

## **Monografia**

# **TÉCNICA CONSTRUTIVA EMPREGANDO BLOCOS DE ENCAIXE UTILIZANDO GEOMINERAIS**

Autor(a): Alexandre Martins de Melo Sant' Ana  
Orientador(a): Prof. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Belo Horizonte  
Março/2015

Alexandre Martins de Melo Sant' Ana

**TÉCNICA CONSTRUTIVA EMPREGANDO BLOCOS DE ENCAIXE  
UTILIZANDO GEOMINERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil, Avaliações e Perícias da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Ênfase: Construção Civil, Avaliações e Perícias

Orientador(a): Prof. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2015

Dedico este trabalho a Deus,  
e a minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que tornou possível a concretização desse sonho. Quero agradecer também a minha família, que sempre me apoiou com compreensão, sabedoria e amor. A A.F.A. Empreendimentos que abriu suas portas e hoje tenho a honra de participar deste forte grupo. Agradeço também ao Engenheiro Civil Filipe Miranda Fuscaldi com sua lealdade e amizade. Aproveito para agradecer ao apoio do Prof. Abdias Magalhães Gomes Dr. e também ao Mestre Carlos de Oliveira Santos M.Sc. e a todos envolvidos no processo de obtenção da alvenaria com blocos SOMONTAR.

## **RESUMO**

O presente trabalho trata-se de um estudo sobre uma técnica construtiva que visa diminuir a geração de entulhos e reduzir custos na construção civil, utilizando blocos pré-moldados, tipo macho e fêmea, onde o encaixe permite a obtenção de alvenarias, dispensando a utilização de argamassa de assentamento. Esse processo emprega também rejeitos minerais, com resultados satisfatórios do ponto de vista técnico. Existem alguns testes que comprovam o alcance dos quesitos essenciais e atualmente existem grupos de trabalho estudando outras formas de aproveitamento do rejeito, ainda tratado como resíduo. Vale mencionar a importância desse método construtivo, no que se refere a ganho de velocidade de produção, diminuindo drasticamente custos com mão de obra, uma vez que, esse processo carece apenas de treinamento rápido da mão de obra para execução específica desse tipo de alvenaria. Além disso percebe-se também grande redução do prazo de execução. Além de reduzir passivo ambiental, esta técnica construtiva, auxilia na redução do déficit habitacional no país.

Palavras chave: Método Construtivo, Sustentabilidade, Inovação

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS .....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO .....	2
2.1 - Geral.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 – História da alvenaria .....	3
3.2 – Alvenaria em blocos de encaixe e suas características .....	5
3.2.1 Resistência dos blocos .....	6
3.2.2 Tipos de blocos .....	6
3.2.3 – Adaptações .....	9
3.2.4 – Casa Alegria SAMARCO .....	14
Figura 11 – Vergas executadas com blocos SOMONTAR.....	19
Figura 14 – Gabarito hidráulico.....	24
4 – Materiais constituintes .....	27
4.1 – Traços .....	28
4.2 Sustentabilidade.....	29
4.3 – Processo de fabricação .....	30
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	34
6. RESULTADOS .....	35
7. CONCLUSÕES.....	37
8. BIBLIOGRAFIA.....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Perspectivas blocos SOMONTAR – vistas inferiores .....	08
Figura 02 - Perspectivas Blocos SOMONTAR – vistas superiores .....	08
Figura 03–Prensa hidráulica Thrillor utilizada na fabricação dos blocos Somontar .....	10
Figura 04 – Fôrmas instaladas em peças de madeira para confecção das saliências do bloco Somontar.....	11
Figura 05 – Blocos fissurados. ....	12
Figura 06 – Problemas ocorridos nas primeiras produções .....	13
Figura 07 – Início da obra em Pedro Leopoldo.....	15
Figura 08 – Blocos canaletas Somontar Tipo “U” Perspectivas .....	16
Figura 09 – Verga Somontar com blocos canaletas convencionais .....	18
Figura 10 – Cortes e planta da verga .....	18
Figura 11 – Vergas executadas com blocos Somontar .....	19
Figura 12 – Elevação, planta e corte de uma parede Somontar.....	22
Figura 13 – Grauteamento e montagem das paredes .....	23
Figura 14 – Gabarito Hidráulico .....	24
Figura 15 – Curva de resistência a compressão x fator a/c (I) Seco, (II) Umidade ótima, (III) Máxima compactação da mistura .....	29
Figura 16 – Etapas no desenvolvimento de materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos .....	31
Figura 17 - Processos e produtos .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dimensionamento dos blocos .....	09
Tabela 02 – Densidades dos aglomerantes/agregados .....	13
Tabela 03 – Economia com utilização do metakflex no traço do concreto .....	33
Tabela 04 – Tabela comparativa entre o método convencional e a alvenaria Somontar .....	35



## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

IPT = Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR = Norma Brasileira

UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais

PUC = Pontifícia Universidade Católica

SAGCI = Sistema de Andrade Gutierrez de Construção Industrializada

CPS = Centro de Produção Sustentável

CP V – ARI = Cimento Portland V Alta Resistência Inicial

PVC = Policloreto de Vinila

ABCP = Associação Brasileira de Cimento Portland

ACI = American Concrete Institute

SINAPI = Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

µm = Micrometro

## LISTA DE SÍMBOLOS

a.C. – Antes de Cristo

MPa – Mega Pascal

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

cm – Centímetro

Kg – Kilogramo

m – metro

mm – Milímetro

Ø – Diámetro

## **1. INTRODUÇÃO**

A técnica construtiva utilizando blocos de encaixe obtidos a partir de rejeitos minerais, ou geomineirais visa redução do passivo ambiental, custos e déficit habitacional. É necessário aplicar conhecimentos na tentativa de se obter produtos fazendo reuso e/ou reciclagem afim de preservar os recursos disponíveis na natureza. Atualmente os métodos contrutivos aplicados no Brasil ainda precisam de avanços nesse sentido e a proposta desta pesquisa é avançar, permitindo construir de maneira sustentável, obtendo produtos de alta qualidade, com prazos e custos reduzidos.

Sabe-se que a alvenaria é um dos processos de construção mais antigos utilizados pelo homem, que vem constantemente passando por adequações e melhorias. A técnica construtiva com uso de blocos de encaixe (macho e fêmea) conta com poucos estudos de laboratório a nível de Brasil e mundo.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 - Geral**

A proposta deste trabalho é apresentar o processo construtivo utilizando blocos de encaixe, sistema macho e fêmea, empregando geominaerais, como agregados e suas vantagens.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 – História da alvenaria**

Acredita-se que a alvenaria foi criada há quinze mil anos, segundo CHILDE (1936), um nômade sem refúgio natural contra animais selvagens e temperaturas excessivamente baixas, resolveu empilhar pedras formando seu abrigo. Depois disso, acredita-se que houve o emprego do barro, atuando como argamassa, permitindo o ajuste entre as pedras, formando estruturas mais resistentes e estáveis, protegendo o usuário das intempéries. Existem alguns registros de sistema construtivo utilizando pedra e barro de aproximadamente dez mil anos em diferentes regiões do globo terrestre.

Não podemos deixar de falar do adobe, artifício que representou um salto na construção civil, constituído por massa de barro e palhas, que era submetido a pressão em moldes de madeira, assumindo a forma de paralelepípedos retos, secos a luz do sol. Existem registros de edificações em 2900 a.C..

Depois disso a evolução foi ganhando artifícios, tais como o emprego de ligante betume, fibras de cana, arenitos, argila, cal e etc., utilizada de acordo com a disponibilidade da região.

GALLEGOS (1991), definiu alvenaria em um material estrutural composto que, em sua forma tradicional, está integrado por componentes ligados por argamassa de assentamento; O sistema construtivo proposto pela tecnologia SOMONTAR, altera em sua essência o conceito de alvenaria, uma vez que o método construtivo proposto dispensa o emprego de argamassa de assentamento, com travamento horizontal promovido através de saliências.

Vale mencionar que a ausência da argamassa entre os blocos anula a resistência a tração entre os elementos da alvenaria, entretanto a resistência a compressão é elevada e atende satisfatoriamente o desempenho de sua função, além de contar com pilaretes, compostos por barras de aço protegidas com graute no interior de

alvéolos dos blocos alinhados. Carece de manutenções periódicas, assim como no método construtivo convencional, detectando possíveis patologias e executando possíveis tratamentos pertinentes.

SALA (2008), já havia percebido que diante da necessidade de viabilizar as edificações quanto à aceitação do mercado e da competitividade econômica, somados ao déficit habitacional, a alvenaria racionalizada é bem vista como solução para esta etapa no processo, agregando na qualidade do produto e na redução dos custos associados a ganho de produtividade e diminuição de desperdícios e retrabalhos.

Existem registros de estudos com blocos de encaixe em Torino – Itália, destacados por MATTONE (1995), através da obra: *Blocchi in terra stabilizzata: un' esperienza nel nord-est del Brasile*.

A UFMG também realizou um estudo do “Comportamento estrutural do bloco de solo-cimento” em 1993, determinando a unidade padrão representativa da parede e o módulo de deformação longitudinal. Esses estudos foram realizados no Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. No mesmo ano foi determinada a capacidade de paredes a compressão axial, sem e com injeção de argamassa, em seguida determinaram-se o processo de fissuração, carga e modo de ruptura, além da estabilidade das paredes.

Existem também estudos realizados pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo, realizando “Medição de isolamento de som aéreo”, “Ensaio de resistência ao fogo em paredes com função estrutural”, “ensaios de caracterização de blocos” “Ensaio em casa-protótipo”, “determinação da estanqueidade a água de paredes externas produzidas em laboratório” e “Verificação do comportamento sob ação do calor e choque térmico”; vale mencionar que todos esses estudos foram realizados em 1995, todos destinados ao sistema tijolito, denominado Sistema de Andrade Gutierrez de Construção

Industrializada (SAGCI), empregando sistema macho-fêmea com blocos em solo cimento, desenvolvidos em parceria com a Pontifícia Universidade Católica - PUC Minas desde 1979.

### **3.2 – Alvenaria em blocos de encaixe e suas características**

É importante salientar que o sistema proposto possibilita obter construções com baixos índices de desperdício, empregando mão de obra com baixa qualificação sem abrir mão do alto padrão de qualidade, uma vez que o sistema conta com precisão milimétrica, criando nova filosofia aos projetos arquitetônicos.

O sistema propõe uma inovação tecnológica, que irá promover uma diminuição do déficit habitacional brasileiro, que conforme dados da Fundação João Pinheiro em 2005, está próximo dos 3,4 milhões de moradias referentes aos domicílios improvisados e a coabitação familiar, sendo que 76,1% se encontram na faixa de até três salários mínimos de renda familiar.

O sistema construtivo elimina a postura predominante de adoção de soluções construtivas criadas no canteiro de obras no momento da realização dos serviços de alvenaria, além de criar um projeto de produção de alvenaria que exija um planejamento prévio de todas as atividades e permita soluções mais racionais da produção.

O sistema prevê o uso de equipamentos e ferramentas novas que permitam aumento de produtividade e qualidade; observa-se que esse método construtivo conta com treinamento e motivação da mão-de-obra para adoção de novas posturas de trabalho, Implementando procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto.

### *3.2.1 Resistência dos blocos*

Na produção do Bloco estrutural, utiliza-se concreto composto de agregados finos (cimento, filito, metabásica, como aglomerantes e areia ou pó de pedra e/ou rejeito mineral calcinado, como agregados) e a sua resistência à compressão terá no mínimo 4,5MPa. Quando os blocos têm a função apenas de vedação o traço conta com os mesmos componentes, com a adição de agregados leves, e resiste a no mínimo 2,5MPa.

### *3.2.2 Tipos de blocos*

Os Blocos SOMONTAR tem dimensionamento especial que obedece a uma rigorosa modulação. O módulo é igual à largura da parede, sendo adotado neste estudo o módulo de 12,5 centímetros, conferindo um comprimento de 37,5 centímetros, altura de 20 centímetros e espessura de 12,5 centímetros. Possuem furos quadrados trespassantes, um em cada módulo, que coincidem verticalmente na parede. O espaçamento dos furos é igual ao módulo e à largura da parede: 7,5 centímetros na Série A para paredes de 7,5 centímetros de largura, 10 centímetros na Série B para paredes de 10 centímetros, 12,5 centímetros na Série C para paredes de 12,5 centímetros e 15 centímetros na Série D, para paredes de 15 centímetros de largura. Os furos permitem a passagem da fiação e da tubulação, evitando grande parte dos cortes. Permitem também a inclusão de reforços adicionais na alvenaria, quando são preenchidos com microconcreto e barras de aço, estruturando a parede em pontos estratégicos.

Entre estes furos temos rasgos que também trespassam o bloco no sentido vertical. Estes rasgos facilitam os cortes nos blocos de comprimento máximo para a criação dos blocos menores que são utilizados como complementos de amarração da alvenaria e também nas espaldas de portas e janelas (ou bonecas). Também servem para a inserção dos Extensores SOMONTAR que fazem o encunhamento no topo das paredes de vedação.



Em função da largura dos blocos, temos 4 (quatro) SÉRIES:

SÉRIE A: blocos com largura de 7,5 cm. Os blocos desta série somente serão fabricados para as paredes de vedação.

SÉRIE B: blocos com largura de 10 cm.

SÉRIE C: blocos com largura de 12,5 cm. Esta é a série principal.

SÉRIE D: blocos com largura de 15 cm.

Cada série tem vários tipos de Blocos SOMONTAR com diferentes comprimentos.

Os Blocos SOMONTAR são numerados de 1 a 5 e tem de 1 a 5 furos ou 1 a 5 módulos, respectivamente. São denominados pela letra da série a que pertencem seguida do tipo do bloco, como por exemplo: Bloco A2= bloco da Série A, tipo 2 (com 2 furos), e assim por diante.

Somente os blocos de comprimento máximo são produzidos nas fábricas, os outros são obtidos fazendo-se recortes nos intervalos entre os furos (divisão dos módulos).

Os Blocos SOMONTAR são aplicados em posições e funções específicas e determinadas na alvenaria, como se segue:

BLOCO 1: Possui 1 furo e serve para a formação da espala mínima (ou boneca) de janela ou porta e também é utilizado como complemento.

Serve também para fazer a amarração ou mata-junta nas junções de paredes (L, T ou +).

BLOCO 2: Possui 2 furos e é utilizado para a formação das espalas (ou bonecas) de janelas e portas, fazendo a amarração ou mata-junta nas junções de paredes (L, T ou +) e também é utilizado como complemento.

BLOCO 3: Possui 3 furos e tem utilização semelhante aos anteriores, porém para formar as espalas (ou bonecas) maiores, e também serve como complemento. Nos Blocos da Série C e D os de comprimento máximo tem 3 furos e são os de maior rendimento e produtividade na fabricação e na montagem das alvenarias.

BLOCO 4: Na Série B os blocos de comprimento máximo tem 4 furos e tem utilização semelhante aos anteriores, propiciando maior rendimento e produtividade na fabricação e na montagem das alvenarias.

BLOCO 5: Na Série A os blocos de comprimento máximo tem 5 furos e propiciam maior rendimento e produtividade na fabricação e na montagem das alvenarias. Têm utilização semelhante aos anteriores.

### VISTAS INFERIORES

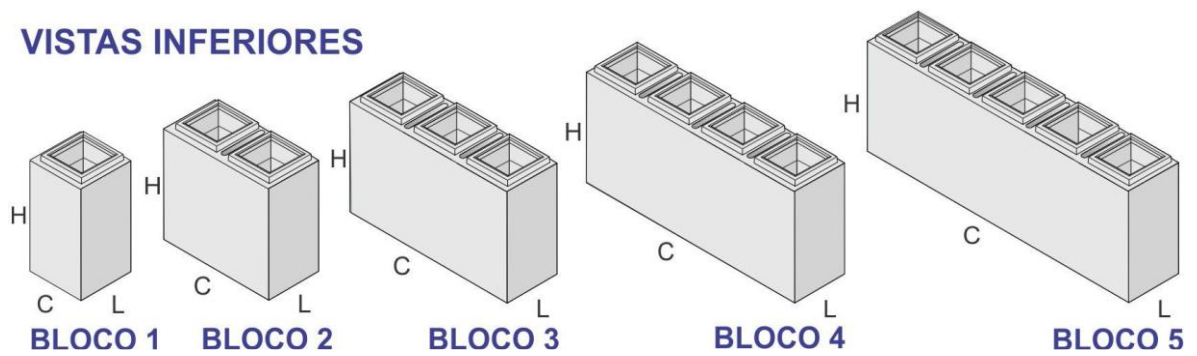


Figura 1 - Perspectivas blocos SOMONTAR - Vista inferior - Fonte: Bethônico J.A.

### VISTAS SUPERIORES

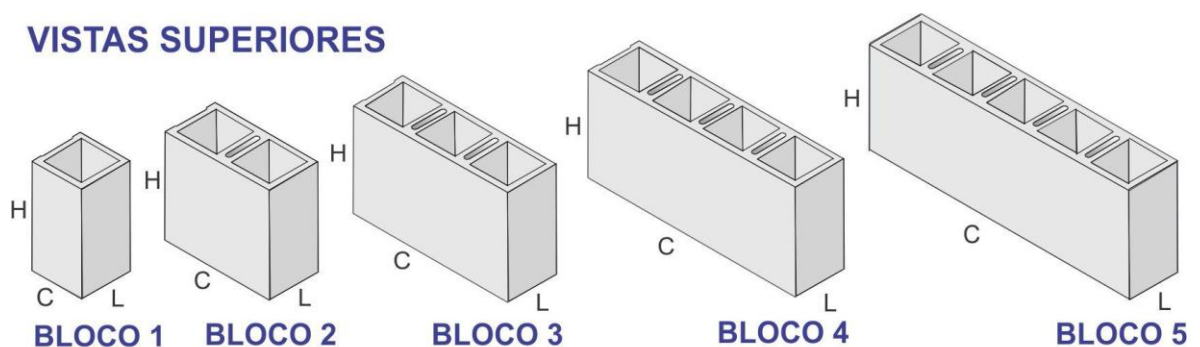


Figura 02 – Perspectivas Blocos SOMONTAR – vistas superiores Fonte: Bethônico, J. A.

Tabela 01 – Dimensionamento dos blocos

(Fonte: Bethônico J. A.)

SÉRIE	BLOCO TIPO	DIMENSÕES (cm)			ÁREA (m <sup>2</sup> )
		L (LARGURA)	H (ALTURA)	C (COMPRIMENTO)	
A	A1	7,5	20	7,5	0,015
	A2			15	0,030
	A3			22,5	0,045
	A4			30	0,060
	A5			37,5	0,075
B	B1	10	20	10	0,020
	B2			20	0,040
	B3			30	0,060
	B4			40	0,080
C	C1	12,5	20	12,5	0,025
	C2			25	0,050
	C3			37,5	0,075
D	D1	15	20	15	0,030
	D2			30	0,060
	D3			45	0,090

### 3.2.3 – Adaptações

Vale mencionar que no processo de obtenção destes blocos, ocorreram diversas adequações em função de problemas ocorridos, considerados naturais, já que se trata de algo totalmente novo. Na produção dos blocos, foi utilizada uma prensa hidráulica thrillor, que pode ser visualizada na figura 03, disponibilizada pela Construcon, artefatos de cimento, instalada em Pedro Leopoldo; Para tanto foi necessária a confecção de uma nova matriz, totalmente especial. Considera-se que qualquer equipamento de vibro prensa pode ser utilizado na obtenção dos blocos Somontar, entretanto a máquina adotada não apresentou perfeito funcionamento, moldando inicialmente alguns blocos impossíveis de ser utilizados, deixando o ajuste do traço para segundo plano nesta etapa, alguns dos problemas podem ser visualizados nas figuras 05 e 06.



Figura 03 – Prensa Hidráulica Thrillor utilizada na fabricação dos blocos SOMONTAR

Fonte: Próprio autor

A prensa disponibilizada pela Construcon Artefatos apresentou alguns problemas de regulagem e alinhamentos, o que pode ter causado alguns dos problemas ocorridos nas primeiras unidades fabricadas.



Figura 04 – Fôrmas instaladas em peças de madeira para confecção das saliências do bloco SOMONTAR

Fonte: Próprio autor

Observa-se na figura 01, que o bloco possui dimensões e também saliências em sua extremidade inferior, o que promove o travamento contra esforços horizontais. Para a formação das saliências foi necessário desenvolver um pallet exclusivo de madeira, onde foram fixadas placas em plástico rígido, que pode ser visualizada na figura 04. Uma das etapas mais complexas do processo de obtenção do bloco Somontar é a conformação do encaixe fêmea em sua extremidade inferior. Vale mencionar que cada pallet pode produzir até seis blocos simultaneamente e para estudos iniciais, foram feitos 300 pallets de madeira, visando alcançar produção suficiente para a execução da Casa Alegria, projeto piloto da Samarco.



Figura 05 – Blocos fissurados

Fonte: Próprio autor



Figura 06 – Problemas ocorridos nas primeiras produções

Fonte: Próprio autor

A tabela 02 mostra algumas das propriedades dos elementos utilizados nos traços, que podem ser empregados nos blocos SOMONTAR e também em pavers utilizados em pavimentação intertravada.

Tabela 02 – Densidades aglomerantes/agregados

Fonte: Próprio autor

ENSAIOS		DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )	PASSANTE ACUMULADO 200#	PASSANTE ACUMULADO 325#
ESCÓRIA (MOIDA IBEC)		0,91	2,89	99,00	95,60
ARDÓSIA (MOIDA VERDÉS)		0,81	2,47	92,60	72,10
METABÁSICA	IN NATURA	0,70	2,72	92,90	81,60
	CICLONE	0,86	2,84	91,90	77,40
	FILTRO	0,25	2,60	99,50	99,20
FILITO	IN NATURA	0,60	2,49	91,70	86,70
	CICLONE	0,64	2,47	93,00	85,90
	FILTRO	0,25	2,42	93,90	93,00
LAMA	IN NATURA	1,11	3,90	96,00	94,10
	CICLONE	1,06	3,45	98,20	96,10
	FILTRO	0,44	3,25	99,80	99,50
REJEITO ARENOSO		1,53	2,72	54,40	37,20
ANGLOGOLD IN NATURA	underflow	1,57	2,61	97,50	52,60
	overflow	1,39	2,56	96,40	78,30
CAL HIDRATADA		0,44	NR	78,30	96,00

### 3.2.4 – Casa Alegria SAMARCO

A SAMARCO acredita que todos os rejeitos poderão ser aproveitados de alguma forma na obtenção de concretos de boa qualidade, e neste momento ela está construindo uma casa no Centro de Produção Sustentável (CPS) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Este centro conta com miniusina para processar os rejeitos de minério e transformá-los em tijolos e blocos para pavimentação, aproveitando-se essa infraestrutura para a realização de cursos práticos para capacitação da mão de obra local, com possibilidades de extensão à população carcerária.

A casa está sendo executada com a tecnologia SOMONTAR, figura 07, além disso ela propôs o uso de concreto com rejeitos minerais nos traços do radier (fundação), decisão acertada, pois foram alcançados números consistentes e níveis admitidos de resistência a compressão. Os aglomerantes e agregados advindos das barragens de estéreis das mineradoras, podem ser processados e após processos de calcinação podem ser admitidos em uma infinidade de produtos.

O sistema construtivo altera já na fase de projeto a edificação, onde as alvenarias são paginadas de maneira precisa, evitando perdas e geração de entulhos, uma vez que todas as paredes serão vedadas com blocos inteiros e quando necessário for, serão cortados de maneira a ser aproveitada a parte que sobra na fiada seguinte. Entretanto nos vãos de abertura de portas, existe uma necessidade de adequação, que o arquiteto João Bethônico, criador da tecnologia, propõe resolver com preenchimento dos espaços vazios realizados com a utilização de poliuretano, substância que expande quando entra em contato com ar e promove boa junção entre as superfícies que fazem contato.

Outro quesito que foi observado na concepção dos blocos SOMONTAR, é a sua massa, que teve média aproximada de 9,100kg, o que não é bem visto pelo empreendedor, já que os blocos similares tem massa de aproximadamente



7,000kg. O que deverá ser resolvido com alterações no traço e também em suas dimensões. Sabemos que o sistema necessitará de blocos especiais, para melhorar ainda mais sua paginação e favorecer a produção sustentável, evitando perdas. O desenvolvedor do sistema já conta com blocos canaletas com variadas dimensões que podemos visualizar na figura 08.



Figura 07 – Início da obra em Pedro Leopoldo

Fonte: Fuscaldi F.M.

Para a execução das Vergas, Contravergas e Cintas SOMONTAR são utilizados os Blocos Canaletas SOMONTAR que agilizam bastante a execução destes elementos na obra. São produzidos da mesma maneira que os Blocos SOMONTAR, porém são utilizadas formas especiais na sua fabricação. São montados também pelo sistema de encaixes. Os furos permanecem fechados nos locais dos machos para viabilizar o enchimento com o microconcreto e a inserção da ferragem horizontal que estrutura as vergas, contravergas e cintas.

Os furos que coincidirem com os pontos de reforço grauteados da alvenaria são abertos na hora da montagem para permitir a continuidade da ferragem vertical

dos pilaretes nestes locais. As demais características do sistema são mantidas. Como não há os rasgos entre os módulos, estes blocos possuem marcas de referência ao longo dos suas laterais que servem para os cortes que criam os blocos menores utilizados como complementos.

Os Blocos Canaletas SOMONTAR Do Tipo “J” que limitam a borda da laje no perímetro da obra durante a concretagem do capeamento, são obtidos recortando-se uma das abas do bloco com a Serra Elétrica do tipo Makita e retirando parte da sua altura, o que não é desejável, pois além de perda de material, gerando entulhos, verifica-se também perdas de tempo e gastos com equipamentos, além de perder referencias em sua padronização dimensional, daí a necessidade de desenvolver blocos especiais, atendendo de maneira plena as necessidades de uma obra, seja em alvenaria estrutural ou de vedação.

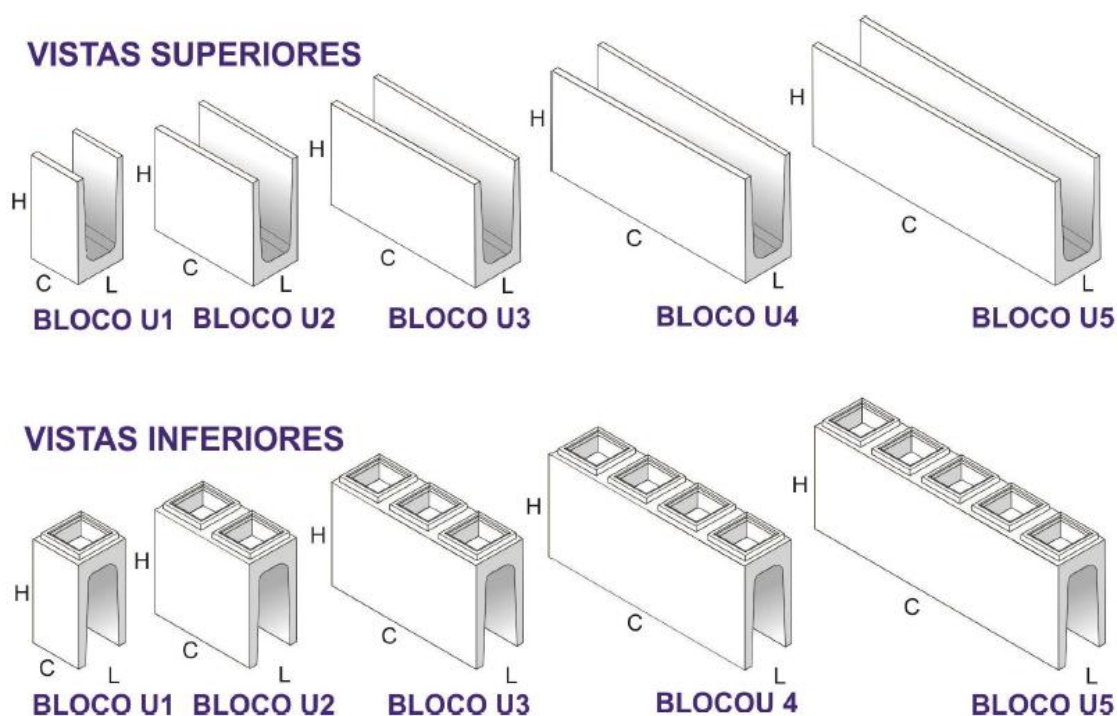


Figura 08 – Blocos canaletas SOMONTAR tipo U – Perspectivas

Fonte: Bethônico J.A.

O sistema construtivo em muito se parece com o sistema de alvenarias convencionais, mas existem algumas particularidades que alteram algumas etapas na execução da obra. Um exemplo disso ocorre nas Vergas SOMONTAR para portas e janelas e as Contravergas SOMONTAR para os peitoris das janelas são compostas de Blocos Canaletas SOMONTAR do Tipo U, que são preenchidos com ferragem e concreto (cimento, areia e brita 00) e têm a mesma largura dos blocos da parede.

Para a execução dessa verga deve-se colocar uma tábua na parte superior da janela ou porta com o comprimento do vão livre e escorada em suas extremidades por pontaletes apoiados no peitoril da janela ou no piso, no caso de vãos de abertura de porta. Sobre a tábua colocam-se os Blocos Canaletas SOMONTAR do Tipo “U” numa extensão maior do que o vão livre, apoiando 30cm de cada lado, no mínimo. Insere-se a ferragem ao longo dos vazios dos blocos, posicionando-os na extremidade inferior dos blocos.

Como os primeiros furos verticais das paredes de cada lado do vão possuem ferragem e são grauteados, faz-se o preenchimento de concreto da verga integrando-a com estes elementos verticais. As vergas tem o lado estruturado próximo à face inferior. As Contravergas SOMONTAR são montadas e concretadas nos peitoris das janelas da mesma maneira que as vergas, porém dispensam a tábua de apoio, pois elas são apoiadas diretamente sobre a última fiada de blocos do peitoril. A ferragem deve ser posicionada na altura média da peça e os estribos são dispensáveis. As Vergas e Contravergas SOMONTAR agilizam a construção porque dispensam a execução de formas convencionais.

As Vergas SOMONTAR e as Contravergas, quando se tratar de vãos pequenos, são armadas com 2 ferros corridos  $\varnothing 5\text{mm}$  e não necessitam de estribos na ferragem, pois, neste caso, os esforços cortantes são pequenos. Para os vãos maiores, o cálculo da ferragem das vergas deverá ser feito pelo Responsável Técnico da obra.

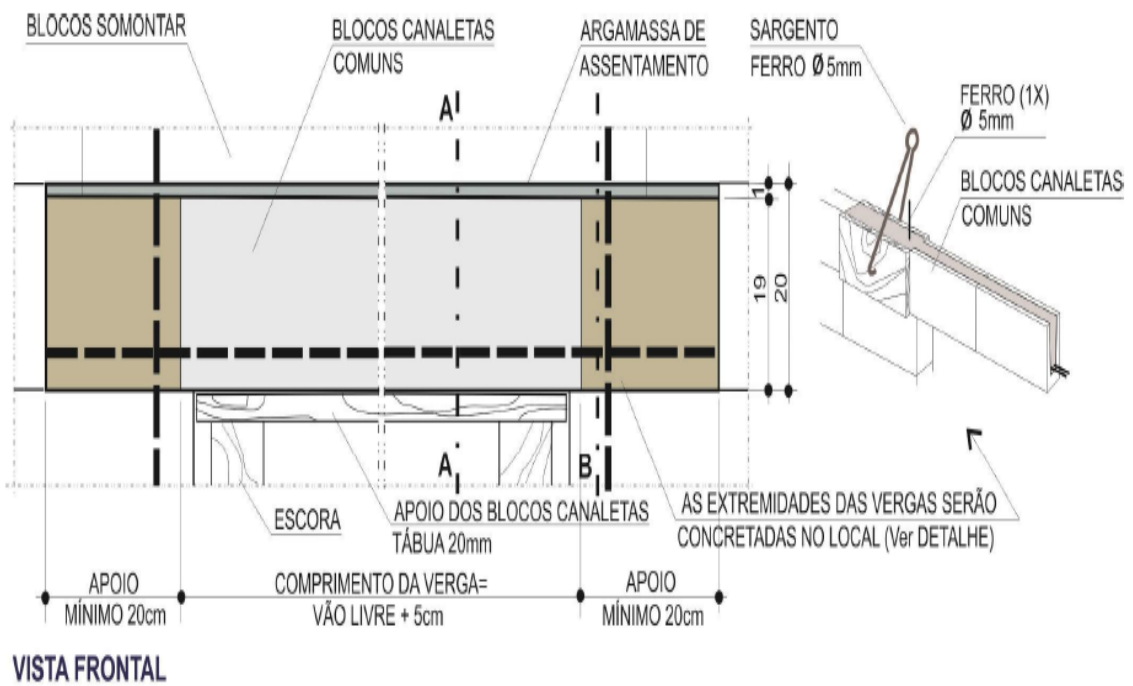


Figura 09 – Verga SOMONTAR com blocos canaletas comuns

Fonte: Bethônico J.A.

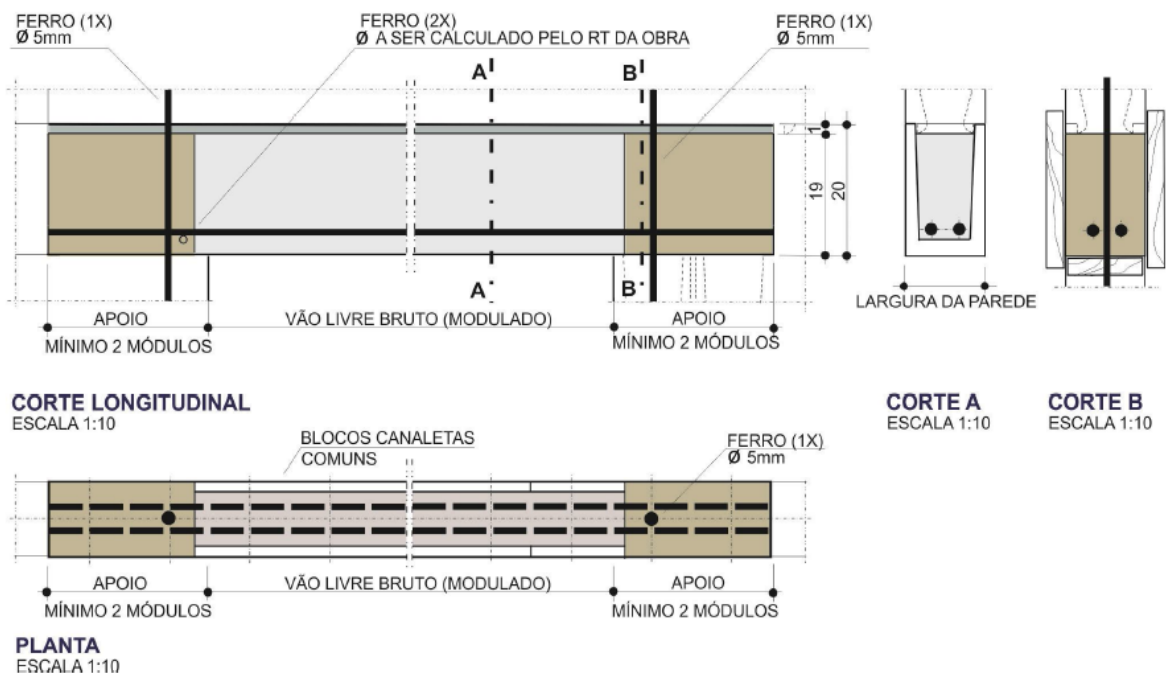


Figura 10 – Cortes e planta da verga

Fonte: Bethônico J.A.

Conforme dito anteriormente, o sistema SOMONTAR pouco difere do sistema convencional de execução de alvenarias, seja ela de vedação ou estrutural.

A seguir pode-se visualizar imagens que ilustram o detalhamento da verga empregando os blocos SOMONTAR. Vale mencionar que o arquiteto Sr. João Bethônico, sugere que na abertura de janelas, os blocos que estão na espala sejam preenchidos com microconcreto e barra de aço, formando um pilarete na posição vertical formando uma estrutura totalmente travada.

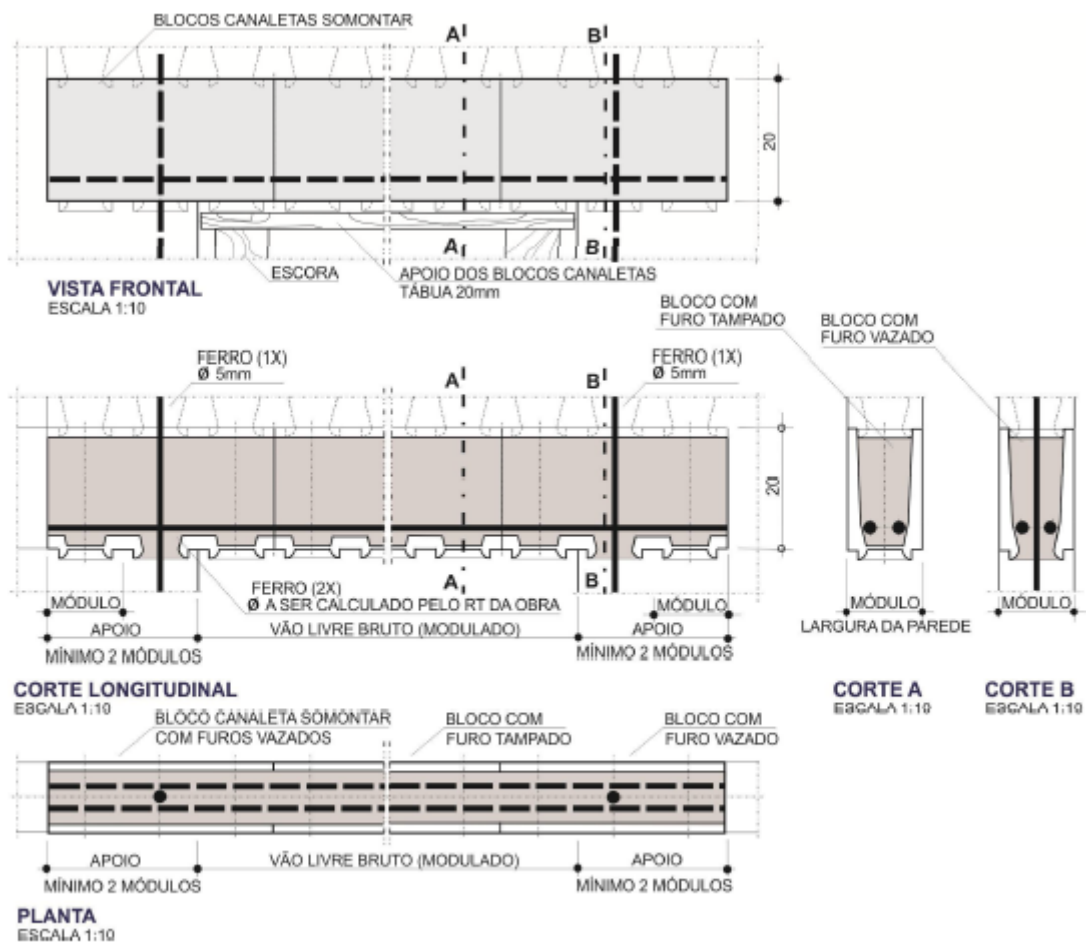


Figura 11 – Vergas executadas com blocos SOMONTAR

Fonte: Bethônico J.A.

A Primeira Fiada é sem dúvida nenhuma, o componente mais importante na montagem da Parede SOMONTAR. Se não for executada corretamente, as fiadas subseqüentes serão totalmente prejudicadas, e muitas vezes será necessário desmontar parte da parede e novamente executar a primeira fiada para que o erro seja corrigido. As juntas verticais e horizontais entre os blocos deverão ser muito bem ajustadas.

O esquadro das paredes será medido pelo Esquadro. Na Primeira Fiada o Prumo e o nivelamento deverão ser mantidos com todo o rigor. Nas fiadas subseqüentes, a montagem da parede é feita sem argamassa de assentamento. As saliências do bloco (machos) que ficam para baixo são encaixadas nos furos (fêmeas), tendo-se o cuidado de desencontrar as juntas verticais. Após cada bloco ser montado bate-se com a marretinha de borracha até que os encaixes fiquem bem ajustados.

Logo a seguir, são montados os blocos da segunda fiada procedendo-se de maneira idêntica. A montagem das outras fiadas segue o mesmo critério. Na seqüência da montagem as vergas e contra-vergas são executadas em suas posições. De um modo geral, as fiadas pares e ímpares são iguais entre si, exceto onde se incluem as vergas, contra-vergas e cintas.

Caso necessário, fazer ajuste com auxílio da Marretinha de Borracha, executando o encaixe dos machos nos furos dos blocos, batendo com força moderada para não danificar o Bloco SOMONTAR.

Deverá ser conferido o alinhamento e o prumo de cada pano de parede após no máximo a cada 2 ou 3 fiadas acrescentadas, utilizando-se a régua de alumínio comum de 2,00m com o nível de mão acoplado ou o prumo de pedreiro, fazendo imediatamente as correções necessárias. O nivelamento das novas fiadas, automaticamente, será sempre o mesmo da primeira fiada.

Para dar maior estabilidade às Paredes Autoportantes SOMONTAR, alguns furos verticais são preenchidos com microconcreto fluido e barras de aço Ø5mm (no

caso de paredes com pés-direitos de até 3,00m). Caracterizam-se como autênticos pilaretes que reforçam e intertravam as paredes em locais estratégicos. São grauteados os seguintes furos:

- 1 - Nos encontros ou junções das paredes, seja Junção L, T ou +. É grauteado somente o furo do vértice.
- 2 - Nas laterais de todos os vãos livres e nos vãos de esquadrias: portas e janelas.
- 3 - Nas extremidades de paredes sem junções.
- 4 - Ao longo das paredes sem aberturas (trechos maiores que 2,00m), com espaçamento máximo de 1,20m entre os furos grauteados..
- 5 – Nas paredes não travadas ou que não atingem o teto, tais como: muros, empenas, peitoris, platibandas, etc.
- 6 - No local onde existir carga pontual concentrada.

Vale mencionar que o projeto estrutural deve ser executado conforme preconiza Normas pertinentes.

O grauteamento dos furos será feito após a montagem da quinta fiada da Parede Autoportante SOMONTAR. Após a rigorosa conferência e ajuste dos prumos e alinhamentos, inserir barras de aço  $\varnothing 5\text{mm}$  nos furos específicos dos blocos, sendo uma barra em cada um destes furos, coincidentes verticalmente no interior das paredes. Repetir este procedimento também na nona fiada. A seguir será feito o grauteamento destes furos.

As barras de aço terão o comprimento ultrapassando, no mínimo em 20cm a altura após a quinta fiada e também a nona fiada, para o trespasse mínimo estabelecidos por Norma Técnica ( $40 \times \varnothing 5\text{mm} = 20\text{cm}$ ). O concreto do grauteamento é um microconcreto fluido, para facilitar o preenchimento, composto de cimento (ARI-CP-V), areia lavada e brita 00 (zero, zero) ou pedrisco, no traço 1:3:3, com adição de aditivo plastificante.

Antes de preencher os furos com o microconcreto, em primeiro lugar deve-se

molhar o interior de cada furo, para remoção de qualquer material pulverulento, que pode atrapalhar o microagulhamento do cimento. Os furos que serão grauteados estão representados em destaque nos Desenhos de Paginação, quando for o caso.

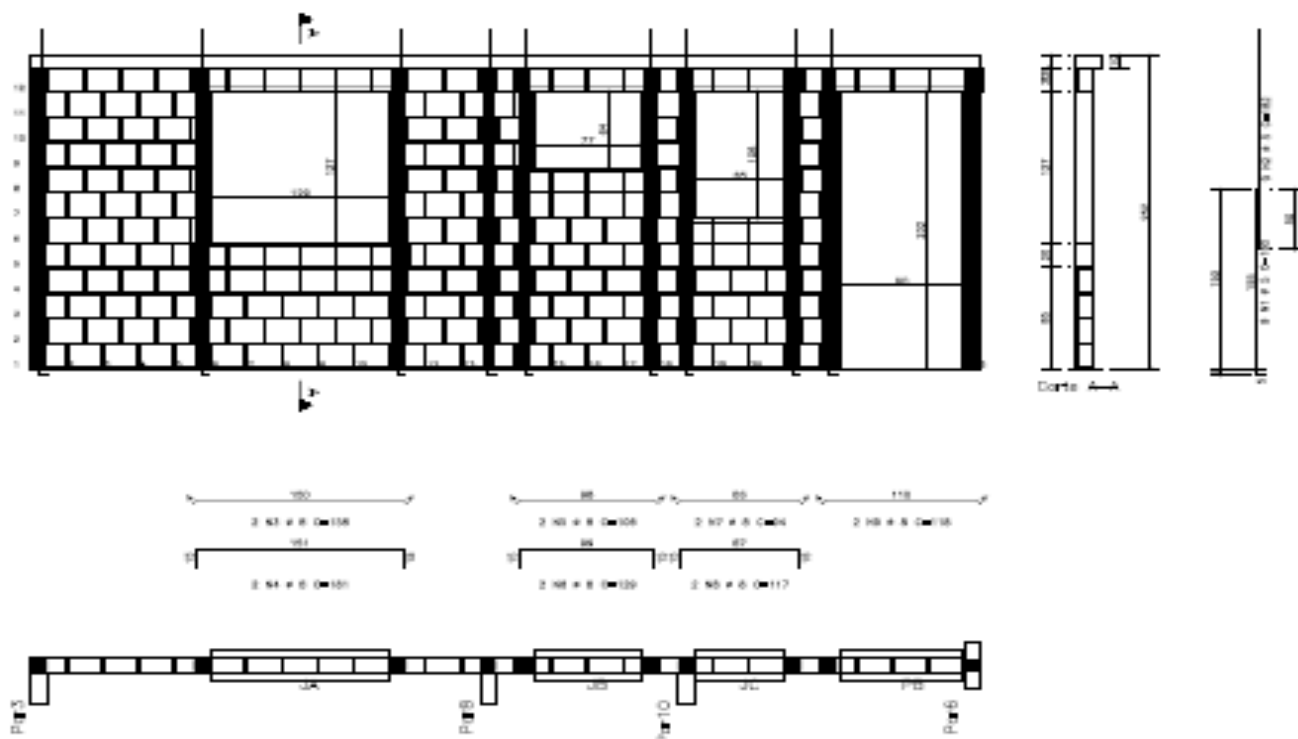


Figura 12 – Elevação, planta e corte de uma parede SOMONTAR

Fonte: Projeto estrutural elaborado por Guimarães Mourão

A conferência e o ajuste dos prumos e alinhamentos das paredes deve ser feito antes do grauteamento, pois após a concretagem dos furos será impossível fazer as correções posteriormente.

A execução dos grautes nunca deverá ser feita de uma só vez, no final da montagem da parede, para evitar o aparecimento de brocas e para garantir a estabilidade durante a montagem. O preenchimento será feito em etapas. A primeira etapa após as 5 (cinco) primeiras fiadas, a segunda após a nona fiada e a última no respaldo da parede. Isto evitará que a brita ou pedrisco chegue primeiro ao fundo do furo, perdendo assim a homogeneidade do concreto e evitando as falhas de concretagem (brocas). Assim procedendo, teremos também maior



facilidade na obtenção de prumos e alinhamentos mais precisos.

Nas edificações com mais de um pavimento a quantidade de furos grauteados no(s) pavimento(s) inferior(es) deverá ser aumentada para melhorar o travamento e a estruturação. Não é necessária fazer a ancoragem da barra de aço, com a penetração no baldrame ou no piso da edificação. Isto só será necessário quando se tratar de paredes sem peso ou pressão no topo, como no caso de muros, peitoris, platibandas, meiasparedes, etc.

Em ocasiões onde o compartimento possuir laje de teto, a barra de aço da última etapa do graute terá o comprimento maior do que o pé direito, ultrapassando o topo da parede em pelo menos 8cm. Será dobrada e será envolvida pelo concreto do capeamento da laje.

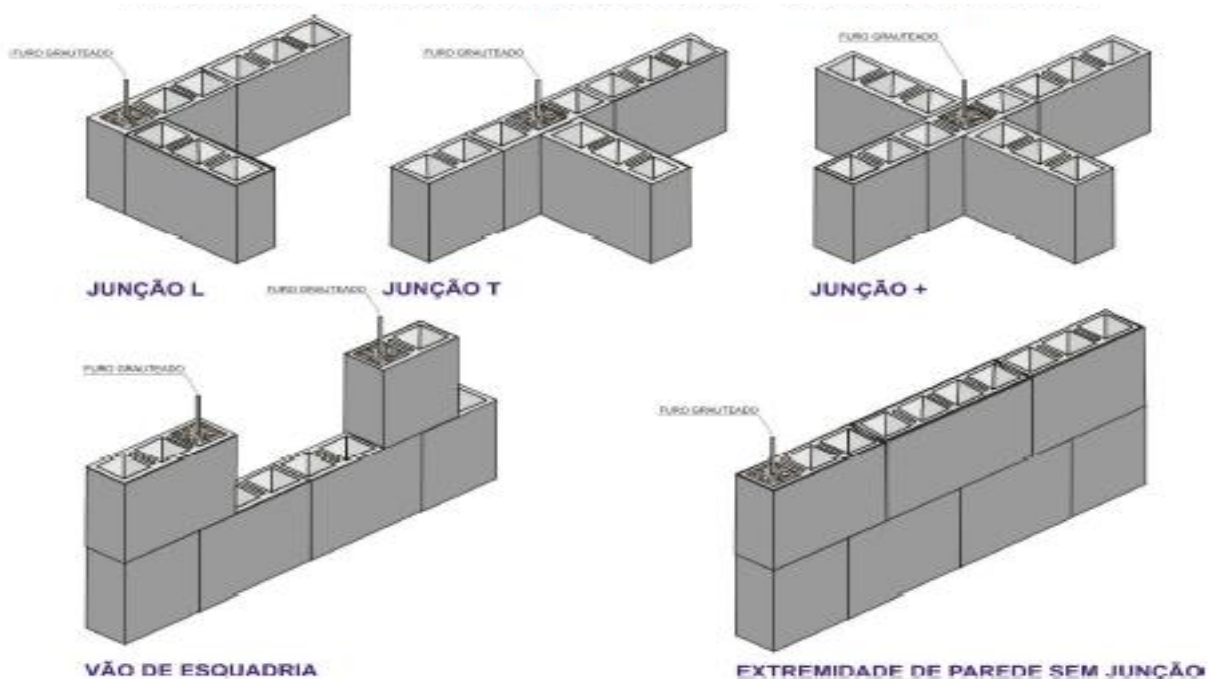


Figura 13 – Grauteamento e montagem das paredes

Fonte: Bethônico J.A.

Em condições normais, utilizando-se tubulação de PVC rígido convencional, as tubulações de água são embutidas em rasgos feitos na parede, vertical e horizontalmente, com equipamentos tais como rasgador ou até mesmo uma maquina. Estes rasgos podem ser feitos com facilidade quando se optar pelo Sistema Pex, devido a sua flexibilidade, podemos fazer as descidas pelos furos existentes nos blocos, apenas rasgando a parede no sentido horizontal.

A caixa d'água poderá ser de fibra de vidro, PVC, chapa de aço, concreto armado, etc., com a capacidade prevista no Projeto Hidro-sanitário. As Instalações de Água Quente deverão acompanhar os mesmos critérios acima, porém a tubulação será de cobre ou de PVC resistente a alta temperatura.

Quando a edificação tiver uma só parede hidráulica, figura 14, que é o caso de quase todos os padrões ideais de casas populares, o deslocamento horizontal da tubulação é feito numa viga calha especial, com muita agilidade. As prumadas utilizam os furos verticais existentes nos blocos. Os furos na alvenaria para os pontos terminais hidráulicos, tais como: ligações de lavatórios, caixas de descarga, duchas, torneiras, etc. serão feitos com a broca apropriada, Broca Ø 60mm especial, esta broca é utilizada na furadeira elétrica convencional.

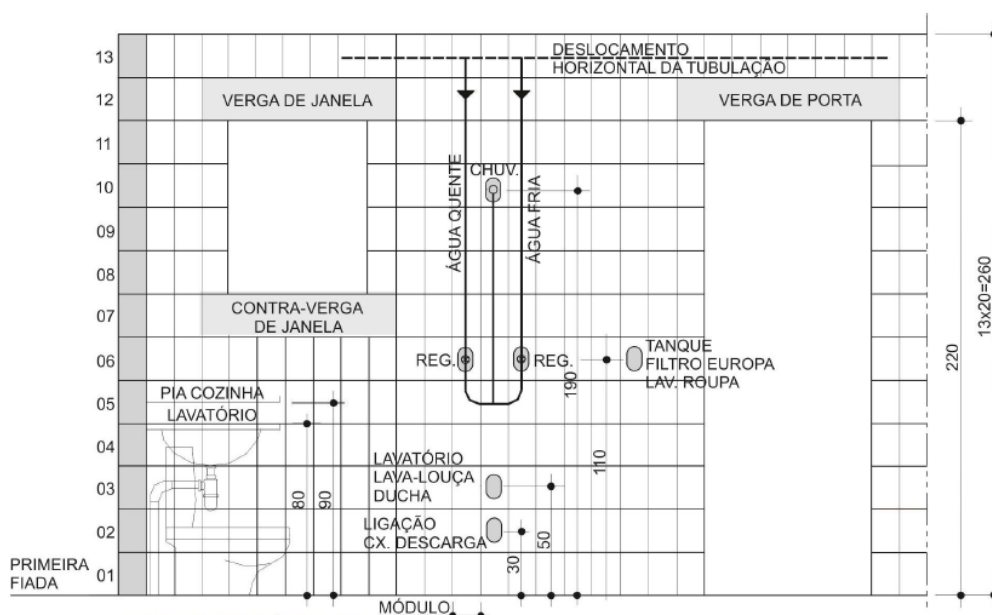


Figura 14 – Gabarito hidráulico

Fonte: Bethônico J.A.

Os furos, após a montagem final do ponto hidráulico, serão preenchidos com gesso ou com uma argamassa de cimento e areia, em traço bem fraco para facilitar futura manutenção. Os furos nunca deverão ser feitos próximos às juntas horizontais da parede para evitar a coincidência com os encaixes. Após a conclusão das Instalações deverá ser feito o teste de estanqueidade de todo o sistema.

As Instalações Elétricas e Telefônicas deverão ser executadas com rigorosa observância das normas pertinentes, das condições da concessionária local e dos Projetos de Instalações. Deverão ser respeitadas as recomendações do fabricante dos materiais para a sua correta aplicação. Os condutores serão de cobre, nas bitolas definidas no Projeto de Instalação Elétrica e Telefônica, com isolamento termo-plástico para no mínimo 750 Volts. Os eletrodutos serão de polietileno, do tipo corrugado flexível. Serão embutidos nas lajes ou correrão por cima das paredes ou dentro dos rasgos, e penetrarão até uma profundidade de aproximadamente 20cm dentro dos furos verticais existentes nos Blocos SOMONTAR.

Os condutores, quando posicionados sobre a laje ou forro falso, não embutidos, obrigatoriamente, correrão dentro de eletrodutos que por sua vez serão fixados por braçadeiras na estrutura do telhado, no barroteamento do forro ou mesmo na laje. Durante a instalação, deve-se tomar todo o cuidado para não esmagar ou rasgar a proteção do isolamento dos fios e cabos. Poderão ser utilizadas as guias de puxamento (sondas) e deverá ser aplicado talco para a lubrificação.

Nunca utilizar para a lubrificação produtos que possam prejudicar a proteção externa dos condutores. As caixas dos pontos de tomadas e interruptores serão plásticas, do tipo utilizado nas paredes de gesso acartonado (“dry-wall”). Possuem os cantos arredondados permitindo que os furos onde serão instaladas sejam feitos com muita racionalidade.

As caixas serão embutidas na parede em furos feitos com a broca apropriada e é utilizada na furadeira elétrica convencional. As caixas serão coladas no furo com

adesivo de alta performance, do tipo Sikadur, da Sika ou similar.

O Quadro de Distribuição de Circuitos elétricos é do tipo convencional, será executado em chapa de aço ou em PVC e terá espaço suficiente para acomodar todos os disjuntores e ainda prever ampliações futuras. Será embutido na parede e os disjuntores terão as amperagens previstas no Projeto de Instalação Elétrica e Telefônica. Deverá também ter espaço suficiente para que os condutores e terminais não sejam submetidos a esforços excessivos. As ligações devem ser acessíveis para permitir a verificação dos contatos, reapertos, substituições de materiais ou pesquisa de defeito. Deverão ser providos de porta com dobradiças.

Os furos nunca deverão ser feitos próximos às juntas horizontais da parede para evitar a coincidência com os encaixes. Após a conclusão das Instalações deverá ser feito o teste de todo o sistema. As características e as alturas em relação ao piso dos pontos hidro-sanitários estão no desenho Gabarito Hidráulico (alturas dos pontos hidráulicos).

Esse método construtivo permite a passagem dos eletrodutos em seus alvéolos, o que diminui muito a geração de entulhos, quando comparada ao sistema convencional, onde são feitos rasgos nas paredes para promover a passagem dos dutos e depois a reconstituição do revestimento. Além disso, percebe-se um ganho em materiais e também no tempo de execução da obra.

#### **4 – Materiais constituintes**

Os blocos de concreto contam com materiais, tais como: Cimento Portland, água, agregados miúdos e graúdos. Conceitualmente pode-se afirmar que os agregados é o material granular, sem volume definido, amorfo, com propriedades fundamentais na obtenção de blocos de concreto, pois promovem aderência com a pasta de cimento, dando a ideal condição de resistência e homogeneidade ao concreto.

Os agregados podem ser classificados de acordo com as dimensões de suas partículas, recebendo denominações especiais de acordo com a malha da peneira que reteve tal material, podendo ser considerado filer, areia, pó de pedra, seixo rolado e brita, com dimensões variando entre 75µm e 4,8mm. Entretanto a brita pode ser classificada por Norma com diâmetros entre 4,8mm e 76mm. Além disso os agregados são classificados quanto a origem, podendo ser natural ou artificial e também em relação a massa unitária, podendo ser denominados leves, normais e pesados.

A utilização de aglomerantes hidráulicos é essencial a construção civil, obras de arte e pré-fabricação, obras rodoviárias, aglomerantes industriais entre várias outras. Um dos aglomerantes hidráulicos utilizados na obtenção dos blocos Somontar é o cimento Portland, obtido pela moagem do clínquer advindo da calcinação e clínquerização da mistura de calcário e argila. O cimento adquire propriedades adesivas, quando reage com a água, assumindo propriedades de pega e endurecimento. Atualmente contamos com enorme diversidade de cimento Portland no mercado brasileiro, sendo o de Alta Resistencia Inicial CPV ARI Plus e CPV ARI RS, os mais utilizados na produção de pré-fabricados e blocos pré-moldados. Os aglomerantes possuem diversas aplicações que, agora são confrontadas com restrições ambientais consumo de matérias-primas, consumo de energia, considerando o impacto ambiental. A otimização do ciclo de vida (produção, transporte, implementação e execução) alcançando a satisfação do cliente, atendendo a necessidade, incluindo a análise das condições de trabalho,

padronização e qualidade é uma proposta alternativa para aglomerantes hidráulicos, disponível, tecnicamente eficiente, economicamente competitiva e ambientalmente amigável, tem o seu lugar nesta dinâmica.

#### **4.1 – Traços**

Foram verificadas na concepção dos primeiros lotes do bloco, alguns problemas inerentes ao traço adotado. Esses problemas já eram esperados, pois foram utilizados pela primeira vez em blocos. Alguns dos elementos utilizados tanto como aglomerantes, como agregados, tais como metabásica calcinada, filito calcinado, lama muída, rejeito arenoso fornecido pela SAMARCO Mineração, underflow e over flow fornecidos pela Anglo Gold, empresas que pretendem dar outros fins aos seus rejeitos gerados na obtenção da extração do minério de ferro, mostrando empenho no desenvolvimento sustentável.

A dimensão das partículas e seus formatos, podem determinar variações no teor de água utilizada na mistura, fazendo essa quantidade variar de acordo com o traço.

A quantidade ótima de água na mistura será a que propicia ao bloco melhor aparência e maior compacidade, podendo ser determinada pesando o bloco após a moldagem.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) sugere que a proporção entre os agregados utilizados deve ser determinada pela massa unitária compactada, conforme NBR 7810:1983, já a American Concrete Institute (ACI) propõe uma metodologia baseada em ábacos.

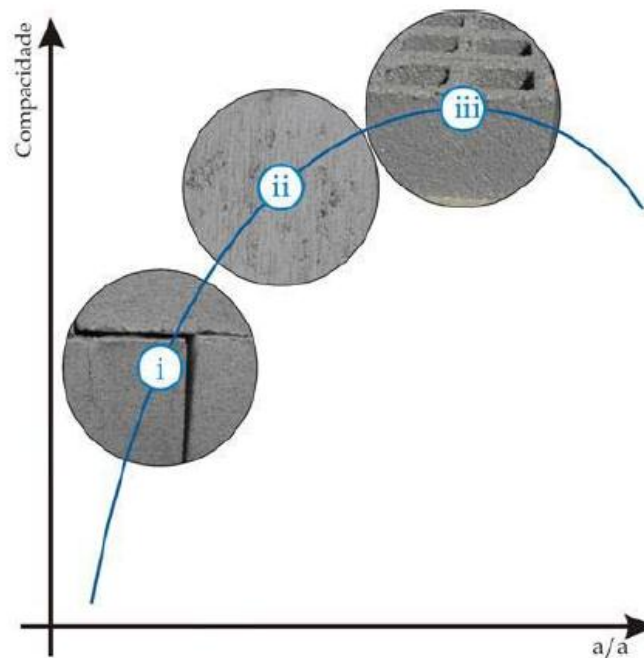


Figura 15 – Curva de resistência a compressão x fator a/c: (i) seco, (ii) umidade ótima; (iii) máxima compactação da mistura

Fonte: Filho, J.A.A.S.

## 4.2 Sustentabilidade

Existe uma grande preocupação no quesito sustentabilidade para a obtenção de produtos, onde já se sabe que para a obtenção de uma tonelada do calcário calcinado, emite-se atualmente uma tonelada de CO<sub>2</sub> que provoca aumento da temperatura. Durante a convenção de Kioto foi acordado que as cimenteiras deverão diminuir a emissão de gases na atmosfera, com utilização de filtros e lavagem dos gases. A grosso modo a produção do cimento é uma mistura de calcário e argila, sendo esta correspondente a 1/5 da mistura, também conhecida como argilas calcinadas ou pozolanas naturais, já que esse produto proveniente das rochas vulcânicas em Pozzuoli, próximo ao monte Vesúvio ao Sul da Itália. A mistura das pozolanas com cal, são conhecidas como cimento. O cimento apresenta uma diversidade de produtos com diferentes proporções de pozolona

adicionada em até 50%, conforme Norma Europeia do cimento, conferindo menos emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

#### **4.3 – Processo de fabricação**

Um importante estudo realizado por GAMA (1998), sobre as propriedades pozolânicas dos solos lateríticos residuais de várias regiões de Minas Gerais, revelaram a possibilidade de produzir meta caulín a partir desses solos lateríticos, que possuam teor mínimo de caulinita. Alguns produtos, como escória de alto forno, cinzas volantes provenientes de termo elétricas apresentam propriedades pozolânicas idênticas as encontradas em alguns dos solos argilosos lateríticos calcinados em temperatura média. O que torna depósitos de estéreis das mineradoras de ferro, calcário, granito, gnaisse e ardósia, fonte inesgotável de matéria prima para produção do metakflex. O METAKFLEX, produto de mistura de argilas calcinadas através da metodologia Flash, constitui um poderoso aglomerante de alta resistência. O METAKFLEX, protegido por patente do prof. Evandro Moraes Gama – UFMG, conta com diversas aplicações, sendo um deles a construção de casas econômicas, com blocos SOMONTAR. A união de soluções construtivas, podem reduzir de maneira consistente o custo e prazo final de construções, independente de seu porte. Os blocos especiais SOMONTAR, com travamento interno dispensando argamassa de assentamento, serão fabricados com o METAKFLEX, que consiste na adição de água e cal ao produto da calcinação rápida de solos argilosos estéreis em fornos verticais a baixas temperaturas, entre 500 e 800 graus Celsius, processo denominado Flash.



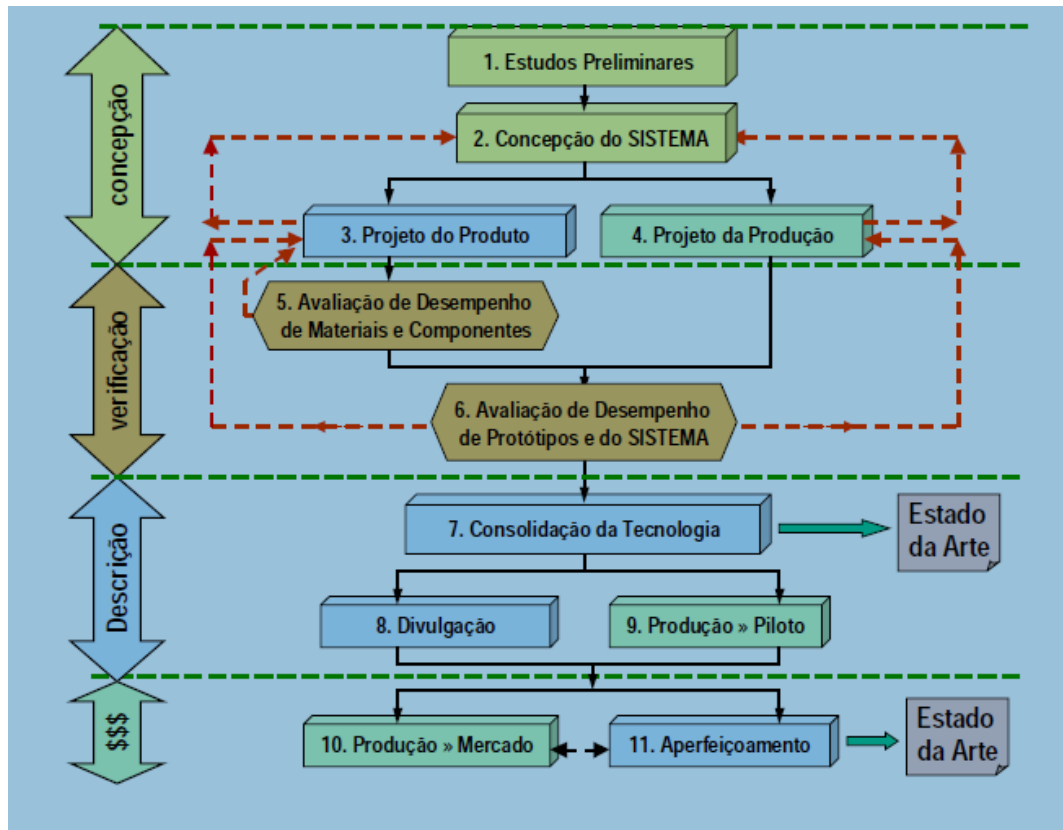


Figura 16 – Etapas no desenvolvimento de materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos

Fonte: Sabbatini, 1989

Ao casar essas tecnologias percebe-se ganhos significativos no tempo de execução da obra, em torno de 50% e redução nos custos girando em torno dos 30%, quando comparado ao sistema convencional. Além disso confere-se padronização na obtenção de argamassa mesmo rodada em canteiro de obras, pois a mesma requer apenas adição de volume conhecido de água. Os blocos dispensam chapisco e reboco, contando apenas com revestimento em massa fina, tamponando pequenas frestas existentes entre os blocos.



Figura 17 – Processos e produto

Fonte: Fuscaldi, M. F. 2014

O METAKFLEX tem outras inúmeras aplicações, sendo inestimável seus benefícios sociais além de vantagens econômicas e ambientais, conferindo um menor preço do concreto e de argamassas reduzindo o custo total da construção civil, possibilitando o acesso maior a estes produtos por parte de populações de baixa renda que atende aos planos do atual governo federal de reduzir o déficit habitacional do Brasil.

A tabela 03 mostra a economia efetiva, percebendo-se redução de custos diretos, quando emprega-se o METAKFLEX em traços de concreto de 25MPa:

Redução de custos	Cimento c/Escoria R\$/m3	Sem adição Só cimento R\$/m3	Substituição de cimento por 30% de Meta caulim R\$/m3	Substituição de cimento por 48% Meta caulim R\$/m3
	129,62	146,16	127,26	115,92
Substituição de 30%		12,93%		
Substituição de 48%	10,5%	20,69		

Tabela 03 – Economia com utilização do Metaklex no traço do Concreto

Fonte: Evandro Moraes da Gama

A potencial redução dos impactos ambientais causados por mineração (redução dos depósitos de estéril e das barragens de rejeito) representa ganhos à qualidade de vida de todas as pessoas que vivem nas áreas de influência destas empresas.

## 5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O método construtivo sugerido é totalmente novo e como já se esperava, o mesmo apresentou alguns problemas. Entretanto já estão sendo formuladas soluções e em alguns casos elas já foram adotadas. Sabe-se que serão necessários a criação de alguns blocos especiais, em termos de dimensões e tipologias. Para efeito de promover ainda maiores produtividades em campo, recomenda-se a criação de blocos com nichos para tomadas; sugiro também que sejam elaborados projetos executivos para ficar disponível ao executor da obra, já executando conforme necessário, deixando nas projeções de cada comodo a quantidade exata de blocos. Assim ganha-se mais tempo e o operário a partir da segunda fiada, torna-se o processo de montagem repetitivo, em paredes cegas e agiliza ainda mais o processo. Com a adoção desse procedimento percebe-se verdadeiros ganhos em economia de tempo e também na diminuição de perdas, considerando que os blocos já estariam modulados e dispostos conforme cada projeto.

Foi observado também que o peso do bloco com três alvéolos chega a aproximadamente 9,0 kilogramas o que representa uma diferença de massa, quando comparado ao bloco convencional que pesa aproximadamente 6,0 kilogramas. Para essa adequação, serão necessárias alterações nos componentes do traço, ou até mesmo nas dimensões dos blocos. Essas adequações estão sendo formuladas e testadas, entretanto os resultados ainda não são conhecidos, devido a alterações na matriz utilizada na prensa hidráulica e também de adequações nos pallets, onde existe a possibilidade de substituir as saliências em plástico instaladas em plataformas de madeira por pallets em aço, com saliências extrusadas, conferindo ajuste ideal e ausência de flechas, observadas no formato atual (madeira);

## 6. RESULTADOS

À luz dos resultados do presente trabalho, foi possível concluir que:

O Método Construtivo realmente atende aos requisitos econômicos, o que pode-se observar em análise realizada, comparando o método convencional com utilização de argamassa de assentamento, preço sugerido pela tabela (SINAPI) Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, no site da Caixa Economica Federal em Maio de 2015 e finalmente o valor para se construir alvenarias utilizando blocos Somontar.

Tabela 04 – tabela comparativa entre o método convencional e a alvenaria Somontar

(Fonte: Próprio autor)

<b>Alvenaria de blocos de concreto - assentes com argamassa de cimento + cal + areia - 1:1:8 esp.:0,15m</b>			
<b>Insumos</b>	<b>Demanda</b>	<b>Preço Un.</b>	<b>Total</b>
Bloco concreto	13 unid	1,48	18,50
Pedreiro c/ encargos	0,70 h	16,83	11,781
Servente c/ encargos	0,79 h	12,45	9,8355
Argamassa - 1:1:8	0,0078 m <sup>3</sup>	<b>344,43</b>	2,69
			<b>R\$ 42,80 /m<sup>2</sup></b>
<b>Alvenaria de vedação - blocos SóMontar 37,5x20x12,5 fck= 4,5 Mpa</b>			
<b>Insumos</b>	<b>Demanda</b>	<b>Preço Un.</b>	<b>Total</b>
Bloco Sómontar	14 unid	1,7	23,8
Pedreiro	0,140 h	16,83	2,3562
Servente	0,158 h	12,45	1,9671
			<b>R\$ 28,12 /m<sup>2</sup></b>

Ainda temos o valor fornecido pela tabela SINAPI , dados obtidos em Maio de 2015, junto ao site da Caixa Econômica Federal adotamos o item “Alvenaria de blocos de concreto estrutural 14x19x39 fck=4,5Mpa para paredes com área líquida menor que seis metros quadrados sem vãos cujo valor sugerido foi de R\$ 41,48/m<sup>2</sup>

Nota-se que há uma diferença de aproximadamente 32% do valor, quando comparados diretamente ao sistema convencional. Vale mencionar que há outros ganhos indiretos, já que o sistema gera quantidade insignificante de entulhos, pois com o sistema Somontar os alvéolos são coincidentes e alinhados, o que permite a passagem de eletrodutos, tubos de água e esgoto e também sistema de telefonia e gás.

## 7. CONCLUSÕES

O método aqui proposto sem dúvida, representa grandes ganhos em termos sustentáveis, financeiros e prazo de execução, tudo isso sem abrir mão da qualidade. O processo apresentado facilita também as ações de projetistas, construtoras e consumidores, representando padronização e coordenação modular.

Além dessas vantagens, o sistema proposto ainda oferece vantagens ao operário, que não precisa de treinamento específico, e o sistema oferece alívio de esforços do montador promovendo bom desempenho das edificações.

Os blocos produzidos alcançaram níveis de resistência a compressão equivalentes aos preconizados para os blocos estruturais, o que possibilita a utilização do sistema em edificações de múltiplos pavimentos.

Ressalta-se que o intertravamento existente nesta alvenaria, promovidos pelas saliências e encaixes dispostos nas faces dos blocos, onde sua montagem a seco, proporciona importantes ganhos na produtividade durante a execução da alvenaria.

Por ora cabem algumas adequações, que com certeza se farão necessárias, e terão ainda mais vantagens em relação aos sistemas convencionais e também a outras tecnologias similares, tais como alvenarias em blocos cerâmicos, *steel frame* e *dry wall*.

É importante citar que o sistema apresenta limitações nos quesitos de adequações quanto ao maquinário convencional, além de rigoroso controle de produção exige cuidados diferenciados para armazenamento e transporte.

Sabe-se que ainda serão estudados novos traços, para perfeita adequação das condições de vibro-prensagem submetida pela prensa e também novos agregados

e aglomerantes, alcançando excelentes níveis de acabamentos superficiais e resistência mecânica.

Vale mencionar que ainda falta a caracterização dos protótipos para determinar propriedades físicas dos blocos e também avaliação técnica mais detalhada, tais como ensaios de caracterização físicas das unidades e caracterização mecânica das unidades e trechos das alvenarias. É importante ressaltar que existem ganhos indiretos que aqui não foram mencionados, ate mesmo pela dificuldade em estimá-los. Mas serão computados em trabalhos similares posteriores, sabe-se que os dados aqui demonstrados ainda são insuficientes devido a impossibilidade de replicá-los. Entretanto estes dados serão obtidos quando da execução de réplicas e até mesmo em outras formas de aplicação, tais como alvenaria de vedação e construção de muros.



## 8. BIBLIOGRAFIA

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, Comunidade da Construção.

Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto - Cartilha capacitação de equipes de produção – ABCP N/NE – Recife - outubro 2008.

ASSIS, J. B. S. Avaliação experimental do comportamento estrutural de paredes não armadas, submetidas a compressão axial, construídas com tijolito. 1ed. Belo Horizonte 2001, 188p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136:2007: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria. ABNT: Rio de Janeiro, dez. 2007. 9p.

BETHÔNICO, J.A. Manual de montagem das paredes somontar 1 ed. Nova Lima: 2015 35p..

CHAHUD, E. (Org). Reciclagem de resíduos para a construção civil 1 ed. Belo Horizonte: Ed. FUMEC 456p.

ISAIA, G.C.. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. 1 ed. São Paulo, 2007, IBRACON, 2v. 1712p.

MEHTA, P. K., PAULO J.M.M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais São Paulo, Ed. PINI, 1994, 583p.

RACCA, C. L., TAUIL C.A. ALVENARIA ARMADA 3ed. São Paulo 1983, Unibanco Gráfica e Editora Ltda. Vol. Único 125p.

RAMALHO, M. A., CORRÊA, M.R.S. PROJETO DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL 1ed. São Paulo 2003 Pini 174p.