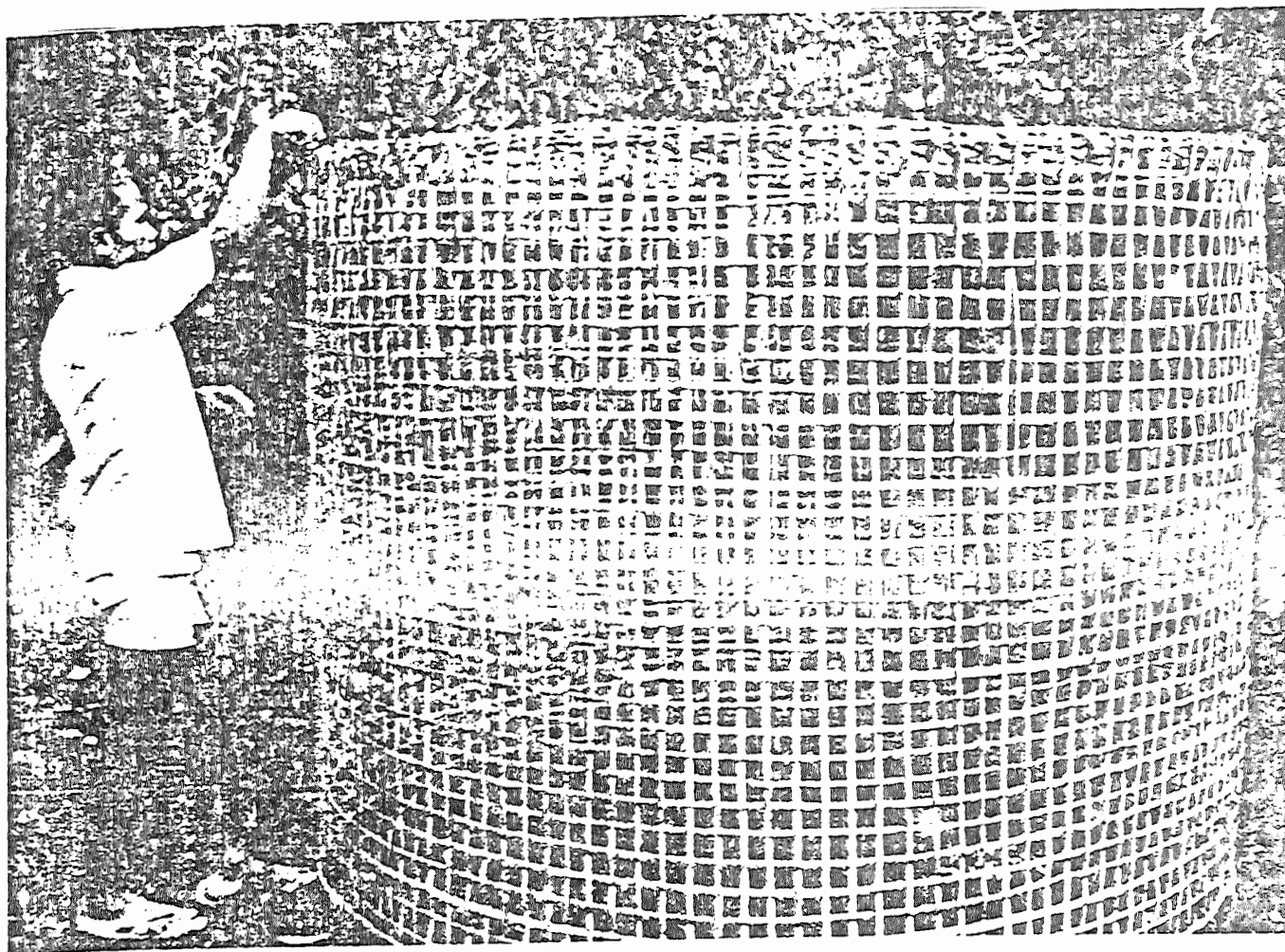


Fig. 15 - Armação de bambu para um reservatório de água.

4.6 - SILOS DE GRANDES CAPACIDADES

Em se tratando de silos de grandes capacidades a única realização encontrada, refere-se a um silo semi-subterrâneo projetado pelo "Grupo de São Carlos" e construído em Andirá, PR., (1964), onde a argamassa armada foi aplicada apenas parcialmente, ou seja, na execução do fundo e teto do silo, como cita Hanai (2), "as possibilidades de aplicação da argamassa armada para silos subterrâneos são bastante amplas. Não apenas tendo em vista a experiência internacional, mas sobretudo a tecnologia desenvolvida em São Carlos para a construção de piscinas e reservatórios enterrados.

São muitos os exemplos de piscinas e reservatórios enterrados construídos com o emprego da argamassa armada, sendo alguns deles mostrados no trabalho de Machado Jr. (3); a técnica de

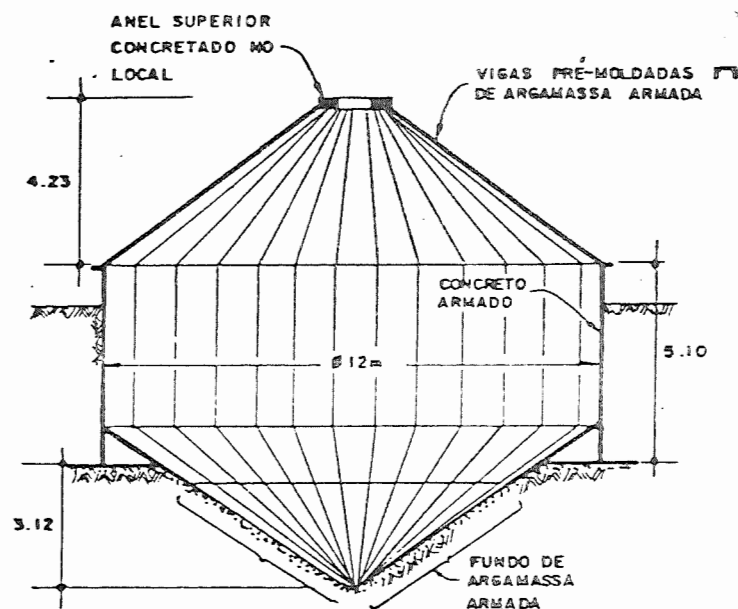
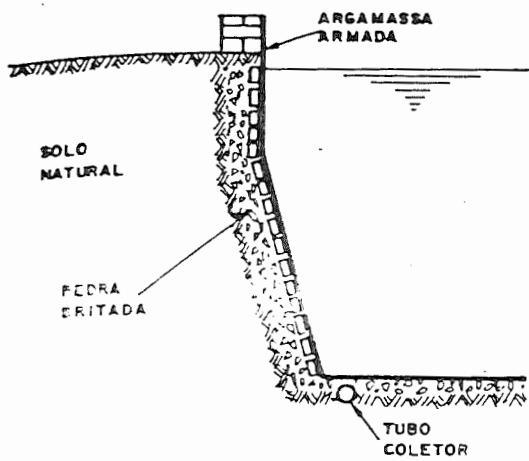


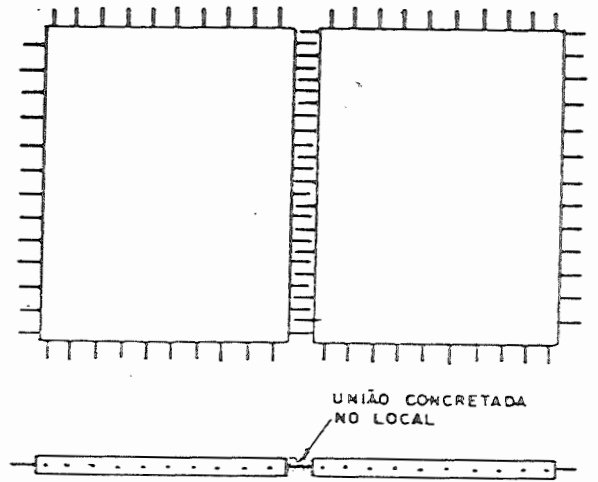
Fig. 16 - Silo subterrâneo em Andirá - PR. (1964)

construção teve alguma divulgação e as aplicações já saíram do âmbito do Grupo de São Carlos. A idéia fundamental é construir no terreno escavado e estabilizado uma membrana impermeável capaz de suportar pequenos recalques e acomodações do solo; para evitar a inconveniência de sobrepressões, providencia-se um eficiente sistema de drenagem constituído por camada de pedra britada e tubos furados como coletores (Fig. 17-a). A membrana de argamassa armada pode ser moldada no local ou constituída por placas pré-moldadas com juntas argamassadas no local (fig. 17-b); outros detalhes podem ser vistos na referência citada. Como exemplo de reservatório enterrado, cita-se o de 3.000 m^3 esquematizado na fig. 18, onde a cobertura foi também construída com elementos pré-moldados de argamassa armada; dois reservatórios desse tipo foram construídos em Araraquara, SP (1974)".

Quanto aos silos de grande capacidade, ao nível do solo ou elevados, não se encontra nenhuma referência específica. No entanto parece ser apropriada para estes casos a técnica de construção dos reservatórios de paredes onduladas para armazenamento de líquidos. Na referência indicada, Hanai, dá os detalhes da construção de 3 reservatórios ao nível do solo construídos, um em São Carlos para 2.700 m^3 e dois em Americana, sendo cada um para 900 m^3 .



a) Seção vertical típica de piscina



b) Placas pré-moldadas emendadas por traspasse de felas.

Fig. 17 - Esquema típico de piscina em argamassa armada

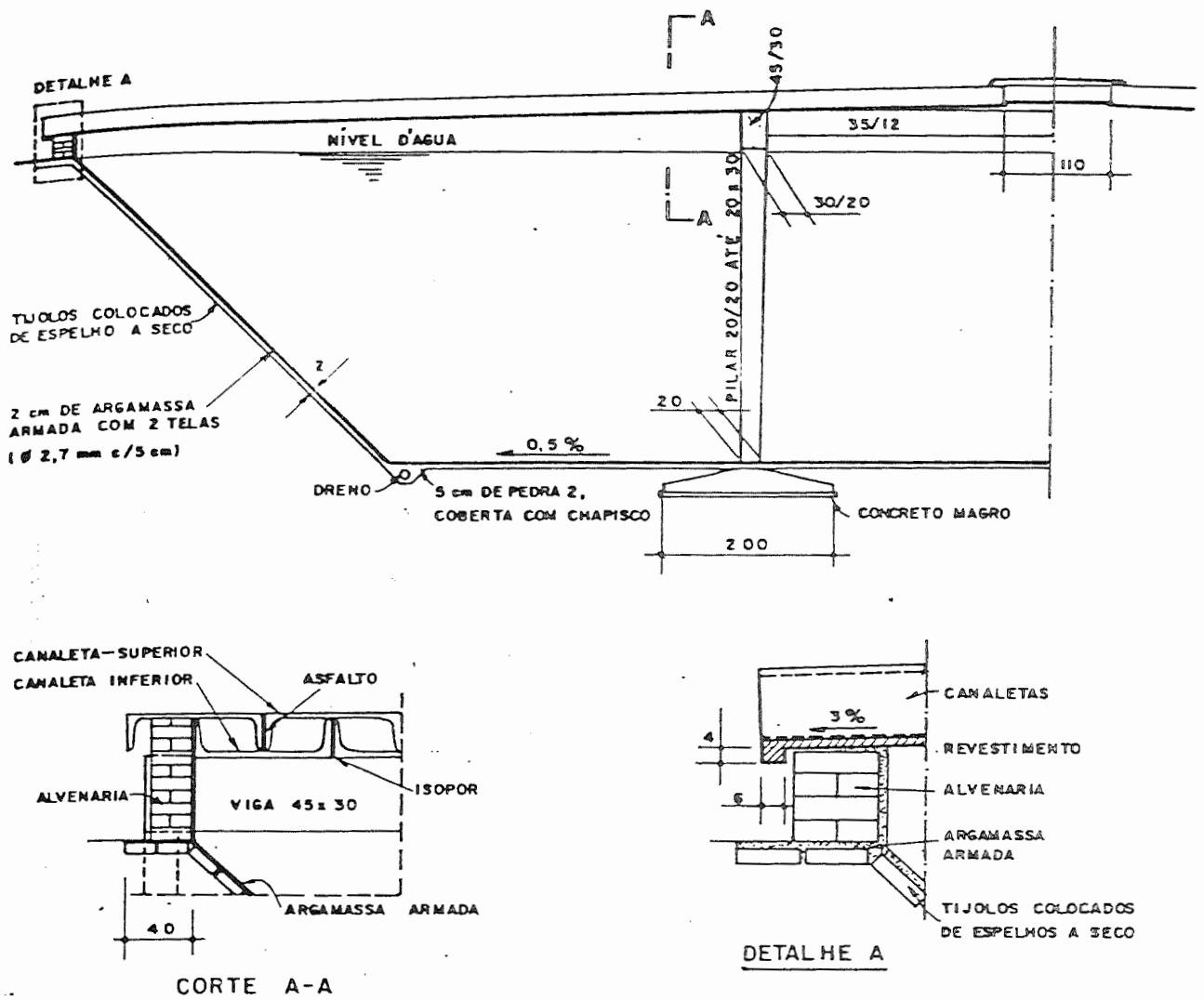


Fig. 18 - Reservatório enterrado. Araraquara - SP. 1974

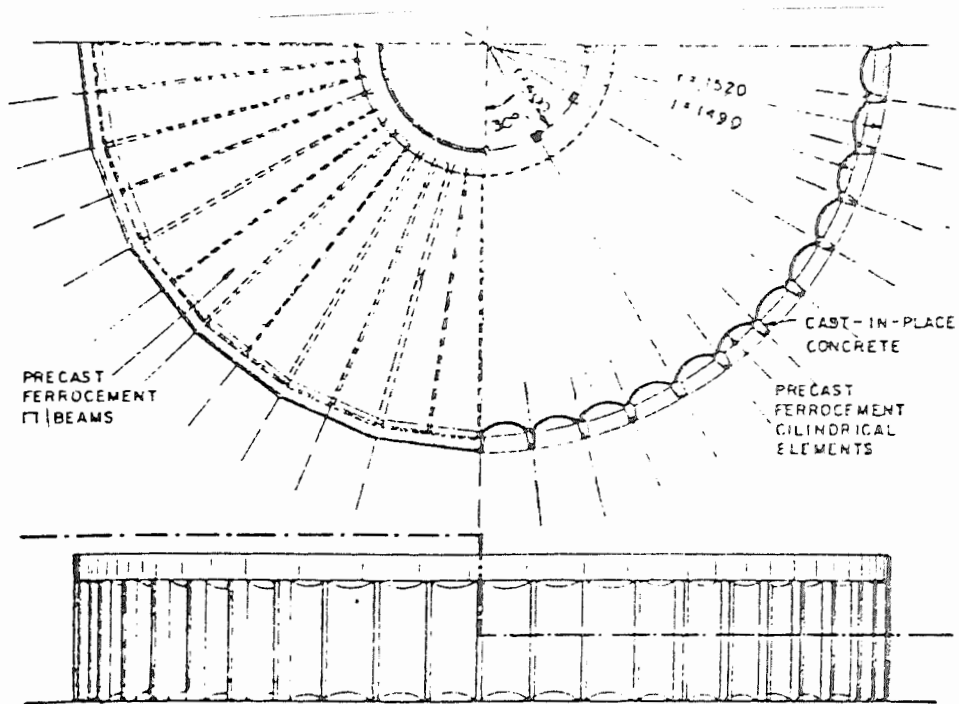
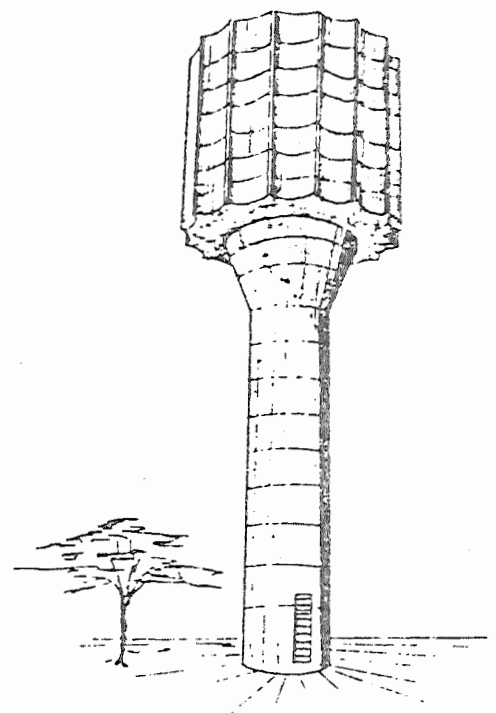


Fig. 19 - Reservatório de parede ondulada, em argamassa armada.

Hanai descreve, ainda, dois outros reservatórios elevados com paredes onduladas de concreto armado, construídos em Araraquara, SP, um em 1972 para 1200 m³ e outro em 1974 para 500 m³. Martinelli e outros (4) dizem que a argamassa armada deverá ser utilizada neste tipo de construção na primeira oportunidade. A figura abaixo mostra o aspecto destes reservatórios elevados.

Fig. 20 - Reservatório elevado de parede ondulada em concreto armado.



BIBLIOGRAFIA

- 1) CALIL JUNIOR, C. & HELLMEISTER, J.C. - Silos de madeira. São Carlos Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo 1981. (não publicada).
- 2) HANAI, V.B. Construções de argamassa armada: situação, perspectivas e pesquisas. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 1981. Tese (Doutor-Engenheiro).
- 3) MACHADO JUNIOR, E.F. Piscinas e reservatórios de argamassa armada São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 1978. Tese de Mestrado
- 4) MARTINELLI, D.A.O. et alii. "Ferro-cimento" Structures by the São Carlos group Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FERROCEMENT, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.
- 5) ORVANANOS, V.C. Algunas aplicaciones del ferrocemento in fléxico. Revista IMCYC, IC (93): 50-2, jul./ago. 1978.
- 6) PARAMASIVAN, P. & LEE, S.L. Ferrocement Structural elements. In INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FERROCEMENT, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.
- 7) PUZZI, D. - Conservação dos grãos armazenados. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1973.
- 8) SANTOS, D. - Armazenagem de grãos e cereais a nível de fazendas. In SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2. Brasília, CIBRAZEM, 1977.
- 9) SHARMA, P.C. et alii. Ferrocement applications for rural development in Asian Pacific Countries. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FERROCEMENT, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.
- 10) SHARMA, P.C. et alii. Semi-mechanised process for producing ferrocement cylindrical units. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FERROCEMENT, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.