

# “SILOS VERTICAIS EXECUTADOS COM ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO”

Luana Maria MARELLI<sup>1</sup> , Carlito CALIL Junior<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho, tem como objetivo apresentar os tipos (formas geométricas) e detalhes construtivos dos elementos de paredes e das ligações entre paredes de silos verticais executados com elementos pré- moldados de concreto. Além disso, é feita uma discussão das vantagens e uso desses silos, comparados aos executados com concreto convencional.

**PALAVRAS- CHAVE:** Silos verticais, Pré- Moldados, Tipos, Ligações

**ABSTRACT:** This work aim to present the types and constructive details of walls of connections between walls in vertical silos using precast concrete elements. A discussion about the advantages using this type of silo are made and compared with the normal concrete.

**KEYWORDS:** Vertical silos, precast concrete, connections, silo types

**INTRODUÇÃO:** Segundo Safarian & Harris (1985), os silos pré- moldados de concreto tem sido usados e são bem desenvolvidos no leste da Europa, na antiga União Soviética e Japão. A chave do sucesso destes silos está na padronização de seus componentes pré- moldados, que são o fundo, a cobertura e principalmente a parede desse tipo de estrutura. Esses componentes, em alguns países são disponíveis como itens de catálogos, similares aos componentes pré-fabricados de construção bem padronizados existentes nos Estados Unidos. Como vantagem para este tipo de silo pode- se incluir: Melhor qualidade, devido condições de controle rigoroso durante fabricação dos elementos da estrutura, quando comparado ao concreto moldado no local; Menor custo da estrutura, comparado ao concreto moldado no local, devido a: a) pouca ou nenhuma utilização de fôrma no local; b) menor número de pessoas trabalhando no local da obra; c) menor tempo para a finalização da obra. Uma desvantagem dos silos pré moldados está no tamanho dos elementos, que são controlados principalmente pelas restrições de transporte e montagem. Assim, para grandes silos, ocorre a segmentação destes em elementos pré- moldados “pequenos”, como segmentos para silos circulares a serem apresentadas posteriormente. O tamanho dos elementos de acordo com Rademacher (1983) determinam : peso dos elementos, capacidade de transporte, capacidade do equipamento de içamento, número de elementos da estrutura, número de viagens da fábrica até construção, entre outros.

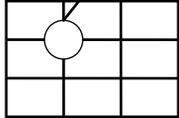
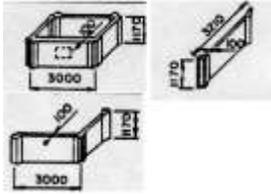
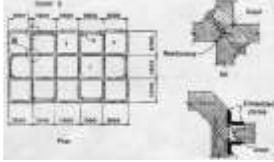
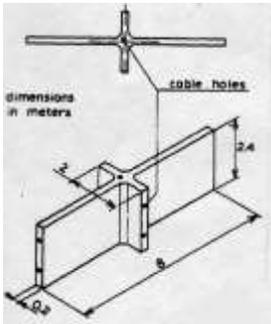
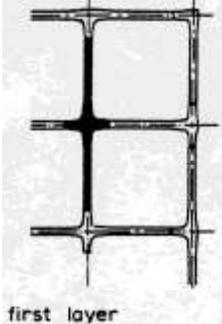
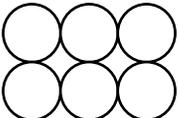
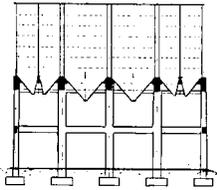
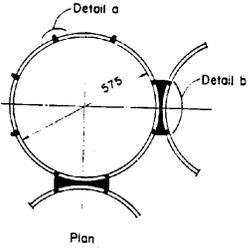
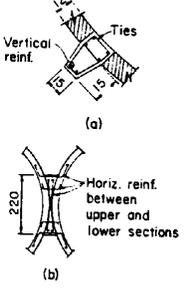
**MATERIAL E MÉTODOS:** Tipos De Silos Verticais De Concreto Pré- Moldados: Apresenta- se neste trabalho os silos mais utilizados, classificando-os de acordo com sua seção transversal, visando mostrar as formas geométricas dos elementos de paredes pré-

---

<sup>1</sup> Engenheira Civil; estudante de mestrado da Escola de Engenharia de São Carlos- USP

<sup>2</sup> Prof. Doutor da Escola de Engenharia de São Carlos- USP Av. Dr. Carlos Botelho, 1465- Centro- CEP 13560- 970- Email: calil@sc.usp.br

moldados, as ligações entre essas peças e o processo de montagem de cada tipo de silo. Esses dados são apresentados no quadro a seguir :

Classificação	Detalhamento de parede	Ligações entre elementos	Descrição das ligações
<p>Multicelulares- seção quadrada ou retangulares A</p> 	<p>Elementos de seção cheia/ plana/ em L</p> 		<p><u>Horizontal:</u> chumbadores ou cantoneiras perpendiculares aos elementos e em camadas alternadas na ligação elemento-elemento anterior e posterior.</p>
	<p>Elementos de seção cruz</p> 		<p><u>Vertical:</u> groute para cada camada A ligação desses elementos e feita através de cabos pós tensionados nas três direções, sendo os elementos de uma camada colocado em direção oposta à outra camada</p>
<p>Multicelulares circulares</p> 	<p>Anéis pré- moldados de concreto</p> 		<p>Os anéis, são empilhados e posteriormente são colocados cabos de aço verticalmente em bainhas, que sofrerão uma pós-tensão.</p>
	<p>Segmentos de placas pré-moldadas circulares</p> 		<p><u>Entre elementos:</u> podem ter ligações verticais (cabos e groute) e horizontais (parafusos ou estribos) <u>Entre silos:</u> podem ser usados parafusos radiais, barras de aço verticais com groute e pos- tensão ou armaduras verticais e horizontais</p>

**RESULTADOS E DISCUSSÃO :** Anteriormente foram citadas as vantagens e desvantagens de silos verticais executados com elementos pré-moldados, tendo como principal desvantagem o tamanho dos elementos. Uma maneira de superar este problema é segmentar os silos em elementos pré-moldados pequenos como mostrado no quadro, porém quanto maior for o número de ligações a serem feitas maior o custo da unidade do silo e menor o monolitismo da estrutura. Portanto, para assegurar que o silo formado por segmentos de placas pré-moldadas esteja bastante rígido, as ligações horizontais e verticais no silo e/ou entre silos devem ser convenientemente projetados e construídos, proporcionando resistência horizontal e vertical equivalente a uma unidade monolítica. Segundo Safarian & Harris (1985), a melhor solução para se ter ligações suficientemente rígidas é utilizar concreto entre elementos pré- moldados juntamente com conexões moldadas ou chumbadores. No caso de silos multicelulares por exemplo, as ligações verticais entre silos são grouteadas, utilizando armaduras de reforço ou chumbadores na direção horizontal. Uma outra forma de superar problemas de transporte e número de ligações de elementos pré-moldados é realizar a pré-moldagem de elementos muito grandes no local da obra, em ambiente adequado e protegido.

**CONCLUSÕES:** No que se refere à forma geométrica para silos, existem alguns poucos estudos (ex: Ronde & Shiebroeck, 1986) visando possibilitar a escolha desta forma, porém para um determinado silo esta escolha irá depender de inúmeros fatores que devem ser analisados para que a estrutura tenha o melhor comportamento quanto ao funcionamento, segurança e economia. Assim, é de grande importância a utilização de normas que englobem o maior número de variáveis significativas possíveis, para cada caso, utilizando o bom senso para que a estrutura projetada se comporte como o esperado.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

RADEMACHER, F.J.C.- “Post- Stressed Multiple Concrete Bins- Composed of Pre-Cast Elements: Energy Absorbing Structure”- **Bulk Solids Handling**- Volume 3, Number 3, September 1983.

RONDE, M.H.M.G. & SHIEBROECK.- “ a New Approach in Silo Design”- **Bulk Solids Handling**- Volume 6, Number 3, June 1986.

SAFARIAN, S.S. & HARRIS, E.C.- “ Design and Constnution of Silos and Bunkers”- **Van Nostrand Reynhold Company**- 1985.