

## Metodologia para Locação de Obras de Alvenaria Estrutural

Cláudio C. Zimmermann <sup>1</sup>

Luiz R. Prudêncio Jr. <sup>2</sup>

Artêmio Frasson Jr. <sup>3</sup>

Alexandre L. Oliveira <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Civil, Mestre em Engenharia, Professor da UFSC  
Campus Universitário, Trindade C.Postal 476  
CEP 88040-900 Florianópolis - SC  
✉ [zimmermann@ecv.ufsc.br](mailto:zimmermann@ecv.ufsc.br)

<sup>2</sup> Eng. Civil, Doutor em Engenharia, Professor da UFSC  
Campus Universitário, Trindade C.Postal 476  
CEP 88040-900 Florianópolis - SC  
✉ [ecv1lrp@ecv.ufsc.br](mailto:ecv1lrp@ecv.ufsc.br)

<sup>3</sup> Departamento de Eng. Civil  
Mestrando do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC  
CEP 88040-900 Florianópolis - SC  
✉ [ecv3afj@ecv.ufsc.br](mailto:ecv3afj@ecv.ufsc.br)

<sup>4</sup> Departamento de Eng. Civil  
Mestrando do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC  
CEP 88040-900 Florianópolis - SC  
✉ [ecv3alo@ecv.ufsc.br](mailto:ecv3alo@ecv.ufsc.br)

Conteúdo	
	<b>1 Introdução</b>
	<b>2 Topografia</b>
	<b>3 Materiais, Equipamentos e Softwares</b>
	<b>3.1 Estação total e acessórios</b>
	<b>3.2 Software AutoCAD R14</b>
	<b>3.3 Software Excel 97</b>
	<b>4 Metodologia</b>
	<b>5 Conclusões</b>
	<b>6. Referências Bibliográficas</b>

**Resumo** : Nos últimos anos, tem-se notado um grande crescimento da utilização da alvenaria estrutural no Sul do Brasil. Isto é decorrente das vantagens técnicas e econômicas proporcionadas pelo sistema construtivo que, atualmente, já representa 15% das obras construídas na região da Grande Florianópolis.

Dois das principais preocupações observadas em obra são a precisão dimensional e a correta locação das paredes, que no caso da alvenaria estrutural deve ser o da ordem de milímetros. O primeiro problema pode resultar em imprecisões nas aberturas de portas e janelas, acarretando em um erro construtivo por não seguir uma modulação pré-definida. O segundo pode remeter a excentricidades de carregamento que influirão de forma negativa na capacidade portante das paredes.

As ferramentas de desenho (AUTOCAD) juntamente com aparelhos modernos de locação (estação total) formam um conjunto propício para a locação das obras de alvenaria, devido a precisão requerida e a velocidade de execução deste serviço, que atualmente é feito de forma demorada e imprecisa.

O objetivo do trabalho é apresentar uma técnica inovadora, eficiente e precisa para a locação de alvenarias estruturais, utilizando os recursos acima descritos. Resultados de estudos de campo realizados mostraram imprecisões menores que 3mm e velocidade de locação 5 vezes maior que as usuais.

**Abstract** : In recent years, it has been noticed a remarkable growth in the use of structural masonry in the South of Brazil. It occurs because of the technical and economical advantages provided by this constructive system that, at present times, represents about 15% of the building in construction in the Metropolitan Region of Florianópolis.

Two of the main concerns in the field is the dimensional accuracy and the correct location of the walls, that in the case of structural masonry must be of millimeters. The first problem, can result in lack of precision of the openings dimensions (doors and windows), leading to constructive errors for not following a pre-established modulation. The second problem can cause load eccentricities that influence negatively the bearing capacity of the walls.

The use of design tools (AutoCad) besides modern location equipment (Total Station) form a suitable way of locating masonry works, due to required accuracy and the speed of the job, that presently is done in a slow and imprecise way.

This paper aims to present an innovative precise and efficient technique of locating structural masonry, using the tools mentioned above. Field results showed errors less than 3mm and speed of location five time faster than of conventional techniques.

### 1 Introdução

A utilização da alvenaria estrutural como sistema construtivo no Brasil não é uma novidade. Neste sistema, onde as paredes se constituem no principal elemento portante das cargas verticais, utiliza-se de vários materiais como tijolos e blocos cerâmicos, silício-calcários e de concreto.

O uso da alvenaria estrutural com blocos de concreto iniciou-se em fins dos anos 60 com a construção do *Conjunto Habitacional Central Park da Lapa*, conjunto este composto por prédios de quatro pavimentos de alvenaria armada. A partir desta época, o uso do sistema tem crescido significativamente, principalmente utilizando o bloco de concreto como unidade básica.

O crescimento da utilização do bloco de concreto, em detrimento do cerâmico ou sílico calcário, pode ser explicado pelo menor peso específico do primeiro, remetendo a cargas menores na edificação, sua precisão dimensional, diversidade de peças que possibilitam uma adequação de passagens de instalações elétricas e hidráulicas na obra, possibilidade de dosagem racional para alcance de resistências especificadas por projeto, compatibilidade bloco-argamassa remetendo uma maior eficiência na resistência de paredes em relação às paredes cerâmicas, disponibilidade de matérias-primas em praticamente todos os locais, processo de fabricação eficientes, com maquinários capazes de produzir em grande escala materiais de alta qualidade. Além disso, a racionalização do processo construtivo, qualidade e redução de custos que proporciona na construção das edificações, são fatores decisivos para o sucesso do sistema.

Atualmente, as regiões sul e sudeste do país apresentam grande quantidade de obras concluídas e em construção com alvenaria estrutural de blocos de concreto. Na região sul, incluindo Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, este aumento de consumo tem sido crescente e a quantidade de fabricantes deste tipo de pré-moldado tem acompanhado este ritmo. As fábricas já instaladas possuem maquinários de grande porte, máquinas vibro-prensas, capazes de fornecer produtos em conformidade com as normas brasileiras vigentes.

O interesse pelo desenvolvimento do sistema tem levado vários centros de pesquisa a empreenderem estudos na área. Uma das principais deficiências observadas no uso do sistema é a morosidade na locação dos blocos na primeira fiada de cada pavimento (marcação da obra). Isto ocorre devido ao uso de técnicas copiadas dos sistemas de edificações com estrutura de concreto armado. Nestes casos, a preocupação principal é a locação dos pilares, que geralmente são em números reduzidos. No caso da alvenaria estrutural, todas as paredes devem ser locadas com uma precisão milimétrica pois se constituem na estrutura do edifício e imprecisões de mais de um centímetro podem gerar excentricidades de carga importantes que diminuem consideravelmente a capacidade resistente das paredes, pondo em risco a estabilidade estrutural da edificação.

O presente trabalho relata o desenvolvimento de uma metodologia para locação de obras de alvenaria estrutural, que destaca-se pela rapidez, confiabilidade e precisão. Para a obtenção destes 3 requisitos, empregou-se algumas técnicas topográficas não convencionais para este tipo de serviço ( locação por estação total) apoiadas do uso de dados extraídos de softwares de projetos (AutoCad R14 e Excel 97).

Contatos dos autores com o Engenheiro Civil Walter Otto Isernhagen, proprietário da empresa Tríplice Engenharia, sediada em Florianópolis, SC, possibilitou aplicar-se a metodologia proposta nas obras de implantação do Edifício Residencial Bremen, localizado à rua Deputado Antônio Edú Vieira nº 320, Pantanal, Florianópolis, SC.

## 2 Topografia

Segundo ZIMMERMANN & HOLLERWEGER (1996), a Topografia é o conjunto de operações necessárias em "campo", para obtenção de dados, medidas lineares, angulares e de nível, suficientes para a representação em planta, de uma porção limitada da superfície terrestre ou de uma determinada situação. Inclui-se também, todas as medidas necessárias para a representação dos detalhes, os quais servem tanto para localização desta porção (situação), como para as informações acerca destas ou próximo a ela.

LOCH & CORDINI (1995), afirmam que no campo da engenharia, a planta topográfica é a primeira e insubstituível peça de estudo. Nenhum projeto de construção de obras civis ou militares pode dispensar o prévio levantamento topográfico. É sobre as plantas topográficas que se estudam os terrenos e sobre estas que se elaboram os projetos de construção.

A Topografia abrange os serviços de levantamento e locação. Levantamento, quando da tomada de dados em campo para a sua representação em planta, enquanto a locação é o processo inverso, ou seja, é a transferência dos dados da planta (projetos) para o terreno (BORGES, 1992). A locação ou marcação física destes projetos, é o trabalho de transferência, com a máxima exatidão, para um determinado terreno na escala natural, das medidas constantes em um projeto que encontra-se em escala reduzida, calcado em um levantamento topográfico prévio. A locação poderá ser feita pelo método do caminhamento, da irradiação, da interseção ou por coordenadas retangulares.

## 3 Materiais, Equipamentos e Softwares

### 3.1 Estação total e acessórios

Como os trabalhos de locação de obras exigem precisão, principalmente obras de alvenaria estrutural, utilizou-se então uma estação total eletrônica, marca Topcon, modelo GTS-210, pertencente ao Laboratório de Ciências Geodésicas, do curso de Engenharia Civil, do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Estação total eletrônica, nada mais é do que um distanciômetro, equipamento que mede distâncias eletronicamente (emissão e recepção de sinais/ondas), acoplado a um teodolito, formando um só instrumento. Este instrumento é ainda equipado com processadores que possibilitam, de forma automática, coletar os dados e fornecer distâncias reduzidas ao plano horizontal, diferenças de nível entre pontos ou cotas dos mesmos, ou ainda fornecer as coordenadas dos pontos coletados à partir de coordenadas conhecidas. As estações totais exibem em um display dados alfa-numéricos, que possibilitam além de identificar os pontos de forma descritiva indicam seus dados numéricos, por isso são ágeis e precisas nos garantindo segurança. Estas estações necessitam de um acessório chamado prisma que é composto por um bastão (baliza) que possui em sua extremidade superior um refletor (prisma) de sinais que são gerados e emitidos pela estação total.

### 3.2 Software AutoCAD R14

Para obtenção dos dados a serem locados ou seja, estacas, centro de blocos, centro de sapatas, centro de pilares, cantos de paredes, etc., necessitamos um micro computador e de um software do sistema CAD – computer aided design. O software utilizado neste trabalho foi o AutoCAD R14, pertencente oficialmente também ao Laboratório de Ciências Geodésicas, do curso de Engenharia Civil, do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Este software consiste num programa de desenho, que gera a partir de uma direção considerada origem (00° 00'00"), coordenadas dos pontos a serem locados.

### 3.3 Software Excel 97

O software Excel 97 trabalha na forma de planilha eletrônica, com recursos que vão desde simples cálculos até avançadas programações. Este software poderá ser utilizada para se gerar a planilha de locação, após a obtenção dos dados coletados em campo, ou seja, quando não temos os dados do projeto gerados pelo software Auto CAD e, a obra encontra-se em andamento. O Excel 97 serve ainda para, após a geração da caderneta de locação, introduzir esta na estação total. Outra opção é a digitação dos dados de locação via teclado da referida estação total.

## 4 Metodologia

Os projetos em alvenaria estrutural de blocos de concreto pressupõem a existência de uma planta de primeira fiada, na qual estão desenhados todos os blocos que a compõe, desenhada em softwares do tipo Autocad. Desta planta é possível obter as coordenadas de todos os pontos a partir de um ponto de origem e uma direção e sentido (coordenadas polares) ou de um sistema de eixos perpendiculares (coordenadas cartesianas). No caso de obras de alvenaria estrutural de blocos de concreto, para possibilitar a locação posterior em obra, é necessário definir-se alguns pontos que definam alinhamentos de paredes. Estes pontos são geralmente cantos de blocos de extremidades e encontro de paredes, denominados blocos chaves. Na prática, estes blocos, uma vez locados, possibilitarão o assentamento dos demais apenas utilizando-se uma linha como referência.

Uma vez definidos as coordenadas dos blocos chaves, transporta-se os dados para a estação total que os armazena.

O trabalho de locação no campo inicia-se pela localização do ponto de origem do sistema de coordenadas. Este ponto, pré-definido em projeto, deve ser de fácil localização na obra (por exemplo, o encontro de duas linhas diagonais). Após determinado este ponto, deve-se cravar um pino na laje ou no contrapiso (obras que a alvenaria estrutural parte do pavimento térreo) e instalar a estação sobre o ponto, localizado pelo prumo ótico. Em seguida, deve-se localizar na obra o ponto que define o alinhamento de partida (ângulo zero), também definido em planta previamente. Faz-se a visada do ponto com a luneta da estação e zera-se o ângulo. Posteriormente inicia-se a locação dos pontos armazenados na estação. Isto é feito digitando-se apenas o número do ponto. Automaticamente, aparece no visor do aparelho o ângulo de visada. Busca-se, com a luneta do teodolito, a direção/sentido do ponto. Ao girar a luneta, o ângulo mostrado no display vai se alterando e ter-se-á encontrado o sentido buscado, quando ângulo estiver no zero. Então, no equipamento, pressiona-se o botão relativo à distância. Utilizando-se a baliza dotada do prisma, busca-se no alinhamento, o ponto desejado. Como no caso do ângulo, a medida que a baliza aproxima-se do ponto, o número mostrado no display tende ao zero. Localizado o ponto, crava-se na posição demarcada um pino metálico.

Uma vez locados todos os pontos desejados, inicia-se o assentamento dos blocos chaves. Nesta etapa, é importante verificar o nivelamento destes pontos. Esta operação pode ser feita utilizando-se a própria estação total. Se houver um desnível de mais de 0,5cm, o primeiro bloco a ser assentado deve ser o que apresentou a cota mais alta. Isto evitará, que se tenha que cortar a laje para assentar os blocos de cota mais baixa. Se o desnível for superior a 2 cm, os blocos de cota mais baixa deverão ser assentados com uma argamassa de maior resistência e, em alguns casos, até preenchidos com concreto para evitar o surgimento de tensões elevadas que ocorre quando são utilizadas juntas espessas.

Após assentados os blocos chaves, linhas de nylon são esticadas para definir os alinhamentos das paredes e possibilitar o assentamento dos demais blocos da primeira fiada.

Quando o projeto prevê mais de um pavimento, a maior dificuldade no posicionamento dos pontos *in loco*, é a definição dos pontos base e a respectiva transferência dos mesmos para os pavimentos subseqüentes. Para isso, os pontos base de locação, que normalmente utiliza-se dois ou três (origem e definição de alinhamento), são transportados para a laje superior deixando-se tubos de PVC, com diâmetro entre 40 ou 50 mm, nas mesmas prumadas (mesmas verticais destes lugares) dos pontos base. Estes tubos são fundidos na laje durante a concretagem, e as transferências destes pontos base para esta laje, é feita com a própria estação total, utilizando-se o prumo ótico. Uma vez visado cada ponto base na laje inferior, é posicionado um tampão no tubo da laje de trabalho e nele transferido o ponto base. Ao se transferir novamente os pontos base para as outras lajes, pode-se retirar os tampões dos tubos e preencher estes com concreto.

Desta forma, tem-se para cada laje os mesmos pontos base, que teoricamente, estão posicionados sempre nas mesmas prumadas.

No caso da obra utilizada como objeto de estudo para implantação da metodologia sugerida, já havia sido construído um pavimento e foi inviável aplicar os procedimentos da forma sugerida. Fez-se então uma adaptação do processo, que em muitos casos pode ser também de grande utilidade.

Ao invés de locar os pontos a partir de uma planta de AutoCad, foi-se diretamente a obra e posicionou-se a estação sobre a segunda laje do edifício em um ponto da região central e, com o prumo ótico, determinou-se o ponto de origem do sistema de coordenadas. Em um edifício vizinho, buscou-se com a luneta um ponto de fácil visada que definiu o alinhamento do sistema (direção zero). Uma vez zerado o aparelho, posicionou-se a baliza sobre os cantos dos blocos chaves já assentados na laje. Estes pontos eram sucessivamente gravados no equipamento e a identificação era marcada na planta de primeira fiada da obra. Desta forma, quando da concretagem da laje superior, deixou-se o tubo de PVC na prumada do ponto de origem. Após a execução da laje, locou-se o equipamento sobre o ponto de origem utilizando-se o procedimento anteriormente descrito. Buscou-se então, no prédio vizinho, o ponto de referência para o alinhamento do ângulo zero. A seguir, locou-se normalmente todos os pontos armazenados na estação total.

## 5 Conclusões

A técnica proposta atendeu plenamente aos objetivos estabelecidos: Rapidez, precisão e confiabilidade. O tempo gasto para a locação de aproximadamente 40 pontos chaves foi de 2 horas. O tempo normal para esta operação no sistema convencional é de 8 a 16 horas, conforme a experiência da equipe em obra. Além disso, o ponto principal do sistema proposto foi a sua precisão. Valores de no máximo 3mm de desaprumo foram verificados de uma laje para outra. Nos processos convencionais de locação, os pontos de referência para o alinhamento das paredes normalmente são tirados do pavimento imediatamente abaixo do de trabalho, provocando erros cumulativos. Na metodologia proposta, como o sistema de origem é transferido com precisão pavimento a pavimento, este problema não ocorre.

Cabe aqui salientar que não é aconselhável o uso desta metodologia com o emprego de equipamentos de precisão inferior como no caso de trenas e de teodolitos comuns. Nestes, a precisão angular é geralmente superior a 20", o que pode gerar erros importantes de locação. Além disso, como os pontos precisarão ser levados para o aparelho através da leitura de uma caderneta de locação, podem aparecer erros adicionais.

O uso da estação total em conjunto com trenas, foi testado e apresentou bons resultados, tanto na precisão quanto na rapidez da

locação, podendo portanto ser adotado.

## 6. Referências Bibliográficas

1. BORGES, Alberto de Campos. **Topografia aplicada à engenharia civil**. São Paulo, ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, SP, 1992 p. 219-231.
2. Carlos; CORDINI, Jucilei. **Topografia contemporânea: planimetria**. Florianópolis, ed. da UFSC, 1ª edição, 1995 p. 1-20.
3. BRUCK, Nelson L. M. **As dicas na edificação**. Porto Alegre, RS, ed. D. C. Luzzato Ltda. 1a edição, 1985, p. 67-69.
4. ZIMMERMANN, Cláudio C.; HOLLERWEGER, Fernando R. Geração de caderneta de locação de obra utilizando os softwares autocad r12 e excel 5.0. **Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil**, Florianópolis, de 21 a 23 de abril de 1996. UFSC, Florianópolis, SC, 1996 p. 489-493.