

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais de Construção
Curso de Especialização em Construção Civil

Clarissa Roscoe Betonico

TECNOLOGIA CONSTRUTIVA SOMONTAR

Belo Horizonte
2013

Clarissa Roscoe Betonico

TECNOLOGIA CONSTRUTIVA SOMONTAR

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Produtividade das construções.

Orientadora: Profa. Maria Teresa Paulino Aguiar

Belo Horizonte
2013

B564t

Betônico, Clarissa Roscoe.

Tecnologia construtiva Somontar [recurso eletrônico] / Clarissa Roscoe Betônico. - 2013.

1 recurso online (45 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Maria Teresa Paulino Aguiar.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Bibliografia: f. 44-45.

1. Construção civil. 2. Concreto pré-moldado. 3. Sustentabilidade; 4. Inovações tecnológicas. 5. Controle de custo. 6. Construção - Desempenho. I. Aguiar, Maria Teresa Paulino. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: CLARISSA ROSCOE BETÔNICO

MATRÍCULA: 2012667826

RESULTADO

Aos 22 dias do mês de abril de 2013 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“TECNOLOGIA CONSTRUTIVA SOMONTAR”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

☒ APROVADO

☐ APROVADO COM CORREÇÕES

☐ REPROVADO

NOTA: 80

CONCEITO: 3

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Drª. Maria Teresa Paulino Aguiar

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Nome

Assinatura

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 22 de abril de 2013

Coordenador do Curso

Prof. Dalmo Lúcio M. Aguiar

Coordenador do Curso de Especialização

Em Construção Civil

RESUMO

As constantes mudanças no mercado da construção civil tem motivado as empresas do ramo a estudar inovações nos sistemas construtivos, com o objetivo de se tornar mais competitivas através da redução de custos e prazos. Destaca-se, dentre essas ações, a retomada da utilização de sistemas construtivos de alvenaria estrutural com blocos pré-fabricados, pela eficiência e economia proporcionada. Elementos estruturais chamados pré-moldados ou pré-fabricados, são aqueles que adquirem certo grau de resistência antes do seu posicionamento definitivo na estrutura. A utilização desse tipo de elemento aumenta significativamente a racionalização no processo construtivo em alvenaria estrutural, associado ainda à rapidez de execução, organização e qualidade do produto final. Neste trabalho será apresentado um sistema construtivo que vai além das características dos modelos presentes no mercado. O bloco pré-fabricado Somontar, como o nome já diz, dispensa o uso de argamassa entre os blocos, oferecendo mais agilidade e melhor acabamento final, além de outras vantagens.

Palavras-chave: construção civil; concreto pré-moldado; sustentabilidade; inovações tecnológicas; controle de custo; construção-desempenho.

ABSTRACT

The constant changes in the construction market have motivated companies in the sector to study innovations in construction systems, aiming to become more competitive through cost and time reduction. Among these actions, the revival of structural masonry systems with prefabricated blocks stands out due to the efficiency and economy it provides. Structural elements known as precast or prefabricated elements are those that acquire a certain degree of resistance before their definitive positioning in the structure. The use of this type of element significantly increases the rationalization in the structural masonry construction process, also associated with the speed of execution, organization, and quality of the final product. This work will present a construction system that goes beyond the characteristics of existing models in the market. The Somontar prefabricated block, as the name suggests, eliminates the use of mortar between the blocks, offering more agility and better final finishing, among other advantages.

Keywords: civil construction; precast concrete; sustainability; technological innovations; cost control; construction performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Família do bloco cerâmico.	13
Figura 2 – Família do bloco de concreto.	14
Figura 3 - Vista inferior do Bloco Somontar. Saliência superior caracterizando o encaixe do bloco e os vazios laterais para facilitar a separação dos módulos.	15
Figura 4- Vista superior do Bloco Somontar. Superfície plana que recebe a saliência do bloco caracterizando o seu encaixe e os vazios laterais para facilitar a separação dos módulos.	15
Figura 5– Forma metálica utilizada na fabricação dos Blocos Somontar.	17
Figura 6 – Prensa metálica utilizada na fabricação dos Blocos Somontar.	18
Figura 7 – Molde plástico utilizado na fabricação dos Blocos Somontar.	18
Figura 8 -Máquina Vibro-prensa e molde plástico utilizado na fabricação dos Blocos Somontar.	20
Figura 9– Layout proposto para a fábrica de Blocos Somontar.	24
Figura 10– Projeto Arquitetônico da residência a ser executada com Blocos Somontar.	29
Figura 11– Blocos Somontar dispostos conforme locação das paredes.	30
Figura 12 - Acabamento dos Blocos Somontar após a montagem da parede.	30
Figura 13 – Acabamento da espala da parede executada com Blocos Somontar e a esquadria instalada.	31
Figura 14– Aplicação de gesso liso sobre a parede que será pintada.	31
Figura 15 – Sala de Jantar e Cozinha acabadas. Piso, rodapés e esquadrias já instaladas.	32
Figura 16 – Salas de Estar e Jantar já finalizadas.	32
Figura 17 – Varanda: Paredes externas pintadas com tinta apropriada e esquadrias de madeira devidamente instaladas. Piso em cerâmica e forro de madeira.	33
Figura 18 - Paredes externas pintadas com tinta apropriada e esquadrias de madeira devidamente instaladas. Piso em cerâmica e forro de madeira.	33
Figura 19 – Vista externa da residência já finalizada.	34
Figura 20 – Varanda lateral finalizada.	34
Figura 21 - Residência Unifamiliar/Área: 29,32 m ² - Rua Senhora do Carmo, 181 -Olhos D'água – BH/MG.	35
Figura 22 - Residência Unifamiliar/Área: 95,20 m ² - L 15, Q 30, Jardim Canadá – Nova Lima/MG.	35
Figura 23 – Residência Unifamiliar/ Área: 459,30 m ² - Fazenda do Trevo – Bom Jesus do Amparo – MG.	36
Figura 24 - Residência Unifamiliar/ Área: 96,23 m ² - L 13 – Cond. Campo Grande de Vila Rica - Ouro Preto – MG.	36
Figura 25 - Residência Unifamiliar/ Área: 138,89 m ² - L 13, Q 05, Cond. Canto das Águas Rio Acima – MG.	37
Figura 26 - Residência Unifamiliar/ Área: 236,88 m ² - Rua 16, Jardins de Petrópolis – Nova Lima – MG.	37
Figura 27 - Residência Unifamiliar/ Área: 136,21 m ² - L22, Q07, Av. A, Cond. Condados de Bouganville, Lagoa Santa – MG.	38
Figura 28 - Residência Unifamiliar/ Área: 140,36 m ² - Rua Maria Salanha Alves - Vila do Ouro, Nova Lima – MG.	38
Figura 29 – Residência Unifamiliar/ Área: 188,59 m ² - L 261 B, Q. única, Residencial Passárgada, Nova Lima – MG.	39
Figura 30 - Residência Unifamiliar/ Área: 80,91 m ² - L 7, Q 08, Cond. Campo Grande de Vila Rica, Ouro Preto – MG.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com quantitativos de máquinas e ferramentas necessárias para a montagem da fábrica de Blocos Somontar	24
Tabela 2 -Tabela com dados técnicos do Bloco Somontar	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

MPa Megapascal

NBR Norma Brasileira

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	ALVENARIA ESTRUTURAL.....	10
2.1	- Conceituação	10
2.2	- Classificação.....	11
2.3	- Componentes.....	11
2.4	- Tipos de Alvenaria Estrutural	12
3	SISTEMA CONSTRUTIVO SOMONTAR	14
3.1	- Considerações Gerais	14
3.2	- Composição.....	16
3.3	- Fabricação	17
3.4	- Dimensionamento dos Blocos Somontar	24
3.5	- Etapas de montagem.....	25
4	ESTUDO DE CASO	28
4.1	- Descrição	28
4.2	- Dados Técnicos.....	29
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO	40
6	CONCLUSÕES.....	43
7	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O sistema de construção utilizando a alvenaria estrutural é considerado um dos mais antigos. Entretanto, com a revolução industrial e o avanço de novas técnicas construtivas o sistema foi perdendo espaço na construção civil para as soluções em concreto armado e em aço. No início do século XX, buscando novas alternativas de construção, alguns países mais desenvolvidos começaram a demonstrar interesse novamente e a realizar estudos sobre alvenaria estrutural. No Brasil, os estudos só iniciaram muito mais tarde e até hoje os profissionais da área têm pouco conhecimento sobre o sistema. A alvenaria estrutural pode ser executada com tijolos ou blocos, sendo que estes podem ser de diversos materiais. Os mais utilizados são os cerâmicos e os em concreto.

Com esta pesquisa pretendeu-se analisar o sistema construtivo com Blocos Somontar através de estudo de caso, em que foi feito o acompanhamento do processo construtivo. Diante dessa análise, será feita uma breve comparação entre o sistema inovador Somontar e o sistema construtivo com blocos cerâmicos.

2 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1 - Conceituação

Alvenaria Estrutural é um sistema construtivo racionalizado, no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria. É um processo construtivo que pode ser empregado tanto em casas como em edifícios de múltiplos pavimentos.

São construções formadas por blocos industrializados de diversos materiais, projetadas para resistirem a esforços de compressão única ou ainda a uma combinação de esforços e podendo ainda conter armadura envolta em concreto ou argamassa no plano horizontal e vertical.

Segundo Franco (1992), a alvenaria estrutural é toda estrutura de alvenaria, dimensionada através de procedimentos de cálculo para suportar cargas além do peso próprio. A alvenaria estrutural pode ser definida como sendo um processo construtivo cuja característica principal é

a existência e aplicação de paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras como principal estrutura de suporte a edifícios.

2.2 - Classificação

A alvenaria estrutural pode ser classificada conforme descrito abaixo:

- Alvenaria Estrutural Armada: é o processo construtivo em que, por necessidade estrutural, os elementos resistentes (estruturais) possuem uma armadura passiva de aço. Essas armaduras são dispostas nas cavidades dos blocos que são posteriormente preenchidas com microconcreto (Graute).
- Alvenaria Estrutural Não Armada: é o processo construtivo em que nos elementos estruturais existem somente armaduras com finalidades construtivas, de modo a prevenir problemas patológicos (fissuras, concentração de tensões, etc.).
- Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada: processo construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados. De forma geral, essa definição é empregada somente no Brasil.
- Alvenaria Estrutural Protendida: é o processo construtivo em que existe uma armadura ativa de aço contida no elemento resistente. Quanto ao tipo e material elas podem ser de tijolos, fabricado com material cerâmico ou de blocos, fabricados com concreto.

2.3 - Componentes

Os componentes principais da alvenaria estrutural são: blocos, ou unidades; argamassa; graute e armadura. Já os elementos são uma parte suficientemente elaborada da estrutura, sendo formados por pelo menos dois dos componentes anteriormente citados. Como exemplos de elementos podem ser citados: paredes, pilares, cintas, vergas.

2.4 - Tipos de Alvenaria Estrutural

O mercado brasileiro dispõe de quatro tipos de blocos para a execução desse sistema construtivo, a seguir:

- Cerâmicos;
- Sílico-calcários;
- Concreto;
- Concreto celular autoclavado.

Entretanto, os sistemas mais utilizados são os constituídos por blocos cerâmicos e blocos de concreto.

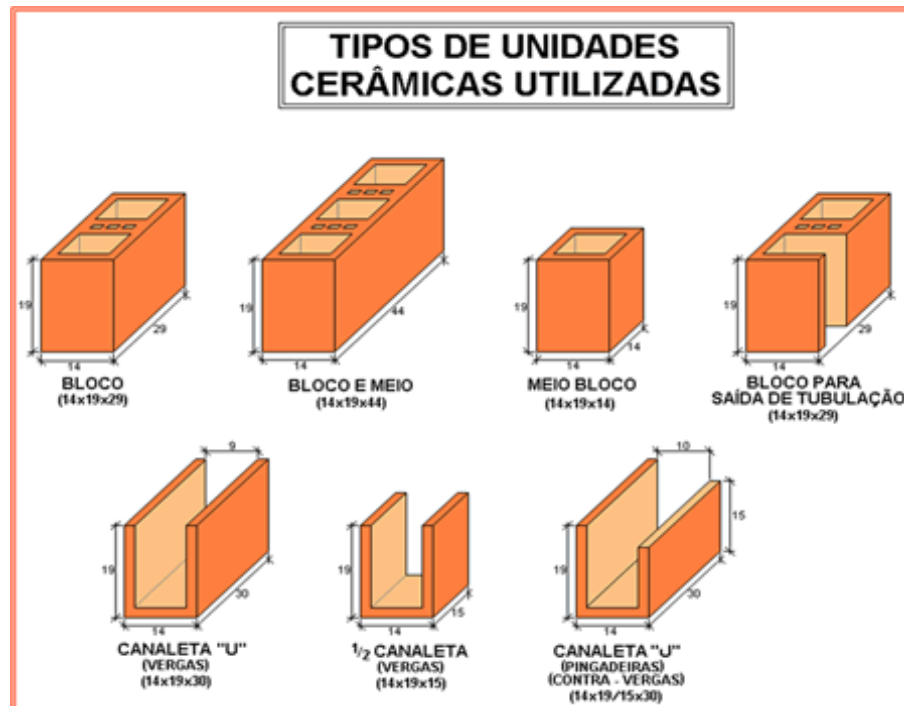
- Bloco Cerâmico

Os blocos cerâmicos (Figura 1) são componentes construtivos utilizados em alvenaria (vedação, estrutural ou portante). Apresentam furos de variados formatos, paralelos a qualquer um dos seus eixos.

São normalmente produzidos com argilas ricas em juta (tipo taguá) e argilas.

A conformação ocorre por extrusão, onde a massa de argila é pressionada através do molde que dará a forma da seção transversal. A coluna extrudada obtida, passa por um cortador, onde se tem a dimensão do componente, perpendicular a seção transversal. Posteriormente os blocos são submetidos a secagem e a queima é feita a temperaturas que variam entre 9000C e 11000C.

Figura 1– Família do bloco cerâmico.



Fonte: Bethônico, 2011.

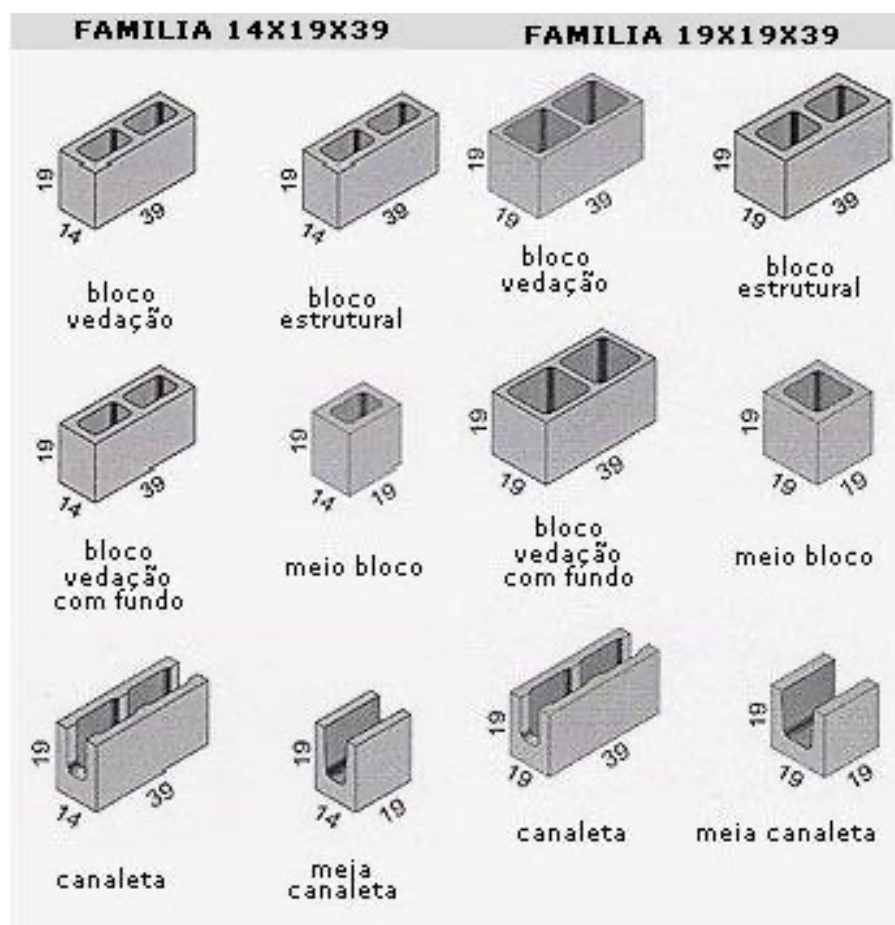
- Bloco de Concreto

Os blocos de concreto usados na construção têm dois tipos de acabamentos, acabamento rústico ou acabamento aparente. Os de acabamento rústico, são do tipo que receberão acabamento com reboco. Já os aparentes, que tem acabamento mais liso, ficam visíveis.

Os usados na construção de muros e paredes são chamados de blocos de vedação. Neste tipo de estrutura será necessária a existência de colunas nas extremidades, ou conforme projeto de colunas intermediárias.

Para estruturas onde é necessário passar ferragens, tubulações hidráulicas ou elétricas no interior, o bloco a ser usado é o estrutural. Este tipo de bloco é mais resistente. O bloco tipo “T” é utilizado no final de paredes de repartição, onde será colocado um batente de cada lado. As canaletas do tipo “U” e “J” podem ser utilizadas de várias formas em uma construção, principalmente nas junções de lajes e paredes, vigas e paredes, pingadeiras em muros. As canaletas podem ser encontradas em vários tamanhos.

Figura 2 – Família do bloco de concreto.



Fonte: Bethônico, 2011.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO SOMONTAR

3.1 - Considerações Gerais

A Tecnologia Construtiva Somontar foi criada por João Alberto Bethônico em meados de 1990, com a finalidade de racionalizar as construções, reduzindo custos, prazos e eliminando o desperdício. Pode ser considerada como uma autêntica evolução do processo construtivo convencional, pois, além de inovar significativamente na execução das paredes também permite a racionalização das outras etapas da obra. O grande diferencial são as paredes executadas com os Blocos Somontar (figuras 3 e 4). São blocos especiais de concreto convencional, cuja montagem é feita com um eficiente sistema de travamento interno, dispensando o uso da argamassa de assentamento.

Figura 3 - Vista inferior do Bloco Somontar. Saliência superior caracterizando o encaixe do bloco e os vazios laterais para facilitar a separação dos módulos.



Fonte: Bethônico, 2011.

Figura 4- Vista superior do Bloco Somontar. Superfície plana que recebe a saliência do bloco caracterizando o seu encaixe e os vazios laterais para facilitar a separação dos módulos.



Fonte: Bethônico, 2011.

Segundo Bethônico (2008), suas vantagens são:

- A aparência é igual à das construções em alvenaria convencional, evitando-se, assim, a rejeição que é muito comum em outros processos alternativos.
- A agilidade e a praticidade da Tecnologia Construtiva Somontar são superiores às das construções convencionais e às de outros sistemas construtivos.
- Os índices de isolamento termo-acústicos são bastante elevados e ideais para climas quentes ou frios. Os Blocos Somontar são incombustíveis.
- Os Blocos Somontar dispensam a necessidade de máquinas ou equipamentos especiais na sua montagem e podem ser facilmente manuseados por uma pessoa sem esforço excessivo. A montagem dispensa mão-de-obra especializada.
- Eliminação das perdas de materiais de construção, que chegam a mais de 20% no processo convencional, conforme pesquisas recentes.
- Liberdade na criação arquitetônica, com plantas dimensionadas em função de um módulo horizontal pequeno, permitindo compartimentos melhor ajustados.
- Devido à ótima planicidade da parede, o assentamento dos materiais de revestimento dispensa o chapisco e o emboço.
- Economia de aço: utilizado somente nos locais de grauteamento.
- Etapas de construção simultâneas, permitindo a execução de instalações elétricas e hidráulicas simultaneamente ao levantamento da alvenaria.
- Instalações sem rasgos nas paredes, devido à passagem das tubulações serem internas aos blocos.
- Maior segurança do operário, devido à facilidade de execução.
- Racionalização do canteiro devido ao correto *layout*.
- Todas as patentes relativas ao processo foram requeridas e depositadas no Brasil e no Exterior.

3.2 - Composição

O Concreto Convencional é a matéria prima utilizada na produção dos Blocos Somontar. Os blocos são elementos vibro prensados e constituídos de uma mistura de cimento Portland, areia, pedriscos ou pó de pedra e água. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimentos. Sua resistência é especificada pelo f_{ck} , sendo que o índice mínimo para paredes internas e externas

com revestimentos é 4,5 Megapascal (MPa) e o índice mínimo para paredes externas sem revestimento é de 6 MPa.

Os materiais são dosados e conduzidos a um misturador. Infelizmente, não é possível determinar o traço de um concreto para blocos sem realizar uma dosagem experimental nas condições da fábrica e com as matérias-primas disponíveis. Não existe um traço pré-definido, uma vez que os fatores climáticos e o armazenamento influenciam consideravelmente na condição dos materiais. A consistência da composição deverá se assemelhar à uma “farofa”, de modo que, quando prensadas na palma da mão, não perca sua forma e textura.

3.3 - Fabricação

O bloco Somontar possui um molde metálico que delimita as paredes do elemento e seus furos (Figuras 5 e 6). Na parte inferior do bloco, a montagem contempla um pálete com formas de plástico resistente, capaz de moldar o encaixe dos blocos.

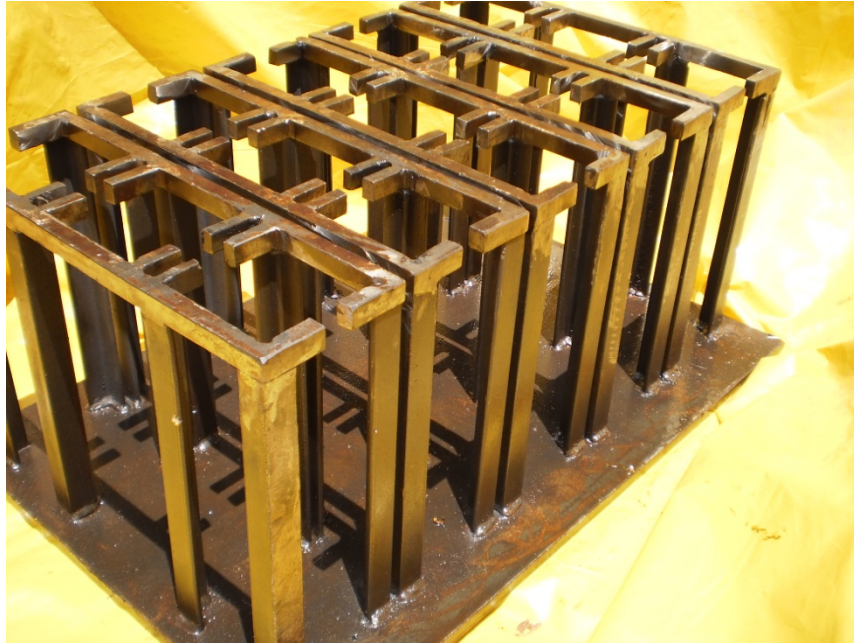
Após a mistura da argamassa, o composto é colocado no molde da máquina (Figura 5) para ser vibrado e compactado. O bloco é desenformado e armazenado nas câmaras de cura, por cerca de 12 horas (Figura 7).

Figura 5– Forma metálica utilizada na fabricação dos Blocos Somontar.



Fonte: Bethônico, 2011.

Figura 6 – Prensa metálica utilizada na fabricação dos Blocos Somontar.



Fonte: Bethônico, 2011.

Figura 7 – Molde plástico utilizado na fabricação dos Blocos Somontar.

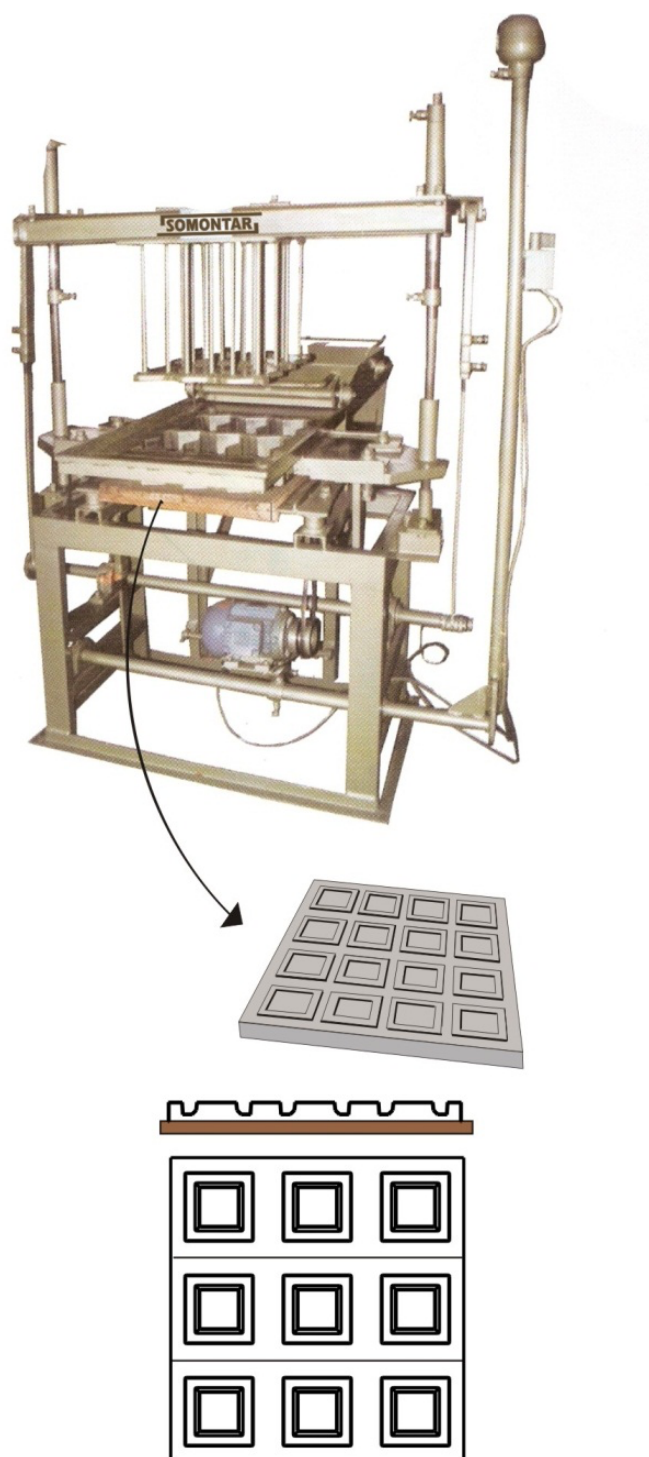


Fonte: Bethônico, 2011.

A alvenaria estrutural de bloco de concreto é a única que conta com um completo corpo normativo na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- Norma Brasileira (NBR) NBR 6136 (1994) – Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural;
- NBR 7184 (1992) – Determinação da resistência à compressão;
- NBR 12117 (1992) – Retração por secagem;
- NBR 12118 (1992) – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida;
- NBR 10837 (1989) – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- NBR 8798 (1985) – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- NBR 8215 (1983) – Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão.

Figura 8 -Máquina Vibro-prensa e molde plástico utilizado na fabricação dos Blocos Somontar



Fonte: Bethônico, 2011.

O terreno onde será implantada a fábrica deverá ter, no mínimo, 360,00m². Deverá ser plano, possuir pontos de água e energia e a largura da rua e o portão terão largura suficiente para manobra de caminhões de grande porte.

O *layout* da fábrica (Figura 9) deverá conter os depósitos de matéria prima (3 e 6), que são areia e cimento, deverão estar localizados junto à betoneira e próximo à rua, juntamente com o estoque de blocos prontos (18) (produto acabado).

A betoneira (17) (ou misturador) estará próximo ao depósito de areia (3), ao cimento desensacado (4) e junto ao tambor de água (18). A máquina de prensar blocos (13) ficará no fundo de um fosso (15), em um nível mais baixo do que o piso da fábrica (menos 55cm) junto à betoneira. Na parte de trás fica a saída dos páletes com os blocos recém produzidos indo diretamente para o pátio de início de cura no fundo do terreno (11), com espaço necessário para no mínimo 500 páletes (área sem cobertura de telhado). Ao lado do fosso, à direita, no nível principal, localiza-se o depósito de páletes que não estão sendo utilizados momentaneamente (14). À esquerda do fosso (15) onde se situa a máquina de prensar (13), junto à divisa, ficará o conjunto de construções em alvenaria que abrigará o depósito fechado de cimento (6), um cômodo (7) com função de depósito de pequenos componentes (ferramentas, peças sobressalentes e almoxarifado geral) e que servirá, eventualmente, como dormitório de um dos funcionários que poderá ter a função de vigia. Em sequência, teremos um vestiário (8), o compartimento para o compressor (9) e finalmente uma instalação sanitária (10). Entre o fosso e as construções de alvenaria foi prevista uma fossa (20) para receber a água de limpeza da máquina e do próprio fosso, diariamente após o expediente. Próximo à rua e à direita fica o pátio de estoque do produto acabado (19), onde os blocos são curados com aspersão de água e disponibilizados para a entrega. Deverão ser cobertos com lona nos primeiros dias.

Os Blocos Somontar são fabricados com uma massa de cimento e areia lavada (média ou grossa), de consistência quase seca, chamada de “farofa” devido à adição de pouquíssima água. Os traços irão variar em função do tipo de bloco, de sua aplicação na obra e de sua resistência. Serão blocos estruturais ou blocos de vedação. A massa é misturada na betoneira (ou misturador) (17) durante aproximadamente 3 minutos, observando-se o traço correto e logo após é despejada na banquetta do fosso (16). Em seguida, o operador da máquina de prensar põe a massa na forma, enchendo-a totalmente com a utilização de uma pá, tira o excesso com o rodo próprio, vibra e prensa os blocos sobre o pálete.

A máquina de prensar que indicamos é a modelo V3000 da Vibracon que tem a capacidade básica de 500 ciclos/dia, produzindo $500 \times 6 = 3.000$ blocos de 10cm (Série A), $500 \times 5 = 2.500$ blocos de 12,5cm (Série B), $500 \times 4 = 2.000$ blocos de 15cm (Série C) ou $500 \times 3 = 1.500$ blocos de 20cm (Série C). Esta produção poderá atingir até 700 ciclos/dia.

A equipe de produção propriamente dita será composta de 4 funcionários:

- um operador da máquina de prensar os blocos, que, sendo a atividade mais cansativa, deverá fazer um revezamento com o operador da betoneira.
- um operador da betoneira (ou misturador) que fica encarregado de preparar a mistura da massa, e que deverá revezar-se com o operador da máquina de prensar. Trabalha junto à betoneira e é o responsável pela correta dosagem dos componentes (traços).
- dois transportadores de páletes que utilizam os carrinho especiais. Eles retiram os páletes com os blocos recém moldados e os levam para o pátio. Complementando a equipe, temos dois ajudantes que tem a função de fazer o carregamento dos caminhões na fábrica e a descarga na obra. Estes dois funcionários chegarão à fábrica uma hora mais cedo para iniciarem a desforma dos blocos produzidos no dia anterior e proceder a limpeza dos páletes. Quando disponíveis ajudarão em outras atividades.

Os traços da massa irão variar conforme a necessidade de resistência dos Blocos Somontar e em função das diversas aplicações nas obras. Serão feitos ensaios de compressão e tabelas de resistências para determinar as misturas ideais que irão atender aos diferentes usos. Se for necessário um endurecimento ainda mais rápido, poderemos adicionar à água um acelerador de pega, principalmente na produção da parte da tarde que terá menos tempo para a cura inicial.

A produção é iniciada pelo operador da betoneira que medirá os quantitativos de areia, cimento e água. Serão colocados na seguinte ordem: primeiro a metade da água, logo a seguir toda a areia, depois o cimento e finalmente o restante da água. A quantidade de água vai variar em função da umidade da areia. Quanto mais úmida a areia estiver menos água deverá ser adicionada. Para uma determinação empírica do ponto ideal, pode-se comprimir na mão um pouco da massa e esta não deverá esfarinhar e nem escorrer por excesso de água.

Na sequência, e após misturar durante aproximadamente três minutos, a massa é despejada na plataforma dentro do fosso que tem a altura certa para o operador colocá-la dentro da forma da máquina de prensar os blocos. A seguir, o operador colocará um pálete encaixado na base da máquina, encherá a forma com a massa, retirará o excesso com o rodo especial e acionará a alavanca para soltar a parte superior da forma e processar a compressão e a vibração final. Após, a forma é levantada e o pálete com os blocos recém prensados é liberado. Finalmente os funcionários transportadores de blocos posicionam os garfos do carrinho especial sob o pálete, levantam-no e o levam para o pátio de início de cura no fundo do terreno. Nos dias de chuva os

blocos deverão ser cobertos com lona, para proteger também os páletes que tem a base de madeira.

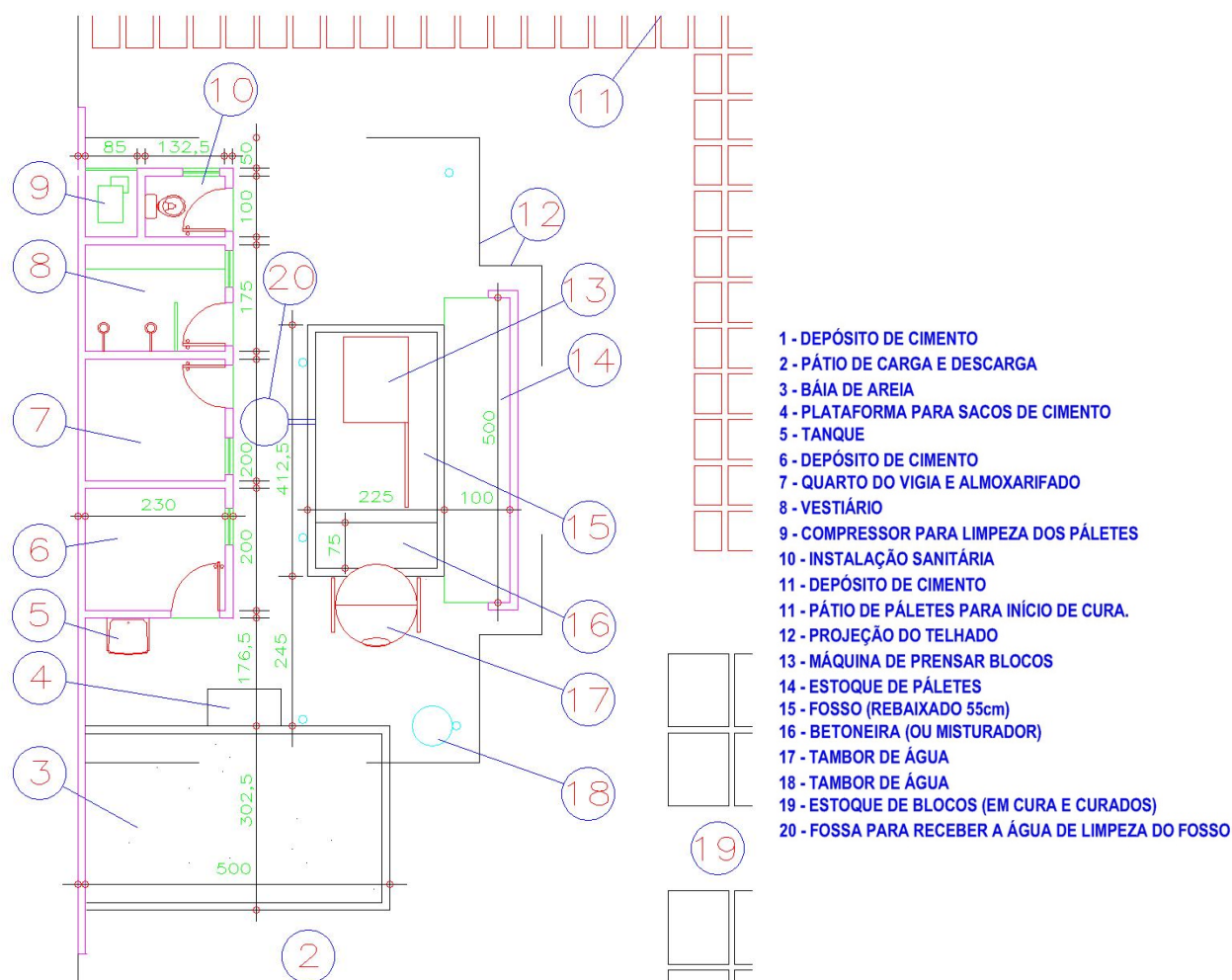
No dia seguinte, os dois ajudantes de carga e descarga chegarão mais cedo à fábrica e iniciarão a desforma e limpeza dos páletes, permitindo o início da produção. A limpeza dos páletes é feita logo após a desforma utilizando-se ar comprimido e escovação. Nesta operação nunca devemos utilizar água para evitar a deterioração da parte de madeira dos páletes. Os blocos recém desformados serão transportados em carrinhos plataforma, cuidadosamente, para a área de estoque do produto acabado para a cura final. Para evitar a quebra da saliência do macho, os blocos serão dispostos deitados e em camadas alternadas. Durante os primeiros dias após a desforma deverá ser feita a aspersão contínua de água sobre a pilha de blocos para uma cura ideal.

Estão relacionados na tabela 1 as máquinas, equipamentos e instalações necessárias para a produção dos Blocos Somontar (BETHÔNICO, 2011).

Tabela 1 – Quantitativos de máquinas e ferramentas necessárias para a montagem da fábrica de Blocos Somontar.

ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
01	01	Máquina de prensar blocos de concreto, mod. V3.000 da Vibração
02	01	Betoneira 400l
03	02	Compressor para limpeza dos páletes (tamanho médio)
04	02	Carrinho transportador de páletes (Vibração)
05	01	Carrinho plataforma para transporte de blocos Vibração)
06	03	Formas para blocos de 10, 12,5, 15 e 20cm
07	500	Páletes para 6 blocos de 10cm
08	500	Páletes para 5 blocos de 12,5cm
09	500	Páletes para 4 blocos de 15cm
10	500	Páletes para 3 blocos de 20cm
11	01	Rodo para retirar o excesso de massa da forma
12	-	Sistema de pulverização de água
13	-	Carrinhos de mão, pás, enxadas e outras ferramentas

Figura 9– Layout proposto para a fábrica de Blocos Somontar.



Fonte: Bethônico, 2011.

3.4 - Dimensionamento dos Blocos Somontar

Os Blocos Somontar tem dimensionamento especial que obedece a uma rigorosa modulação. Os furos permitem a passagem de fiação e tubulação, evitando cortes e perdas. Permitem também a inclusão de reforços adicionais na alvenaria, quando são preenchidos com microconcreto e barra de aço, estruturando a parede em pontos estratégicos. As tipologias dos blocos estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Dados técnicos do Bloco Somontar

BLOCO SOMONTAR							
Série	Bloco Tipo	Dimensões			Área (m²)	Volume (m³)	Peso (Kg)
		E (Largura)	H (Altura)	C (Comprimento)			
A	A1	10	20	10	0,0215	0,00138	3,036
	A2			20	0,0430	0,00281	6,182
	A3			30	0,0645	0,00413	9,086
	A4			40	0,0860	0,00551	12,122
B	B1	12,5	20	12,5	0,0269	0,00181	3,982
	B2			25	0,0538	0,00369	8,118
	B3			37,5	0,0806	0,00539	11,858
C	C1	15	20	15	0,0323	0,00224	4,929
	C2			30	0,0645	0,00449	9,878
	C3			45	0,0968	0,00652	14,344

Fonte: Adaptado de Bethônico, 2011.

3.5 - Etapas de montagem

Com exceção das paredes, as outras etapas de obra, quando se utiliza a Tecnologia Construtiva Somontar, mantém as características convencionais, porém a maioria delas é bastante agilizada e racionalizada.

- **Prospecção do Subsolo**

Através da análise de sondagem, observando a existência de aterro mal compactado ou sem compactação, uniformidade de resistência, profundidade do lençol freático para possível rebaixamento por drenagem, a fundação correta será escolhida e dimensionada

- **Locação da obra**

A locação será feita pelos eixos dos elementos construtivos, tais como: paredes, pilares, colunas, etc. No caso de fundação do tipo sapata corrida, são locados os eixos dos baldrames, que corresponderão aos eixos das paredes. A locação de pilares, sapatas, blocos e outros elementos estruturais será feita pelas coordenadas dos eixos

- **Trabalhos em terra – Escavação**

Os trabalhos em terra serão executados mecanicamente quando de grande volume ou manualmente quando se limitar a pequenas movimentações, acertos de níveis e cortes das cavas de fundação.

- **Drenagem**

Quando se fizer necessária, a drenagem será feita através de Valetas com enchimento de brita formando vazios, ou por meio de tubulação de Manilhas Furadas envoltas por manta porosa especial (“Bidim” ou similar), e brita. A profundidade, a vazão e o dimensionamento dos drenos serão definidos após os estudos específicos.

- **Fundação**

A Fundação tem a finalidade de distribuir as cargas da edificação sobre o solo. É de extrema importância, pois dela vai depender a segurança e a estabilidade de toda a edificação.

- **Instalações Complementares**

As Instalações hidro-sanitárias, elétricas e telefônicas serão executadas com rigorosa observância das normas pertinentes, das condições da concessionária local e dos projetos de instalações.

- **Esquadrias**

As esquadrias podem ser produzidas de qualquer material usualmente empregado nas construções, tais como: chapa de aço, madeira, alumínio, PVC, e outros.

- **Acabamentos**

Qualquer material de acabamento normalmente utilizado nas construções convencionais poderá ser aplicado nas obras executadas com a Tecnologia Construtiva Somontar. Nas paredes hidráulicas, tais como: das cozinhas, áreas de serviço, banhos e outros, será aplicado todo e qualquer material de acabamento convencionalmente utilizado nestes locais. Os azulejos, cerâmicas, fórmicas, mármore, granitos etc., serão assentados diretamente sobre a superfície da parede, dispensando o chapisco e o emboço de

regularização. Nas paredes internas não hidráulicas, será feito um emassamento com gesso ou argamassa de cimento e areia, em fina camada, diretamente sobre a superfície dos blocos.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 – Descrição

A construção da residência tratada neste estudo foi realizada pelo Arquiteto e Urbanista João Alberto Bethônico e sua equipe de execução, assim como os projetos arquitetônico e complementares.

A edificação está localizada em um terreno de 1.000,00 m², e a residência possui 3 quartos, um deles com suíte, sala para 2 ambientes, cozinha, lavabo, dependência completa de empregada e varandas. A área total privativa é de 126,19 m².

Com a finalidade de compreender melhor o processo construtivo com Blocos Somontar foram realizadas visitas técnicas ao local da construção.

Nessas visitas procurou-se acompanhar o processo construtivo durante a realização das etapas executivas, a fim de analisar as vantagens e desvantagens proporcionadas pela utilização dos Blocos Somontar. A partir desta análise, será feita uma breve comparação entre o uso de Blocos Somontar e Blocos Cerâmicos convencionais.

O contato com o arquiteto detentor da patente, João Alberto Bethônico, permitiu sintetizar a sequência executiva das paredes de Blocos Somontar, além de conhecer detalhes construtivos não descritos na literatura. Essa etapa de acompanhamento da construção foi registrada por meio de fotografias.

As figuras 11 até 20, demonstram algumas fases de execução da residência utilizando os Blocos Somontar, objeto deste presente estudo.

Na figura 11 podemos observar a disposição dos Blocos Somontar conforme locação das paredes. Essa é a etapa de marcação da primeira fiada de Blocos Somontar. O sistema construtivo promove organização e limpeza da obra.

Figura 11– Blocos Somontar dispostos conforme locação das paredes.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 12 - Acabamento dos Blocos Somontar após a montagem da parede.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 13 – Acabamento da espala da parede executada com Blocos Somontar e a esquadria instalada.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 14– Aplicação de gesso liso sobre a parede que será pintada.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 15 – Sala de Jantar e Cozinha acabadas. Piso, rodapés e esquadrias já instaladas.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 16 – Salas de Estar e Jantar já finalizadas.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 17 – Varanda: Paredes externas pintadas com tinta apropriada e esquadrias de madeira devidamente instaladas. Piso em cerâmica e forro de madeira.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 18 - Paredes externas pintadas com tinta apropriada e esquadrias de madeira devidamente instaladas. Piso em cerâmica e forro de madeira.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 19 – Vista externa da residência já finalizada.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 20 – Varanda lateral finalizada.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

As figuras 21 até 30, demonstram edificações construídas com Blocos Somontar.

Figura 21 - Residência Unifamiliar/Área: 29,32 m² - Rua Senhora do Carmo, 181 -Olhos D'água – BH/MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 22 - Residência Unifamiliar/Área: 95,20 m² - L 15, Q 30, Jardim Canadá – Nova Lima/MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 23 – Residência Unifamiliar/ Área: 459,30 m² - Fazenda do Trevo – Bom Jesus do Amparo – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 24 - Residência Unifamiliar/ Área: 96,23 m² - L 13 – Cond. Campo Grande de Vila Rica - Ouro Preto – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 25 - Residência Unifamiliar/ Área: 138,89 m² - L 13, Q 05, Cond. Canto das Águas Rio Acima – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 26 - Residência Unifamiliar/ Área: 236,88 m² - Rua 16, Jardins de Petrópolis – Nova Lima – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 27 - Residência Unifamiliar/ Área: 136,21 m² - L22, Q07, Av. A, Cond. Condados de Bouganville, Lagoa Santa – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 28 - Residência Unifamiliar/ Área: 140,36 m² - Rua Maria Salanha Alves - Vila do Ouro, Nova Lima – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 29 – Residência Unifamiliar/ Área: 188,59 m² - L 261 B, Q. única, Residencial Passárgada, Nova Lima – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

Figura 30 - Residência Unifamiliar/ Área: 80,91 m² - L 7, Q 08, Cond. Campo Grande de Vila Rica, Ouro Preto – MG.



Fonte: Autora deste trabalho, 2013.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Ao analisar o Sistema Construtivo Somontar, verificamos a consistência das suas vantagens executivas, principalmente àquelas relacionadas à eficiência construtiva e organização da obra. A possibilidade de fabricar os blocos dentro do canteiro de obras viabiliza a praticidade na execução, reforça a economia do sistema, além de proporcionar melhores condições de entrega dentro dos prazos estabelecidos.

Outro fator importante é a organização e a limpeza do canteiro de obras , mesmo quando a fabricação dos blocos acontece no mesmo.

Além das vantagens citadas ao longo do trabalho, pode-se destacar como principal característica inovadora do sistema construtivo Somontar, a montagem dos blocos na construção das paredes sem a utilização de argamassa de assentamento vertical/horizontal.

As limitações desse sistema, assim como as de qualquer outro com função de estruturação das alvenarias, são:

- Limitação da flexibilidade funcional dos ambientes, pelo fato das paredes geralmente serem estruturais e impossibilitarem a sua remoção;
- Menores vãos livres, quando comparados à estruturas em aço ou concreto;
- Limitação das criações arquitetônicas, em função das modulações dos blocos e característica estrutural.

Para um entendimento mais completo do Sistema Construtivo Somontar e seus benefícios, será feita uma breve comparação entre algumas características do blocos cerâmico e do Somontar.

- Fabricação

A produção dos blocos cerâmicos passa por um tratamento em que a argila é misturada com água, e deixada para descansar por no mínimo 72 horas. Logo após, ela vai para a extrusora , onde ganhará o seu formato correto. Depois os blocos cerâmicos passam por um túnel de secagem onde ficam por 20 horas. Posteriormente, são dispostas em fornos onde a temperatura passa dos 850°C. Após a queima, elas serão resfriadas e estarão prontas para o uso.

O processo de confecção dos blocos Somontar é consideravelmente mais simples do que o citado acima, além da cura do produto ser mais rápida e a possibilidade dos blocos serem fabricados no canteiro de obras.

- Características

Os blocos cerâmicos tem preço bastante acessível e oferecem excelente conforto termoacústico, ou seja, protegem contra variações de temperatura e barulho. Possuem boa impermeabilização, pois seus coeficientes de absorção são baixos e oferecem grande facilidade durante o manuseio devido ao seu peso. Entretanto, os blocos cerâmicos apresentam muitas irregularidades em sua forma, exigindo correções de argamassa.

Os blocos Somontar oferecem todas as vantagens citadas acima com a diferença de serem modulados permitindo a divisão dos blocos em 3 ou mais partes, de acordo com a necessidade. Destaca-se ainda a economia gerada pela montagem das paredes sem a utilização de argamassa de assentamento e a boa aderência dos blocos de concreto permite a aplicação direta do revestimento da parede.

O produto ainda permite embutir os fios elétricos e encanamento sem quebras e furos, conforto acústico e menor propagação do fogo em incêndios.

A escolha entre os dois tipos de bloco deve atender as especificações de cada obra, e a disponibilidade do material em cada região, sempre com a orientação de um profissional qualificado, porém podemos notar uma melhor utilização do bloco de concreto em construções maiores e voltados para uso industrial, enquanto as construções de alvenaria residencial e predial podem ser beneficiadas com a utilização de blocos cerâmicos.

- Custo unitário (desconsiderando a possibilidade da fabricação no canteiro). Bloco por bloco, o cerâmico é mais barato. Parede por parede, a parede com blocos Somontar é mais barata pelo fator revestimento e assentamento.

- Sustentabilidade

O bloco de cerâmica depende do barro, que é extraído de terra com qualidade. São terras que normalmente seriam utilizadas para o plantio. Alguns países, como a China, já restringem o bloco cerâmico, pois eles prejudicam áreas aráveis. Sob este aspecto, os danos para a natureza são menores quando se opta pelo bloco de concreto, que depende do cimento, que não usa terra, mas tem como elemento básico a rocha.

As análises realizadas nos permitem afirmar que os blocos de concreto ganham mais espaço no mercado a cada dia. O Sistema Construtivo Somontar vem reforçar o potencial construtivo da Alvenaria Estrutural trazendo inovações e vantagens na execução. Fatores preponderantes

como, economia, eficiência, rapidez e racionalização viabilizam a escolha pelo Sistema Construtivo Somontar.

6 CONCLUSÕES

O aumento da competitividade no setor da construção civil tem levado as construtoras a buscarem novas alternativas para reduzir custos sem comprometer a qualidade. Entre os diversos sistemas construtivos disponíveis, a alvenaria estrutural com blocos de concreto tem se destacado no mercado devido à sua eficiência e racionalização.

A utilização dos blocos Somontar proporciona uma significativa redução no desperdício de madeira, o que, além de diminuir o custo da obra, contribui para a preservação ambiental, ao reduzir o desmatamento. Outro fator relevante é a rapidez na execução do sistema, onde a modulação, aliada à economia de argamassa, facilita o trabalho, permitindo que os revestimentos internos sejam feitos diretamente com gesso.

Além da redução no custo total da obra, destaca-se a diminuição da necessidade de mão-de-obra, especialmente com a redução drástica das equipes de carpinteiros e armadores.

Os resultados deste estudo aplicam-se especificamente à residência analisada, sendo difícil generalizar os resultados devido às variações nas quantidades de materiais e mão-de-obra, que são consequência das particularidades de cada obra.

Entretanto, pode-se concluir que, para edificações semelhantes à residência estudada, o Sistema Construtivo Somontar se mostra mais economicamente viável em comparação ao sistema convencional de blocos de concreto ou cerâmica. Esta viabilidade econômica, aliada à eficiência e à sustentabilidade, faz do Sistema Construtivo Somontar uma opção atrativa e competitiva para o mercado da construção civil.

7 REFERÊNCIAS

ARQUITETURA MODERNA. Disponível em: <www.arquiteturamoderna.blogspot.com>. Acesso em: 10 dez. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Disponível em: <www.abcp.org.br>. Acesso em: 10 dez. 2012.

BETHÔNICO, A. J. **Fabricação dos blocos somontar**. Descrição do processo. Belo Horizonte, 2011.

BETHÔNICO, A. J. **Cessão de uso da tecnologia construtiva somontar**. Introdução, divulgação, produção, comercialização e aplicação dos Blocos Somontar. Belo Horizonte, 2009.

BETHÔNICO, A. J. **Manual Bloco Somontar**. Técnicas Construtivas e Aplicações. Belo Horizonte, 2008.

CIMENTO ITAMBÉ. Disponível em: < www.cimentoitambe.com.br > Acesso em: 10 dez. 2012

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/abdias/Aulas>>. Acesso em: 10 fev. 2013

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo 1992. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-06052022-095724/publico/LuizSergioFrancoTese.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

HELENO, G. A. **Construção civil e a edificação de um país**. Revista Brasileira de Administração, Brasília, ano 20, n.75, p.22-29,mar./abr. 2010.

PARSEKIAN, G.A.; FURLAN JÚNIOR, S. **Compatibilização de projetos de alvenaria estrutural**. São Carlos, SP. 2003. 10p. Simpósio Brasileiro de gestão e economia da construção, 10. 2003, Anais, São Carlos, USP. Artigo técnico.

PORTAL SÃO FRANCISCO. Disponível em: <www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2012.

SANTOS, M. T. P. **Qualificação profissional na Construção Civil: Estudo de Caso**. 2010. 53f. Dissertação (Graduação em Engenharia civil) – Universidade de Ijuí, Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2010/Qualificacao_Profissional_na_Construcao_Civil_Estudo_de_Caso.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2012.

VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada à Construção Civil: como melhorar o fluxo de**

produção na obra. São Paulo: Pini, 2006. 178 p. Disponível em:<
<https://pt.scribd.com/document/551930792/Logistica-Aplicada-a-Construcao-Civil>>. Acesso
em: 10 dez. 2012.