



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO CONSTRUÇÃO CIVIL**

GANHOS NA CONSTRUÇÃO COM A ADOÇÃO DA ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS MODULARES

Matheus de Luna Rodrigues

Rio de Janeiro

2013

Matheus de Luna Rodrigues

**GANHOS NA CONSTRUÇÃO
COM A ADOÇÃO DA
ALVENARIA COM BLOCOS
CERÂMICOS MODULARES**

Projeto de Monografia
apresentado no departamento de
Construção Civil da Escola
Politécnica como exigência parcial
para a obtenção do título de
Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Jorge dos Santos

Rio de Janeiro

2013

Matheus de Luna Rodrigues

GANHOS NA CONSTRUÇÃO COM A ADOÇÃO DA ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS MODULARES

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

Aprovada por:

Jorge dos Santos

Prof. Adjunto, D.Sc., EP/UFRJ

(Orientador)

Ana Catarina Jorge Evangelista

Prof. Associada, D.Sc., EP/UFRJ

Vânia Ducap

Prof. Convidada, M.Sc., EP/UFRJ

RIO DE JANEIRO – RJ - BRASIL

ABRIL de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Matheus de Luna

Ganhos na construção com a adoção da alvenaria racionalizada/Matheus de Luna Rodrigues – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

XVIII, 71f: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ/Poli/ Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p.65-68.

1. Introdução. 2. Elementos de Vedação – Contextualização. 3. Impactos dos Novos Condicionantes Construtivos Atuais e as Alvenarias de Vedação. 4. Alvenaria Racionalizada. 5. Estudo de Caso – Resultados Auferidos com o Uso da Alvenaria Racionalizada. 6. Considerações Finais.

I. Santos, Jorge. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

DEDICATÓRIA

*A Deus, aos meus pais, à minha namorada,
aos meus familiares, aos amigos e colegas de curso,
Que sempre me apoiaram nos momentos difíceis e
com que eu pude dividir minhas conquistas durante o
processo de graduação em engenharia civil.
Muito obrigado pela educação, paciência e
motivação.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amor incondicional e fortalecimento em todos os momentos, pela coragem em superar as dificuldades e pela sabedoria nesta longa caminhada.

Aos meus pais, Ana e Elton, pelo amor e carinho, pela dedicação, pelo esforço, pela formação, pela educação, pela motivação, que me possibilitaram alcançar todos meus objetivos e minhas conquistas.

À minha namorada, Marcela, pelo amor, pela motivação, pela paciência e apoio nesta reta final.

Aos meus avós, tios, primos, e familiares, pela torcida em todos os momentos.

Aos amigos de graduação, pela motivação, pela força nos momentos difíceis, pelas conquistas.

Aos amigos da vida, pelas alegrias e vivências que me edificaram, e que se fazem presentes durante a minha vida.

Ao meu orientador, Jorge dos Santos, pela compreensão e ajuda.

Aos demais professores, pelo conhecimento.

E a todos aqueles que de alguma forma participaram deste período da minha vida.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi introduzir o assunto da utilização das alvenarias racionalizadas nos sistemas de vedação e seus possíveis ganhos na indústria da construção civil. Buscou-se analisar a importância da racionalização no mercado atual, motivada pela competitividade do mesmo. Os benefícios que esta metodologia pode agregar a produção de edificações de múltiplos pavimentos. Foi comentada a contextualização dos elementos de vedação, os elementos mais utilizados no mercado atual, destacando o mercado do Rio de Janeiro, além de suas características e pontos relevantes. Discorreu-se sobre o impacto dos novos condicionantes construtivos atuais e as alvenarias de vedação, destacando alguns paradigmas que devem ser atendidos pelas construções atuais. A alvenaria racionalizada foi contextualizada, abordaram-se seus pontos relevantes, suas tecnologias e técnicas construtivas, além dos projetos, materiais e mão-de-obra necessários. Por fim, foi feito um estudo de caso, analisando o uso desta metodologia de vedação vertical, apontando algumas considerações do estudo e conclusões do tema.

Palavras-chave: Construção civil, alvenaria de vedações racionalizada; ganhos da racionalização.

ABSTRACT

The aim of this study was to introduce the subject of the use of masonry rationalized in sealing systems and their possible gains in the construction industry. We sought to analyze the importance of rationalization in the current market, driven by the competitiveness of it. The benefits that this methodology can aggregate the production of multiple floors of buildings. It was commented contextualization of sealing elements, the elements used in the current market, highlighting the market of Rio de Janeiro, as well as its features and relevant points. He spoke out about the impact of current and new constraints constructive masonry sealing, highlighting some paradigms that must be met by the current buildings. The masonry was rationalized contextualization, addressed to their relevant points, its technologies and construction techniques, and designs, materials and manpower needed. Finally, we made a case study examining the use of this methodology sealing vertical, pointing out some of the considerations and conclusions of the study subject.

Key-words: Building Construction, masonry fences rationalized; gains of rationalization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Alvenaria tradicional de bloco cerâmico.....	10
Figura 2 – Alvenaria tradicional de bloco cerâmico.....	10
Figura 3 – Alvenaria racionalizada de bloco cerâmico	11
Figura 4 – Gesso acartonado	12
Figura 5 – Marcação da alvenaria racionalizada	30
Figura 6 – Elevação da alvenaria racionalizada	31
Figura 7 – Fixação da alvenaria racionalizada	31
Figura 8 – Blocos Modulares	32
Figura 9 – Misturador de argamassa.....	34
Figura 10 – Dosador de areia.....	34
Figura 11 – Escantilhão	34
Figura 12 – Mesa andaime.....	35
Figura 13 – Máquina finca pinos.....	35
Figura 14 – Carrinho para pallet.....	35
Figura 15 – Carrinho com caixa para argamassa.....	36
Figura 16 – Projeto de marcação e locação da primeira fiada.....	38
Figura 17 – Projeto de elevação das paredes.....	39
Figura 18 – Projeto de furações elétricas e de sistemas	39
Figura 19 – Projeto de locação de elementos estruturais.....	40
Figura 20 – Fixação na ligação alvenaria-estrutura.....	41
Figura 21 – Fixação das telas metálicas	42
Figura 22 – Preenchimento das juntas verticais	42
Figura 23 – Preenchimento das juntas horizontais	42
Figura 24 – Perspectiva da fachada do Murano	43

Figura 25 – Esquema Vertical Murano.....	45
Figura 26 – Planta de locação do Murano	46
Figura 27 – Exemplo de qualidade de execução	56
Figura 28 – Exemplo de má qualidade execução	56
Figura 29 – Exemplo de qualidade de execução	56
Figura 30 – Exemplo de má qualidade execução	57
Figura 31 – Exemplo de estocagem correta	58
Figura 32 – Exemplo de falta de organização do processo	59
Figura 33 – Exemplo de estocagem incorreta	59
Figura 34 – Exemplo de instalação inapropriada	59
Figura 35 – Exemplo de instalação inapropriada	61
Figura 36 – Exemplo de instalação apropriada	61
Figura 37 – Exemplo de geração de resíduos	62
Figura 38 – Exemplo de geração de resíduos	62
Figura 39 – Planta Monille	70
Figura 40 – Planta Vítrea.....	70
Figura 41 – Planta Chiaro.....	71
Figura 42 – Localização do Murano.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística da fabricação da cerâmica vermelha.....	14
Tabela 2 – Consumo total da cerâmica vermelha no país	15
Tabela 3 – Análise feita pelo INMETRO aos blocos cerâmicos.....	16
Tabela 4 – Quadro de Concorrência	49
Tabela 5 – Índice de produtividade	52
Tabela 6 – Curva do Índice de produtividade	53

SUMÁRIO

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Justificativa	2
1.3 Objetivo.....	3
1.4 Metodologia	4
1.5 Estrutura do trabalho	4
2 ELEMENTOS DE VEDAÇÃO	6
2.1 Aspectos históricos e desenvolvimento do sistema	6
2.2 Principais tipos de elementos de vedação e suas principais características	8
2.2.1 Alvenaria de vedação tradicional de blocos cerâmicos	8
2.2.2 Alvenaria de vedação racionalizada de blocos cerâmicos modulares	10
2.2.3 Gesso Acartonado	12
2.3 Importância da utilização do bloco cerâmico no mercado do Rio de Janeiro.....	13
3 IMPACTO DOS NOVOS CONDICIONANTES CONSTRUTIVOS ATUAIS E AS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA	18
3.1 Custo associado.....	18
3.2 Rapidez na construção.....	18
3.3 Utilização de estruturas esbeltas	20

3.4	Qualificação da mão-de-obra	21
3.5	Projetos executivos.....	23
3.6	Redução de perdas de material e mão-de-obra	26
4	ALVENARIA RACIONALIZADA	28
4.1	Conceituação	28
4.2	Tecnologia da produção	29
4.3	Etapas de execução	30
4.3.1	Marcação da Alvenaria	30
4.3.2	Elevação da Alvenaria	31
4.3.3	Fixação da Alvenaria	31
4.4	Mão-de-obra.....	32
4.5	Blocos modulados	32
4.6	Equipamentos racionalizados.....	34
4.7	Projeto de produção de vedação vertical.....	36
4.8	Técnicas construtivas	40
5	ALVENARIA RACIONALIZADA	43
5.1	Caracterização da obra em estudo de caso	43
5.2	Condicionantes para a utilização da Alvenaria Racionalizada	45
5.2.1	Logística do canteiro e localização.....	45
5.2.2	Rapidez na construção	47
5.2.3	Qualidade e precisão geométrica.....	47
5.2.4	Comparação de propostas de alvenarias de vedação	48
5.3	Resultados	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS	67
	ANEXO	69
	Anexo I – Ilustração das características do empreendimento estudado.....	69

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

Neste momento há um desenvolvimento em novos processos de construção, metodologias executivas, tecnologias e materiais utilizados na produção. Processos e metodologias construtivas e de planejamento foram analisados e incrementados, assim como novos materiais inseridos juntamente as novas tecnologias. Buscando sempre a competitividade do mercado e o lucro financeiro na visão das construtoras.

“Devido ao processo de urbanização das cidades e o surgimento e desenvolvimento dos grandes centros, houve um grande crescimento da demanda da população por moradias. Buscando atender este fenômeno, desenvolveu-se a indústria da construção civil” (FIGUEIRÓ, 2009). Mediante a este panorama, houve a crescente valorização de imóveis e um aquecimento no mercado imobiliário, gerando assim concorrência entre as construtoras a fim de suprir a demanda dos clientes. De forma a se tornar cada vez mais competitivas, as construtoras começaram a inovar e melhorar o seus processos construtivos.

Segundo FIGUEIRÓ (2009), contudo, tínhamos ainda um sistema de construção de vedação em alvenaria, que nos remetia há até 4000 anos a. C. Dos antigos tijolos de argila o sistema evoluiu para a utilização de bloco industrializado, assim como a utilização de novas técnicas construtivas e desenvolvimento de novos materiais.

A execução da alvenaria se dá pela simples necessidade de vedação e divisão de ambientes, agregando o conforto acústico, térmico e estético ao mesmo.

Segundo SALA (2008), diante da necessidade de viabilizar as edificações quanto à aceitação do mercado e da competitividade econômica, somados ao déficit habitacional, a alvenaria racionalizada acaba se tornando uma 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.

No processo construtivo desta alvenaria em edificações, sob a ótica do método racionalizado e economicamente viável é imprescindível à perfeita interação entre projeto e a metodologia construtiva. O procedimento construtivo juntamente com o projeto e a adequada

mão-de-obra caracterizaram os fundamentos deste sistema e influirão para a otimização do processo.

1.2. Justificativa

A alvenaria é uma etapa juntamente com a estrutura que gera a geometria da construção, sendo fator fundamental relacionado a outros serviços que o sucedem. Sendo assim, a otimização desta etapa acarreta grande ganho em produtividade e redução de custo com desperdícios e retrabalhos gerados por falhas.

No mercado atual onde existe uma grande concorrência do mercado, construtoras tem como pilares centrais da construção: o prazo, o custo e a qualidade do produto. Sendo assim, elas visam realizar o seu produto no tempo determinado com o menor custo possível e com a melhor qualidade. Partindo deste ponto, cada vez mais se faz necessário à introdução de novas tecnologias e novos processos na construção destes empreendimentos, e a alvenaria racionalizada acaba se enquadrando nesta proposta.

Segundo FIGUEIRÓ (2009), a alvenaria é considerada como uma etapa da construção responsável pelos maiores índices de desperdício de materiais de uma obra. Sendo assim, cada vez mais o mercado tenta controlar e reduzir estes desperdícios através de procedimentos de execução racionalizados.

De acordo com SALA (2008), a alvenaria de vedação, empregada nas diversas construções, se torna um dos principais subsistemas indutores da racionalização construtiva, devido a sua atuação entre as etapas subsequentes e na precisão geométrica que influirá no resultado final do processo, na questão do desperdício do material e ganhos na produtividade e qualidade do serviço. Caracterizando-se assim, como detentora de um papel fundamental na racionalização construtiva de um empreendimento.

“Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases” (SABBATINI, 1998).

“A racionalização da produção da vedação vertical é fundamental para racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e de mão-de-obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades” (FRANCO, 1998).

Segundo SALA (2008), uma alvenaria executada dentro das tolerâncias geométricas determinadas viabiliza: maior precisão na dimensão dos ambientes, menores espessuras de revestimentos, folgas adequadas dos vãos para encaixe das esquadrias etc. O resultado final é uma redução geral nos custos da obra, além do ganho de tempo e redução da necessidade de retrabalhos.

A alvenaria representa cerca de 5% do custo de um edifício de médio ou alto padrão, mas podem interferir diretamente, nos custos de revestimento interno e externo do edifício. Estes que representam mais de cerca de 9% no orçamento, que somados as ferramentas de controle de qualidade (que possam garantir a precisão da geometria da alvenaria) podem trazer economias significativas às construtoras em tempos de mercados competitivos.

O mercado analisado no seguinte trabalho é o mercado do Rio de Janeiro, onde há grande competitividade e se mostra em ascensão devido à realização de grandes eventos esportivos como a copa do mundo de futebol em 2014 e as olimpíadas em 2016. Na busca por ganhos de competitividade, é um mercado que se caracteriza pela inclinação à inovação e desenvolvimento de novos processos e tecnologias. Mas em contra partida tem como característica também certa resistência à difusão e incremento destas inovações por parte de construtoras mais tradicionais, e a fama de um mercado onde as construtoras não conseguem o atendimento dos prazos.

1.3. Objetivo

Este trabalho visa analisar os ganhos na implementação da alvenaria racionalizada na construção imobiliária, analisando suas características e relacionando com os possíveis ganhos associados a elas. Será analisada uma construção que teve o uso desta alvenaria, relatando os sucessos e os fracassos deste procedimento executivo de vedação vertical.

Os objetivos principais deste trabalho são:

- ✓ Introduzir e apresentar as características da alvenaria racionalizada e seus possíveis ganhos na construção civil;

- ✓ Definir as vantagens e desvantagens da utilização desta vedação vertical através de um estudo analisando uma construção onde foi utilizada esta alvenaria e definir as vantagens e desvantagens, assim como os possíveis ganhos e as falhas do processo.

Além da introdução de possíveis discussões à respeito dos processos de racionalização na construção civil e conceitos de produtividade e qualidade no sistema e no produto final.

1.4. Metodologia

A metodologia adotada foi fundamentada na pesquisa e coleta de dados e conceitos associados ao tema do trabalho em desenvolvimento, realizou-se um levantamento bibliográfico referente ao tema proposto, o que incluiu em pesquisas virtuais. Após a fundamentação teórica foi realizada a análise prática do tema através de visitas a obra que adotava a alvenaria racionalizada como sistema de vedação vertical. Nestas visitas foram observados os processos associados ao tema e coletadas informações e dados preponderantes para a realização da discussão e da análise de caso proposta no seguinte trabalho. Este estudo de caso se deu através da observação e da tomada de alguns dados da obra analisada.

1.5. Estrutura do trabalho

O capítulo 1 introduz o tema elaborado, citando o sistema construtivo tradicional brasileiro de edifícios no Brasil, caracterizando o papel da vedação vertical em alvenaria e sua importância como elemento de coordenação entre as etapas de execução. Discorrendo brevemente sobre a alvenaria racionalizada e suas características. Além de explicitar os objetivos do trabalho e os meios utilizados para alcançá-lo, juntamente com a síntese das etapas de seu desenvolvimento.

O capítulo 2 contextualiza os elementos de vedação, introduzindo os aspectos históricos e o desenvolvimento do sistema; descreve os principais tipos de elementos de vedação utilizados na construção civil atualmente e suas características. Ressalta o uso da alvenaria de blocos cerâmicos no mercado do Rio de Janeiro, e as práticas artesanais destes elementos.

O capítulo 3 tem como finalidade discorrer sobre os paradigmas a serem atendidos pelas construções atuais. Relatar os impactos dos novos condicionantes construtivos e as

alvenarias de vedação. Discussões a respeito de alguns paradigmas como a rapidez da construção, ausência de mão-de-obra qualificada, perdas resultantes da alvenaria convencional, entre outros, são ressaltadas.

O capítulo 4 aborda a alvenaria racionalizada, explicando o conceito do processo, suas características e seus pontos relevantes. Neste capítulo há além da conceituação da alvenaria racionalizada, a descrição da sua tecnologia de produção, suas etapas da execução, a mão-de-obra utilizada, os blocos modulares, os equipamentos racionalizados, o projeto de produção das vedações verticais e suas técnicas construtivas.

O capítulo 5 trata do estudo de caso realizado a respeito da alvenaria racionalizada. Nele faz-se uma caracterização do ambiente do estudo de caso, a justificativa pela adoção da técnica de vedação vertical, os resultados auferidos como o uso da alvenaria racionalizada, os aspectos positivos e negativos da tecnologia relacionada à construção em estudo, os fatores influentes ao sistema e alguns dados relevantes na análise do estudo de caso.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais, que consistem na análise do estudo dos ganhos na utilização da alvenaria racionalizada, os comentários dos resultados observados no estudo de caso, os resultados esperados e não alcançados, além da sugestão para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas e eletrônicas utilizadas neste trabalho.

2. ELEMENTOS DE VEDAÇÃO - CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Aspectos históricos e desenvolvimento do sistema

Segundo FIGUEIRÓ (2009), a alvenaria é um sistema construtivo cuja utilização remota no início da atividade humana (aproximadamente 4000 a. C.) na construção para vários fins. Foram empregados blocos de diferentes materiais constituintes como argila, pedra e outros. Obras que desafiaram o tempo estão presentes nos dias atuais como verdadeiros monumentos com grande importância histórica utilizaram este sistema de blocos.

Modernamente se entende por alvenaria, um conjunto coeso e rígido, de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria) unidos entre si por argamassa. Principal material estrutural de edifícios ao longo de 4000 anos de civilização e responsável pela habitabilidade dos abrigos construídos pelo homem.

Segundo TELLES (1984), “a partir do primeiro quartel do século XVII, tornam-se cada vez mais numerosas as construções de pedra e cal, inclusive casas particulares”, as quais eram feitas artesanalmente.

“As técnicas empregadas nesse período, para o caso das vedações verticais, eram no caso de moradias mais simples, o pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão e, nas habitações mais sofisticadas, a pedra, o barro e, às vezes, o tijolo a o cal.” (TELLES, 1984). Essas vedações tanto vedavam a edificação, como também constituíam a estrutura.

À medida que os edifícios passaram a ser produzidos como mercadoria, a produção de seus insumos também se convertia em produção para o mercado. Segundo, VARGAS (1994), *“os primeiros materiais de construção industrializados, precariamente, foram os tijolos, vindo a substituir o processo artesanal da taipa nas construções das paredes de edifício”*.

Segundo BARROS (1998), os canteiros de obras acabaram sendo atingidos pelas alterações tecnológicas através da incorporação de novos materiais, componentes e ferramentas que permitiram pequenas transformações na produção de edifícios.

A respeito à alvenaria, estas transformações foram significativas, pois a alvenaria de tijolos cerâmicos, usualmente empregada com função estrutural para edifícios de até três

pavimentos, passa a desempenhar a função exclusiva de vedação, empregada, sobretudo em edifícios múltiplos pavimentos, com estrutura de concreto armado.

Devido a isso, os edifícios construídos com estrutura de concreto e de vedação com alvenaria de blocos cerâmicos passou a ser o processo construtivo tradicional, amplamente utilizado no país.

Sendo assim, a construção em alvenaria perdeu a condição de principal estrutura suporte, com o surgimento de edifícios de grande altura. No entanto, não perdeu a condição de principal material para vedação do edifício, principalmente nas vedações externas. Segundo FRANCO (1998), no Brasil tem ampla aplicação e liderança como principal sistema de vedação utilizado. Estima-se que a produção anual de blocos e tijolos no mundo é de 400 bilhões de unidades, o que o caracteriza como o material de construção de maior produção mundial.

Segundo SALA (2008), na década de 90, devida à retração e elevada competitividade que passava a indústria da construção civil, o mercado se viu obrigado a investir em programas de desenvolvimento tecnológicos como estratégia de ação para enfrentar a concorrência.

Estes programas tinham como objetivo desenvolver métodos e procedimentos construtivos que permitissem racionalizar e melhorar a produção de edifícios construídos pelo processo de construção tradicional. Sendo assim, surgiu o processo de desenvolvimento da alvenaria racionalizada, frente à alvenaria tradicional.

Segundo BARROS (1998), alvenaria de vedação racionalizada é caracterizada da seguinte forma: “elemento usualmente empregado como vedado de elevado grau de organização e otimização das atividades envolvidas na sua produção”.

O desenvolvimento da alvenaria racionalizada se deu seguindo as diretrizes dos procedimentos construtivos da alvenaria estrutural.

Segundo BARROS (1998), a alvenaria de vedação racionalizada caracteriza-se pelos seguintes objetivos:

- Eliminar a postura predominante de adoção de soluções construtivas criadas no canteiro de obras no momento da realização dos serviços de alvenaria;

- Criar um projeto de produção de alvenaria que exija um planejamento prévio de todas as atividades e permita soluções mais racionais da produção;
- Introduzir o uso de equipamentos e ferramentas novas que permitam aumento de produtividade e qualidade;
- Treinamento e motivação da mão-de-obra para adoção de novas posturas de trabalho;
- Implementar procedimentos de controle do processo de produção e aceitação do produto.

2.2. Principais tipos de elementos de vedação e suas principais características

A vedação vertical é responsável pelo fechamento da edificação e também pela compartimentação dos ambientes internos. A maioria das edificações executadas pelo processo construtivo convencional (estrutura reticulada de concreto armado moldada no local) utiliza para o fechamento dos vãos, paredes de alvenaria.

Existe uma grande diversidade na tipologia deste sistema de vedação vertical atualmente, possuindo uma posição de destaque algumas metodologias utilizadas com maior frequência. Os elementos de vedação mais utilizados atualmente no mercado da indústria da construção civil, na construção de edifícios, são: alvenaria tradicional com paredes de bloco cerâmico ou de concreto, alvenaria racionalizada com paredes de bloco cerâmico modular ou de concreto e a vedação com gesso acartonado.

2.2.1. Alvenaria de Vedação Tradicional

Na alvenaria de vedação, como o próprio nome sugere, o objetivo das paredes é fechar a estrutura da obra entre colunas e vigas sem contribuir de forma direta para a estrutura do projeto. Segundo SABBATINI (2001), a alvenaria de vedação tradicional tem como principal vantagem a boa relação custo-benefício dentre os outros materiais para vedação existentes, é um material de construção econômico considerando-se os investimentos iniciais e de manutenção. Além dessa característica fundamental, esta alvenaria se caracteriza também por outros benefícios como:

- Boa a excelente durabilidade (excelente resistência a agentes agressivos);

- Excelente comportamento frente à ação do fogo (resistência, efeito barreira, incombustibilidade);
- Bom desempenho térmico;
- Estabilidade, indeformabilidade;
- Boa estanqueidade à água (quando revestida);
- Facilidade de composição de elementos de qualquer forma e dimensão;
- Não tem limitações de uso em relação às condições ambientais;
- Se necessário, pode ser 100% reaproveitável;
- Maior aceitação pelo usuário e pela sociedade (“o sonho da casa de alvenaria”).

A alvenaria de vedação tradicional com paredes de blocos cerâmicos, apresentada nas figuras 1 e 2, é um tipo de elemento de vedação rudimentar que não se utiliza projeto de alvenaria, as soluções construtivas são improvisadas durante a execução dos serviços. O bloco utilizado é um bloco rudimentar, denominado popularmente como “bloco baiano”, de pouca precisão geométrica e menor resistência física. Este bloco cerâmico tem um grau de desperdício maior, pois quebra mais facilmente, além de sofrer maior variação térmica contra as intempéries externas como frio e calor.

Este processo da alvenaria de vedação tradicional tem as seguintes desvantagens:

- O retrabalho: os tijolos ou blocos são assentados, as paredes são seccionadas para a passagem de instalações e embutimento de caixas e, em seguida, são feitos remendos com a utilização de argamassa para o preenchimento dos vazios;
- O desperdício de materiais: a quebra de tijolos no transporte e na execução, a utilização de marretas para abrir os rasgos nas paredes e a frequência de retirada de caçambas de entulho da obra evidenciam este desperdício;
- Falta de controle na execução: eventuais problemas na execução são detectados somente por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, gerando elevados consumos de argamassa e aumento das ações permanentes atuantes na estrutura.



Figura 1 – Exemplo de Alvenaria tradicional



Figura 2 – Exemplo de Alvenaria tradicional

2.2.2. Alvenaria de Vedação Racionalizada com blocos modulares

O princípio básico da alvenaria racionalizada é tomar todas as decisões quanto aos passos de execução na fase de elaboração do projeto executivo e documentá-los em forma de desenho ou observações descritivas. Assim, o projeto contempla todo o detalhamento executivo, compatibilizando os demais projetos estrutural, de alvenaria e instalações.

Quando se pretende implantar conceitos de racionalização da construção, deve-se iniciar pela estrutura da edificação. Em seguida, priorizar a alvenaria de vedação. Isso porque o subsistema de vedação vertical interfere nos demais subsistemas da edificação: revestimento, impermeabilização, esquadrias, instalações elétricas e de comunicação e instalações hidro sanitárias. Todos esses serviços somados representam uma parcela considerável do custo de uma obra. Esta alvenaria racionalizada com blocos cerâmicos modulares é mostrada na figura 3.



Figura 3 – Exemplo de alvenaria racionalizada

Em contraponto à alvenaria tradicional, a alvenaria racionalizada apresenta as seguintes características:

- Utilização de blocos de melhor qualidade, com furos na vertical para a passagem de instalações.
- Planejamento prévio da paginação da alvenaria, cada bloco está desenhado no seu devido lugar.
- Projeto da produção, projeto compatibilizando estrutura, alvenarias e demais subsistemas.
- Utilização de família de blocos com blocos compensadores para evitar a quebra de blocos na execução.
- Redução drástica do desperdício de materiais, sem quebras e sem remendos.

- Melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro de obras.

A racionalização construtiva pode ser entendida como a aplicação mais eficiente dos recursos em todas as atividades desenvolvidas para a construção do edifício.

2.2.3. Gesso Acartonado

O gesso acartonado é uma placa produzida a partir do gesso e do papel cartão. Possui resistência à compressão e à maleabilidade, oferecendo, também, praticidade, rapidez e versatilidade na elaboração e execução dos projetos, assim como proporciona poucos resíduos ao final da instalação. O gesso acartonado vem sendo muito utilizado como parede, como podemos observar nas figura 4, substituindo as de alvenaria. Suas características permitem uma grande diversidade de usos e um ótimo resultado estético.



Figura 4 – Exemplo de Gesso acartonado

Este tipo de vedação tem como principais vantagens:

- É um material leve, rápido e fácil de ser instalado;
- Permite instalações elétricas, hidráulicas e de telefone no interior das paredes;
- Permite que o interior das paredes receba isolantes térmicos e acústicos;
- Elevada resistência ao fogo;
- Apresenta bom desempenho térmico e acústico (equivalente ao de uma parede de alvenaria de meio tijolo), quando preenchidos por materiais isolantes.

Porém, este sistema de vedação possui algumas limitações e desvantagens devido a sua caracterização e formulação.

O gesso acartonado apresenta as seguintes desvantagens:

- Limitação de uso em relação às condições ambientais;
- O custo para pequenas obras é maior, se comparado ao da alvenaria convencional;
- Requer uma mão de obra mais qualificada;
- Cuidados especiais no transporte das placas;
- Medidas específicas para se dependurar objetos (quadros, suportes de TV, etc.);
- Não apresentam bom desempenho frente à umidade, mesmo quando revestidas pela película especial;
- Exige o conhecimento do usuário em relação à capacidade de receber cargas penduradas.

2.3. Importância da utilização da alvenaria de bloco cerâmico no mercado do Rio de Janeiro

Os edifícios construídos com estrutura de concreto e de vedação com alvenaria de blocos cerâmicos são considerados como o processo construtivo tradicional, amplamente utilizado no país.

No mercado do Rio de Janeiro não é diferente, ele tem como característica a adoção em grande escala da alvenaria tradicional de blocos cerâmicos como sistema de vedação vertical. Este tipo de vedação juntamente com a utilização da estrutura de concreto caracteriza o processo construtivo tradicional utilizado no estado. A alvenaria tradicional detém a condição de principal material para vedação do edifício, principalmente nas vedações externas.

Segundo o IBGE, o Brasil conta com uma população que geograficamente que está mais concentrada nas regiões sul e sudeste. Essas regiões tem um maior número de habitantes nas zonas urbanas, e de acordo com BUSTAMENTE e BRESSIANI, (2000), é um fator importante na análise da distribuição das empresas do setor cerâmico e no estudo dos hábitos de consumo e necessidades básicas da população.

As empresas do setor cerâmico localizam-se de acordo com dois fatores principais: a proximidade das jazidas da matéria prima (em função do volume de matéria-prima processada e da necessidade de transporte desse grande volume e peso) e da proximidade dos centros consumidores deste produto. Nesta indústria se destaca a produção da cerâmica vermelha,

largamente empregada na construção civil. Este segmento produz tijolos furados, tijolos maciços, blocos de vedação e estruturais, telhas, manilhas e pisos rústicos.

Uma avaliação disponível no banco de dados SIDRA (IBGE) revelou que, entre as várias empresas produtoras de produtos cerâmicos (o que inclui cerâmicas vermelhas), a maioria se concentra na região sudeste (41,7%), seguida pela sul (30,2%) e nordeste (15,7%).

No que se diz respeito ao estado do Rio de Janeiro, o município de Campos dos Goytacaz se destaca, este, é um importante polo da indústria de cerâmica vermelha no Brasil. Caracterizado como segundo maior produtor do país, produz cerca de 40% da produção de cerâmica vermelha do estado fluminense. A região possui depósitos quaternários do tipo aluvionares, com abundância em material argiloso.

A seguir é apresentado a tabela 1, onde se demonstra que na produção da cerâmica vermelha, destaca-se a fabricação dos tijolos e blocos cerâmicos.

	Nº Empresas Aproximado	% Aproximado por Área	Produção/Mês (Nº de Peças)	Consumo-Ton/Mês (Matéria Prima: Argila)
Blocos / Tijolos	3600	63%	4.000.000.000	7.800.000
Telhas	1900	36%	1.300.000.000	2.500.000
Tubos	12	0,1%	325,5 Km*	-

Fonte: ANICER, sd, op. cit.

Nota: (*) Produção apontada pela Associação Latino Americana de Fabricantes de Tubos Cerâmicos (ACERTUBOS), considerando o número de 10 empresas, responsáveis pela fabricação de 3.906 km/ano.

Tabela 1 – Estatística da fabricação da cerâmica vermelha

Para estimar o consumo da cerâmica vermelha, e em especial os blocos cerâmicos e tijolos, foram utilizados dados da ABC (Associação brasileira de Cerâmica). O quadro da tabela 2 demonstra este consumo da cerâmica vermelha por região do país.

REGIÃO	CONSUMO TOTAL (em bilhões de peças)	%	CONSUMO PER CAPITA (peças/hab)
NORTE	3,2	5,0	218
NORDESTE	13,9	22	272
CENTRO-OESTE	4,4	7,0	272
SUDESTE	26,6	42	339
SUL	15,2	24	564
TOTAL BRASIL	63,3	100	345

Fonte: Adaptado de MME/SGM, 2006, op. cit.

Tabela 2 – Consumo total da cerâmica vermelha no país.

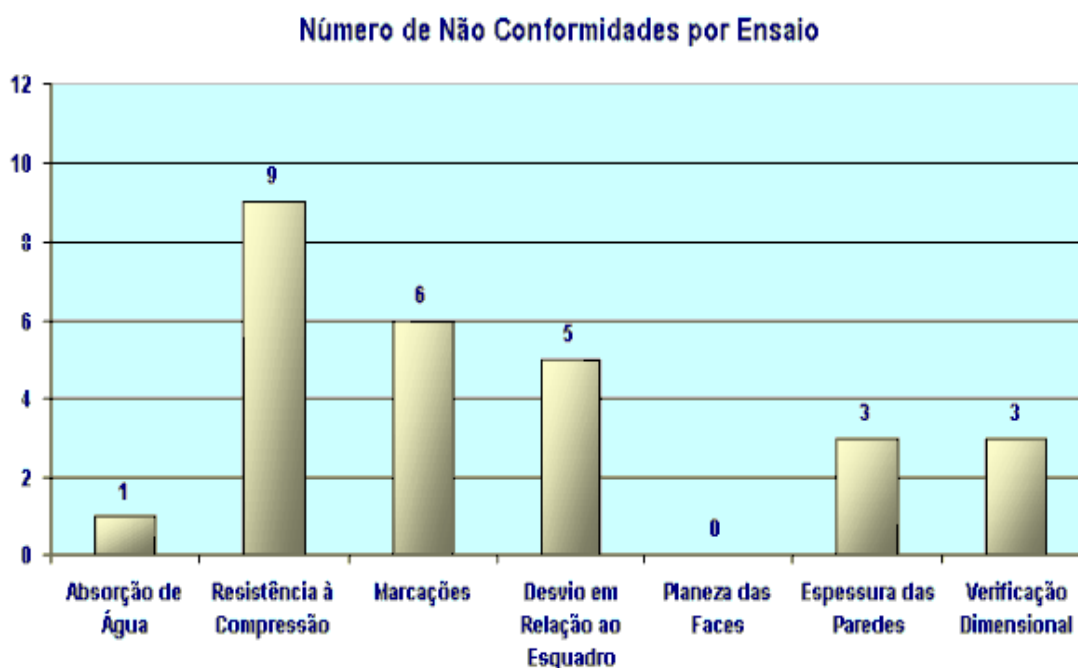
Segundo os dados relacionados nos quadros 1 e 2, podemos caracterizar o estado do Rio de Janeiro como grande consumidor de blocos cerâmicos e detentor de uma região dotada de fábricas produtoras deste material. Devido a estes fatores, aliados a ascensão do mercado imobiliário fluminense, a aplicação deste material na construção de empreendimentos imobiliários ganha grande importância e representatividade, explicando assim, sua utilização em grande escala.

Estes blocos, cujas especificações estão estabelecidas na NBR-7171, são de emprego comum e técnica executiva de domínio público há muitos anos. Obtido a partir da queima de argilas, são facilmente encontrados em qualquer ponto do país, devido inclusive à facilidade de fabricação. Possuem variação volumétrica de valores considerados baixos ao absorver ou expelir água, além de baixa densidade e facilidade de manuseio, apresentando, ainda, custo competitivo. Algum inconveniente é observado quanto ao item variação dimensional, por se tratar de corte artesanal e secagem com queima diferenciada. Atualmente, grande parte dos fabricantes busca certificações para melhoria do desempenho de seus produtos. Na maioria dos casos as alvenarias com blocos cerâmicos utilizam o bloco com furo na horizontal.

No Brasil existem bons fornecedores atendendo as especificações da ABNT, porém, é muito grande o número de fabricantes que negligenciam sua fabricação, controle e qualidade. Os fornecedores do estado do Rio de Janeiro caracterizam-se pela baixa qualidade da fabricação deste material. De acordo com uma análise feita através do INMETRO (2001), foi concluído que a tendência dos blocos cerâmicos existentes no mercado é não atenderem aos parâmetros vigentes, tanto no que se referem aos requisitos estabelecidos pela norma brasileira, quanto aos relacionados à portaria INMETRO para verificação da conformidade

metrológica para produtos desta natureza. Foram analisadas doze marcas de diferentes fabricantes do mercado. Das doze marcas analisadas, onze foram consideradas não conformes, ou seja, cerca de 92% (noventa e dois por cento) das marcas analisadas apresentaram irregularidades em relação a, pelo menos, uma das características verificadas.

A tabela 3 descreve o número de não conformidades detectadas em cada um dos ensaios realizados.



FONTE: SITE DO INMETRO, 2001.

Tabela 3 – Resultado da análise do INMETRO aos blocos cerâmicos

Como pode ser observado, nesta análise feita pelo INMETRO, o ensaio de resistência à compressão apresentou o maior número de não conformidades. Nove marcas, ou seja, 75% (setenta e cinco por cento) das marcas analisadas apresentaram resistência abaixo do exigido, indicando que a tendência dos blocos cerâmicos existentes no mercado é não atenderem a este requisito.

Outra característica do mercado fluminense é a questão da mão-de-obra utilizada, que se caracteriza pela pouca qualificação. Nos mercado atuais, partindo dos conceitos da produção enxuta, existe uma cultura de subcontratação de serviços, onde uma construtora

subcontrata outras empresas para executarem diversos serviços na construção. É muito comum no estado esta terceirização que acaba dificultando o processo de qualificação da mão-de-obra. Estas empresas subcontratadas detêm menores estruturas e investimentos, e se caracterizam pelo pouco investimento em treinamentos e qualificação dos profissionais.

Segundo BARROS (1998), para alterar a relação empresa- empregado (na qual a primeira está interessada apenas no menor preço do serviço e o último raramente exerce a responsabilidade pelo serviço executado) é necessária à criação de uma relação de parceria, onde precisa-se ter condições de investir na formação da mão-de-obra.

O processo de vedação com a utilização da alvenaria tradicional de blocos cerâmicos é considerado como uma técnica artesanal, onde a forma como ocorre assentamento do bloco é rudimentar e pouco otimizada. Nestes processos não existe um procedimento claro de execução, ficando a cargo do profissional a metodologia executiva. As ferramentas utilizadas são rudimentares e pouco racionalizadas. Nestas técnicas é caracterizado a baixa produtividade (elevado consumo de mão-de-obra), e o domínio técnico centrado na mão-de-obra de execução.

3. IMPACTOS DOS NOVOS CONDICIONANTES CONSTRUTIVOS ATUAIS E AS ALVENARIAS DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA

A competitividade do mercado estabelecida por uma economia globalizada certamente tem sido o impulso para que as empresas do setor da construção de edifícios revejam as suas atuais formas de produção, a fim de alcançarem um patamar mais elevado de qualidade de seus produtos e do processo produtivo.

Com a finalidade de introduzir o impacto dos novos condicionantes construtivos atuais a as alvenarias de vedação, buscou-se discorrer sobre alguns paradigmas a serem atendidos pelas construções, em específico pelas alvenarias de vedação.

3.1. Custos associados

Ao se considerar apenas o custo da alvenaria de vedação, pode parecer que a racionalização não seja fundamental; entretanto, considerando-se as suas inter-relações com os demais subsistemas de edifício, racionalizar a sua produção torna-se imprescindível.

Segundo SALA (2008), através da racionalização da execução da alvenaria de vedação é possível à redução de custos, aumento da produtividade e a própria redução de problemas patológicos no conjunto de esquadrias, das instalações elétricas e hidro sanitárias e nos revestimentos, que juntos podem representar 20% do custo total dos edifícios.

3.2. Rapidez na construção

Buscando atender a necessidades do mercado, as construtoras devem executar um empreendimento no prazo pré-determinado, geralmente definido antes do lançamento do mesmo. Para isso, se torna necessário uma rapidez na construção objetivando o cumprimento destes prazos de entrega, ou até mesmo a redução do período de construção e, subsequentemente dos custos diretos associados a mão-de-obra. Para a empresa se torna importante executar o produto no menor prazo possível a fim de reduzir os custos da construção, além de atender as necessidades do cliente.

Atrelado também à rapidez na construção pode-se destacar a redução dos custos indiretos relacionados à redução de prazos. Segundo, SOUZA (1998), *“além da mão-de-obra direta, existe todo um trabalho de apoio que acontece em paralelo à execução de uma obra ou parte dela. A execução de um serviço mais rapidamente pode implicar numa redução*

destes custos indiretos. Normalmente tal redução é expressiva quando o serviço agilizado está no caminho crítico da obra como um todo, de maneira que sua realização num prazo menor implica numa minimização da própria duração da obra”.

A racionalização da alvenaria visa o aumento da produtividade e a qualificação do produto. Sendo assim, busca-se um produto de melhor qualidade, executado de forma mais produtiva, visando a redução dos custos diretos e indiretos associados a este processo no sistema construtivo.

No início da execução da alvenaria racionalizada em uma construção de um edifício com pavimentos tipo, a fase de elevação da alvenaria dos primeiros andares pode ser caracterizada por produtividade da mão de obra em um nível abaixo do esperado, em função da adaptação dos profissionais ao novo processo. Nesta fase ocorrem consultas excessivas dos profissionais ao projeto de alvenaria, além da necessidade de adaptação do profissional ao procedimento executivo da edificação.

Com a evolução do serviço nos pavimentos tipo seguintes, essa mão-de-obra se adapta ao novo processo, tornando o sistema altamente produtivo. Esta evolução da produtividade do profissional pode ser analisada segundo uma curva denominada de “curva de aprendizagem”, onde se mede o tempo necessário para ele realizar a elevação de uma determinada área de alvenaria. Segundo SILVA *et al.*,(2006), com um treinamento adequado, um profissional pode chegar a produzir 50 m²/dia de alvenaria, sem contar que, após o término da parede, a mesma está pronta para ser revestida, não havendo mais a necessidade de rasgá-la para passagem de eletrodutos.

É interessante destacar a necessidade da definição de uma equipe fixa a uma determinada área de atuação deste serviço. Isto porque devido à repetição do projeto de alvenaria nos pavimentos tipo, o profissional pode gerar ganho na produtividade do serviço, já que absorve o conhecimento do projeto e da metodologia construtiva desta área em questão. Gerando assim, uma rotina que agrega no ganho de produtividade e qualidade do serviço, pois o profissional irá repetir a mesma alvenaria algumas vezes. Outro ponto interessante a se destacar, é a necessidade da pouca rotatividade de mão-de-obra em uma determinada equipe, a mudança de profissional irá forçar um recomeço do ciclo de aprendizagem, desfavorecendo a produtividade da equipe no processo.

Para que a execução ocorra de forma adequada, é necessário realizar um treinamento de mão-de-obra. Assim, podem ser evitados retrabalhos, desperdício de materiais e mão-de-obra, além de possíveis patologias futuras.

3.3. Estruturas esbeltas

Com a tendência de utilização de estruturas cada vez mais esbeltas, têm surgido algumas patologias nas alvenarias, principalmente causadas por:

- ❖ Utilização de balanços com vãos grandes e seções transversais reduzidas;
- ❖ Falta ou inadequação de vergas e contravergas nas regiões dos vãos;
- ❖ Qualidade deficiente dos materiais utilizados (tijolos, blocos e argamassas) e da execução;
- ❖ Problemas de ligação da estrutura com a alvenaria (ligação pilar/parede e encunhamento).

Buscando resolver algumas destas patologias, a alvenaria racionalizada dá algumas soluções que agregam qualidade ao produto final através da qualificação dos elementos utilizados e melhoria da metodologia executiva adotada.

A fim de melhorar a constituição do processo, novos elementos de qualificação são agregados ao sistema como: blocos de melhor qualidade (dotados de furos na vertical para a passagem de instalações); telas metálicas (para o melhoramento da ligação estrutura alvenaria); vergas e contravergas (na utilização da construção dos vãos); entre outros. Estes elementos tem com finalidade a redução de algumas patologias comuns a determinados fenômenos e situações ocorridos neste tipo de construção estrutural.

Assim como os elementos de qualificação, as metodologias agregadas ao procedimento executivo tem a mesma finalidade: redução de patologias. Alguns exemplos destas metodologias são: o jateamento com água para a remoção do desmoldante da estrutura; a aplicação do chapisco no contato da estrutura com a alvenaria; o umedecimento da superfície para o assentamento dos blocos da primeira fiada; e a fixação das telas metálicas a estrutura. Estes procedimentos agregam na otimização da ligação estrutura-alvenaria, reduzindo a aparição de possíveis falhas e discontinuidades.

3.4. Qualificação da mão-de-obra

Historicamente a construção civil se caracteriza por possuir uma produção manufatureira. Na década de 80, segundo VARGAS (1984), a indústria da construção era caracterizada desta forma em função da dificuldade em imobilizar máquinas e equipamentos, grande parte dos trabalhos era feita pelas próprias mãos dos trabalhadores, com uso de ferramentas e pequenos equipamentos, e totalmente dependente de sua habilidade, de seu conhecimento técnico e dos hábitos de trabalho criados na estrutura de ofícios.

Ainda no histórico da construção, segundo FARAH (1992), a forma como o desenvolvimento da construção se deu no país, acabou por comprometer o saber dos operários, implicando numa desqualificação crescente dos trabalhadores, sem que houvesse transferência do “saber-fazer” para a gerência do processo de produção.

“As empresas precisam entender que dependem da qualificação do trabalhador e de sua habilidade para viabilizar a produção, pois ainda que a tecnologia esteja embutida no projeto e em alguns componentes industrializados, os trabalhadores intervêm com sua experiência prática, traduzindo os projetos na fase de execução e recorrendo e seus conhecimentos para a utilização e aplicação de materiais e componentes.” (FARAH, 1992).

Mesmo a citação do autor acima possuir mais de 20 anos, esta ainda é pertinente nos dias de hoje, onde muitas empresas não possuem a mentalidade da necessidade do treinamento e qualificação da mão-de-obra na construção civil.

O histórico da mão-de-obra utilizada na indústria da construção é caracterizada pela pouca formação e qualificação. Segundo HOLANDA (2003), quanto ao grau de instrução (formação escolar) dos operários da construção civil, pode-se dizer que é deficiente. Muitos são analfabetos ou possuem apenas o primeiro grau. Quanto aos aspectos relacionados ao treinamento dos operários na obra, muitas vezes é realizado de forma assistemática e durante a execução dos serviços, acabando por não capacitar os operários para novas competências nem conseqüentemente, para o trabalho com novas tecnologias.

Ainda segundo a autora citada acima, apesar de novos métodos, processos, tecnologias e materiais terem sido incorporados às atividades produtivas no decorrer das últimas décadas, acompanhando o desenvolvimento tecnológico, poucas mudanças vêm sendo introduzidas nas formas de gerenciamento dos recursos humanos. Na construção de

edificações, principalmente nas pequenas empresas, a situação é ainda crítica, o treinamento de pessoal, quando ocorre, é deficiente, o sequenciamento das atividades carece de melhor planejamento, além de ser pouco estimulada a participação dos trabalhadores na programação das tarefas, na melhoria das condições de trabalho e na melhoria da comunicação.

No sistema de construção de vedação vertical esta característica não se difere. A alvenaria tradicional é caracterizada como um sistema que detém mão-de-obra pouco qualificada. Este profissional executa os serviços com facilidade, mas nem sempre com a qualidade desejadas.

O mercado do Rio de Janeiro tem como característica o emprego de mão-de-obra terceirizada para a produção dos subsistemas, ou seja, trabalham com serviços subempreitados. Desta forma, o treinamento e a qualificação da mão-de-obra é uma questão que envolve grande dificuldade.

Segundo OHNUMA (2003), a subcontratação tem a opção de explorar diferentes enfoques ou estratégias de atuação, dependendo dos propósitos da empresa contratante. Este mesmo autor argumenta que a subcontratação no subsetor de edificações existe basicamente pela busca da especialidade, na busca por tecnologias; pela busca da capacidade, pela incapacidade produtiva do contratante; e ainda, pela busca por economia, relacionando-a ao custo de serviço ou à economia de escala, que só pode ser conseguida pelo contratante.

Na utilização da alvenaria racionalizada, a mão-de-obra utilizada é qualificada e treinada de acordo com o processo, existe uma sequência construtiva que se atrela as metodologias de execução. É utilizado um procedimento executivo bem definido que dá fundamentação e apoio ao profissional que irá executar o serviço. O treinamento deve ser fornecido todas as vezes que se inicia uma obra, independentemente da equipe responsável pela execução das vedações verticais.

Segundo HOLANDA, (2003), este treinamento pode ser realizado seguindo duas etapas. O treinamento inicial é denominado de integração e é fornecido a todo e qualquer operário novo que entrar na obra ou em uma determinada frente de trabalho pela empresa contratante do serviço. Trata-se de um treinamento corriqueiro e serve para a apresentação de algumas normas da empresa e do sistema. Segundo SERRA (2001), é importante que o operário passe por procedimentos formalizados de integração à obra, a existência deste

treinamento faz com que o novo participante aprenda e incorpore certos valores, normas e padrões de comportamento esperados pela empresa.

Segundo HOLLANDA (2003), após este treinamento inicial, se a empresa contratada julgar necessário, é realizado um treinamento na obra por parte desta (que pode ser a fornecedora do material e/ ou executora do serviço). Este treinamento difere-se de empresa para empresa, podendo deter diferentes propostas. Tomando por base uma proposta de treinamento específica, esta é dividida em quatro etapas: a primeira etapa consiste na exposição dos objetivos do treinamento por parte dos responsáveis do mesmo; a segunda consta na apresentação dos procedimentos de execução que são divididos em quatro módulos básicos (marcação, elevação, fixação e fixação de telas); a terceira envolve a apresentação dos itens de controle do processo; e finalmente a quarta expõe a tolerância de aceitação dos serviços.

O treinamento é fornecido no canteiro de obras, com a participação dos pedreiros, serventes, encarregados de obras, estagiários e responsáveis da empresa contratada, além do engenheiro responsável pela obra. Este acontece por meio de palestras, obedecendo à sequência das etapas comentadas acima, este treinamento pode deter aproximadamente 3 horas de duração.

Ao fim do treinamento, os operários assinam uma ficha de solicitação de treinamento, na qual continha o conteúdo fornecido naquela etapa do mesmo. A avaliação do treinamento é realizada através do acompanhamento do serviço segundo uma amostragem da obra, onde as tolerâncias estão sendo cumpridas, procura-se verificar se o serviço está sendo executado com qualidade.

3.5. Projetos executivos

Em algumas construções existe um problema comum em relação aos projetos executivos. Muitas vezes, este projeto demora a ser concluído a tempo de se começar a construção, acarretando no início da mesma sem a conclusão do projeto executivo. Ou ainda, quando concluído, este pode deter um detalhamento insuficiente às necessidades da construção. Este fenômeno pode gerar problemas na execução que acarretara em retrabalho e custos associados a falhas.

Esta peculiaridade é explicada da seguinte maneira: as empresas construtoras geralmente contratam escritórios de diferentes especialidades para a elaboração dos diversos projetos. O primeiro projeto a ser contratado é o de arquitetura, que é base para todos os demais; após a elaboração deste, é executado o projeto básico, para ser aprovado pela prefeitura e necessário para a obtenção do alvará de obras. Os projetos complementares como o projeto estrutural e de instalações prediais são realizados em diferentes escritórios, necessitando de uma compatibilização entre eles. Esta compatibilização geralmente fica a cargo de um novo escritório que irá acompanhar todo o desenvolvimento dos demais projetos. Após esta fase, elabora-se um projeto executivo, onde são detalhados os elementos construtivos. O grande problema deste sistema é que devido a esses escritórios possuírem uma demanda muito elevada de projetos, acabam por defasar a entrega dos mesmos aos prazos de início de obra. Algumas vezes esta é iniciada sem o projeto executivo bem detalhado e compatibilizado aos demais.

Na alvenaria racionalizada, este fenômeno não é observado, já que neste processo é adotado um projeto executivo específico para a vedação vertical da construção. Antes de se pensar no projeto da alvenaria deve-se atentar para a coordenação de todos os projetos necessários para a execução da obra. As interferências dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações devem ser cuidadosamente analisadas e resolvidas na fase de anteprojeto.

A elaboração do projeto de alvenaria de vedação é fundamental para a racionalização. O objetivo principal deste projeto é promover a organização da execução pela prévia tomada de decisões, evitando que elas sejam tomadas no canteiro.

A modulação do projeto arquitetônico e estrutural, apesar de ser opção interessante, não é imprescindível para a utilização da alvenaria racionalizada. O mercado disponibiliza famílias de componentes com blocos compensadores, que permitem a elaboração do projeto de alvenaria independentemente da modulação do projeto arquitetônico.

As principais informações a serem obtidas do projeto arquitetônico são:

- Dimensões internas dos cômodos e paredes acabadas (largura, altura e comprimento);
- Localização e dimensões de aberturas (portas e janelas);
- Tipos de revestimento externo e interno;
- Detalhes construtivos de fixação de contramarcos das janelas e marcos das portas;

- Previsão de juntas de controle;
- Detalhes arquitetônicos como sacadas, beirais e platibandas.

As informações importantes do projeto estrutural são as dimensões dos elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), as distâncias de face-a-face dos pilares que definem os vãos de paredes utilizados na sua paginação e a altura do pé-direito estrutural. É importante também verificar se na concepção estrutural a alvenaria funciona como travamento da estrutura.

No projeto elétrico e de comunicações as seguintes informações são importantes:

- Passagem de eletrodutos: os eletrodutos verticais passam por dentro dos furos dos blocos, sem necessidade de cortes dos mesmos;
- Utilização de shafts verticais nas prumadas das áreas comuns;
- Pontos de luz, tomadas e interruptores;
- Posição de quadros medidores: podem ser utilizados gabaritos de madeira durante a elevação das paredes;

As principais informações coletadas do projeto de instalações hidro sanitárias são:

- Utilização ou não de shafts verticais para as tubulações de água e esgoto;
- Localização de ramais hidráulicos;
- Instalação de peças sanitárias.

Devem ser analisados também os projetos de instalação de gás, proteção contra incêndio e impermeabilização.

Como se trata de um projeto executivo, o projeto de alvenaria deve conter os seguintes desenhos e especificações:

- Planta de numeração das paredes;
- Planta de primeira e segunda fiadas;
- Locação da primeira fiada;
- Paginação ou elevação de cada parede;
- Definição quanto ao uso de vergas e contravergas;

- Especificação dos componentes da alvenaria: blocos e dosagem da argamassa de assentamento;
- Características das juntas entre blocos e na ligação estrutura/alvenaria;
- Detalhamento das ligações alvenaria-estrutura.

A elevação de cada parede deve contemplar os tipos de bloco, a quantidade de cada um, as dimensões das aberturas, a posição de vergas e contravergas, o posicionamento de eletrodutos e caixas de luz, telefone, antena, internet, e outros, além dos detalhes de ligação entre paredes e a estrutura.

3.6. Redução de perdas com materiais e mão-de-obra

“A competitividade de mercado tem sido o grande estímulo para que as empresas invistam na modernização de suas formas de produção, de maneira a obterem o aumento da produtividade dos serviços, a diminuição da rotatividade da mão-de-obra, a redução do retrabalho e a eliminação de falhas pós entrega e, por consequência, a redução dos custos de produção” (ANDRADE, 2005; COSTA, 2005; SOUZA, 2005).

De acordo a afirmação acima, o processo de construção de edifícios de múltiplos andares vem se modificando continuamente no país. Buscando a competitividade do mercado, muitas construtoras vêm investindo na racionalização da produção. Perdas relacionadas ao desperdício de material e mão-de-obra vêm sendo combatidos fortemente. Devido aos grandes volumes representados pelas alvenarias de vedação nas obras convencionais, esta acaba destacando-se nesta busca por racionalização.

“As paredes de alvenaria são os elementos mais frequentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo muitas vezes responsáveis por parcela expressiva do desperdício verificado nas obras de construção de edifícios (as perdas de tijolos/blocos estão comumente entre 15 e 20%)” (AGOPYAN *et al.*, 2009).

A alvenaria racionalizada tem como finalidade a redução das perdas, seja do material como da mão-de-obra. Uma obra de um edifício com vários pavimentos, onde o sistema de vedação vertical adotado seja o de alvenaria de blocos cerâmicos, demanda um altíssimo número de suprimentos constituintes, e uma numerosa equipe de profissionais executores. Sendo assim, perdas pontuais de material e mão-de-obra podem se tornar um imenso prejuízo

ao construtor, já que se repetidas com frequência nos diversos pavimentos, gerarão uma perda de proporções elevadas.

O desperdício do material na execução das alvenarias pode se caracterizar desde o transporte à execução. O transporte e a estocagem podem representar grandes perdas do material quando realizadas indevidamente. Na execução das alvenarias convencionais, o desperdício de material pode ser representado de algumas formas, um grande fator deste desperdício neste processo é a quebra ou execução de rasgos de parte da alvenaria para a passagem das instalações. Outro fator preponderante é a questão do retrabalho, que se faz necessário quando o serviço não esta conforme planejado. Existe ainda a questão do desperdício dos materiais constituintes de serviços subsequentes à alvenaria, como por exemplo: a argamassa de assentamento e de reboco, que é usado para corrigir falhas da alvenaria.

O desperdício da mão-de-obra está intimamente relacionado à questão do retrabalho. Quando o profissional necessita corrigir ou modificar um serviço já executado, o custo gerado pelo serviço anteriormente realizado é perdido, tornando o processo pouco produtivo.

Em virtude destas perdas, o papel desempenhado pela alvenaria racionalizada é de representar um agente minimizador destas perdas. Através da utilização de blocos de melhor qualidade (dotados de melhor aspecto geométrico e furos na vertical que possibilitam a passagem das instalações); do planejamento prévio da paginação da alvenaria; da elaboração do projeto executivo; do treinamento da mão-de-obra; e da utilização de família de blocos compensadores (para evitar a quebra de blocos na execução), busca-se uma redução drástica do desperdício de materiais (sem quebras e remendos), dos retrabalhos e uma melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro.

4. ALVENARIA DE VEDAÇÃO RACIONALIZADA COM BLOCOS CERÂMICOS MODULARES

4.1. Conceituação

“O conceito de racionalização não é recente; há muito tempo fala-se em racionalizar uma determinada coisa ou atividade. É um termo que tem um significado bem definido, tanto coloquialmente, como no meio técnico, ou seja, o termo racionalização pode ser entendido como o ato ou o efeito de racionalizar alguma coisa, tornar racional, tornar mais eficientes os processos de trabalho ou a organização de empreendimentos”. (BARROS 1998).

A prática da racionalização de uma determinada atividade ou processo se caracteriza pela substituição das práticas tradicionais por métodos fundamentados em princípios de organização e de predefinição das atividades. Esta prática remete a uma situação de tomadas de decisão necessária no início do processo de produção, ou seja, planeja-se antes de produzir.

Baseado nesta definição de racionalização construtiva, o processo de produção da alvenaria racionalizada é fundamentada, o qual deverá envolver *“todas as ações que tenham por objetivo de otimizar o uso de todos os recursos envolvidos com a produção das alvenarias de vedação, desde o início da concepção do empreendimento, até a fase de sua utilização”.* (BARROS 1998).

A alvenaria racionaliza surgiu na década de 90 pela necessidade da evolução dos métodos construtivos tradicionais e da adoção de novas tecnologias, afim agregarem competitividade em relação ao mercado da construção imobiliária. Fundamentada na otimização das técnicas construtiva, a racionalização gerou maior domínio sobre os procedimentos de execução, o encadeamento técnico das etapas e quedas sensíveis nos índices de desperdício.

Este processo tem como pontos de relevância, a utilização de:

- ✓ Blocos modulares;
- ✓ Materiais complementares;
- ✓ Técnicas construtivas otimizadas;
- ✓ Equipamentos racionalizados;

- ✓ Projetos de produção (compatibilização e modulação);
- ✓ Embutimento de tubulações na execução de paredes;
- ✓ Execução em etapas (marcação, elevação e fixação);
- ✓ Serviço técnico especializado;
- ✓ Mão-de-obra treinada;
- ✓ Procedimentos padronizados;
- ✓ Prazos técnicos entre etapas;
- ✓ Controle de qualidade;
- ✓ Planejamento do canteiro.

Os principais benefícios da utilização do processo são:

- ✓ Redução de perdas;
- ✓ Maior resistência da parede;
- ✓ Maior velocidade de execução;
- ✓ Redução do volume de entulho;
- ✓ Melhor integração com as demais etapas da obra;
- ✓ Redução das espessuras dos revestimentos;
- ✓ Redução de patologias.

4.2. Tecnologia da produção

Um fator importante na elaboração de uma tecnologia de produção da alvenaria racionalizada é a existências de procedimentos claros de produção. Ou seja, a empresa precisa saber como deseja que a alvenaria seja executada a fim de que possa contratar e treinar as suas equipes segundo essa orientação. *“Somente é possível cobrar aquilo que foi devidamente acordado”*. (BARROS, 1998).

A tecnologia da produção é fundamentada na busca a máxima racionalização da alvenaria, assegurando a garantia de uma parede pronta com o mínimo do desperdício possível.

Segundo SABBATINI (1989), a definição para o termo sistema construtivo: *“É um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e organização, e por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”*.

Neste sistema, a construtora é o maior responsável por todas as etapas do processo de produção das paredes, desde o projeto até a execução final. Ou seja, o sistema procura integrar as etapas de projeto, planejamento, execução e controle de todo o processo de produção das vedações verticais.

Os principais materiais utilizados para a execução do sistema são: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento, telas metálicas para amarração de paredes, pinos como elementos de fixação das telas a estrutura, elementos pré-moldados de micro concreto armado (vergas e contra vergas).

4.3. Etapas de execução

A execução da alvenaria racionalizada de vedação é segmentada em etapas constituintes do processo, onde se busca estabelecer uma sequência executiva na produção deste. Objetiva-se: dimensionar as equipes a fim de aumentar a produtividade, otimizar o uso de equipamentos, minimizar o transporte do material e equipamentos, e geração método de controle da qualidade.

A execução das alvenarias de vedação racionalizadas é dividida em três etapas distintas:

4.3.1. Marcação de primeira fiada de alvenaria: consiste na locação geométrica, e assentamento dos blocos de primeira fiada das paredes. Esta etapa consiste em garantir planicidade, nivelamento, esquadro e prumo da primeira fiada.



Fig. 5 – Marcação da alvenaria racionalizada

4.3.2. Elevação da alvenaria: consiste na elevação da segunda até a última fiada de alvenaria. Nesta etapa, o projeto de produção é a referência na amarração e modulação das paredes, vãos, e embutimento de instalações.



Fig.6 – Elevação da alvenaria racionalizada

4.3.3. Fixação da alvenaria: consiste apenas na fixação da alvenaria a estrutura, preenchimento do vazio entre a última fiada e a estrutura.



Fig.7 – Fixação da alvenaria racionalizada

4.4. Mão-de-obra

Segundo BARROS (1998), *“a racionalização construtiva colabora para que o saber-fazer possa ser de domínio da produção como um todo, pois à medida que a empresa tenha em suas mãos uma tecnologia racionalizada, como por exemplo, a de produção de alvenarias de vedação, para que seja efetivamente incorporada à produção, deverá ser repassada aos responsáveis pelas atividades que compõem o processo produtivo, desde o gerente da obra até o operário que executa a atividade, uma vez que é preciso que todos entendam e estejam conscientes da necessidade de racionalização do processo”*.

“As empresas precisam entender que dependem da qualificação do trabalhador e de sua habilidade para viabilizar a produção, pois ainda que a tecnologia esteja embutida no projeto e em alguns componentes industrializados, os trabalhos intervêm com sua experiência prática, traduzindo os projetos na fase de execução e recorrendo a seus conhecimentos para a utilização e aplicação de materiais e componentes.” (FARAH, 1992).

Sendo assim, na racionalização da produção do processo de vedação de alvenarias de blocos, a mão-de-obra tem fator determinante. Esta é treinada, especializada nos procedimentos de execução do processo. Os profissionais são treinados e capacitados pela própria construtora, que busca com isso a redução de retrabalhos e desperdícios associados.

Existem ainda alguns casos de construtoras que utilizam programas dotados de metodologias pedagógicas (denominadas “escolinhas de pedreiro”), para a formação de futuros profissionais dentro dos procedimentos adotados na construtora.

4.5. Blocos modulares

A alvenaria racionalizada utiliza-se de um sistema de blocos cerâmicos modulares com várias dimensões, formatos e diferentes finalidades. Este sistema é conhecido como a “família” de blocos modulares, que podem ser observados na figura 8, possuindo diferentes peças que se adequam a determinadas proposições do projeto. Estes blocos são montados como se fosse por encaixe, e unidos por argamassa, formam o conjunto de paredes e vãos, dando forma ao ambiente e vedando a edificação.

Estes blocos são confeccionados em fábricas, possuindo regularidade geométrica e qualidade portante superior, comparada aos blocos convencionais. Devido a esta

característica, evitam-se cortes dos blocos no canteiro de obras, possibilitando o uso racional do sistema. O aspecto geométrico do bloco é fundamental para a um assentamento mais uniforme com economia de argamassa de assentamento e revestimento. Aspectos importantes, segundo a NBR-7171 na escolha do bloco são:

- Dimensões, desvios de forma e peso de cada bloco, que influenciam na produtividade;
- Condições de fornecimento: a paletização facilita o transporte até a obra, dentro da obra e evita o desperdício;
- Resistência mecânica;
- Movimentações higroscópicas e térmicas;
- Desempenho termo acústico.

Segundo SALA (2008), a argamassa utilizada na execução da alvenaria racionalizada é composta de cimento, cal e areia, utiliza-se a técnica de dosagem (dosador de areia) racionalizada dos materiais no canteiro. A mistura é feita num misturador de argamassa.



Fig.8 – Blocos modulares



Fig.9 – Misturador de argamassa



Fig.10 – Dosador de areia

4.6. Equipamentos racionalizados

A fim desenvolver um sistema de execução da alvenaria de vedação racionalizado, adotou-se um sistema de equipamentos necessários para a execução do processo otimizando a execução e assegurando a qualidade do produto final. Nas figuras 11 à 15 são apresentados alguns destes equipamentos, assim como suas funções no processo.

- A. O **Escantilhão** é utilizado para garantir o prumo das alvenarias, além de orientar a colocação de uma linha de nylon que serve de referência para a planicidade e nivelamento das fiadas;



Fig.11 – Escantilhão

- B. **Mesa andaime** é utilizada para servir de andaime para o pedreiro quando a altura da alvenaria impede o operário de executá-la apenas com sua própria altura;



Fig.12 – Mesa andaime

- C. A **Máquina finca pinos** é necessária para a fixação de pinos das telas na estrutura, para fazer a ligação com a alvenaria;



Fig.13 – Máquina finca pinos

- D. Os **carrinhos para pallets** transportam pallets de bloco agilizando a descarga e ajudando a logística de transporte de materiais dentro da obra;



Fig.14 – Carrinho para pallets

E. O **carrinho com caixas para armazenamento de argamassa** é responsável pelo armazenamento da argamassa a ser utilizada na execução.



FONTE: SALA, 2008.

Fig.15 – Carrinho com caixa para armazenamento da massa

4.7. Projeto de produção de vedações verticais

Segundo SILVA, (2003), *“a racionalização das alvenarias de vedações através da adoção de conceito de projeto para a produção resulta na redução de custo e na melhoria da qualidade e desempenho, não apenas do subsistema de vedações verticais, mas também dos demais subsistemas do edifício que com ele possuem importantes interfaces, tais como estruturas, instalações, esquadrias, controle de obras, uso e manutenção”*.

A elaboração do projeto de alvenaria de vedação é fundamental para a racionalização dessas. Esse projeto tem como objetivo principal promover a organização da execução pela prévia tomada de decisões.

Juntamente ao projeto das alvenarias deve ser realizada a coordenação de todos os projetos necessários para a execução da obra. As interferências dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações devem ser cuidadosamente analisadas e resolvidas na fase de anteprojeto.

A modulação do projeto arquitetônico e estrutural, apesar de ser importante, não é imprescindível para a utilização da alvenaria racionalizada. Porém, um projeto modulado e que utiliza a menor quantidade de tipos de bloco possível com certeza agiliza a execução e facilita à logística e o estoque dentro da obra. A modulação permite, dentre suas atribuições: minimizar as perdas de material devido a cortes mal executados nas peças de alvenaria, padronizar a execução, melhorar a precisão geométrica das paredes, e evitar improvisos de execução.

Os projetos de produção da alvenaria de vedação racionalizada podem ser divididos nos seguintes grupos: projeto de marcação e locação de primeira fiada, projeto de elevação das paredes, projetos de furações elétricas e de sistemas, e projeto de locação de elementos estruturais pelo eixo.

- **Projeto de marcação e locação de primeira fiada:** apresentam-se plantas de primeira fiada das alvenarias com identificações de todas as paredes do pavimento tipo e também contemplam a locação das paredes através de cotas acumuladas referenciadas por eixos auxiliares e dos vãos horizontais de alvenaria com os posicionamentos dos componentes na primeira fiada, destacando-se detalhes específicos como: localização de telas metálicas para amarração, espessuras de juntas verticais e assentamento, numeração de paredes etc.

pinos metálicos fixados a estrutura através de uma máquina de fixação, este processo pode ser observado na figura 21.

Nos elementos estruturais, onde haverá ligação com a alvenaria, é necessário que se faça uma lavagem, utilizando água e sabão neutro. Esta técnica tem como finalidade a retirada do desmoldante utilizado nas formas estruturais; e também de outros fatores que possam interferir nesta ligação, como a poeira e resquícios de materiais. Além da lavagem, é utilizada a aplicação do chapisco no contato da estrutura com a alvenaria, a fim de prover maior aderência entre estrutura e argamassa de assentamento.

No assentamento dos blocos da primeira fiada é importante destacar também a necessidade de umedecimento da superfície, a fim de evitar que a argamassa de assentamento seja desagregada.

A aplicação da argamassa é feita através do uso de bisnagas na execução das juntas horizontais (figura 22), além do preenchimento de todas as juntas verticais (figura 23).



Fig.20 – Fixação na ligaçãoalvenaria-estrutura



Fig.21 – Fixação da tela metálica



Fig.22 – Preenchimento das juntas verticais



Fig.23 – Preenchimento das juntas horizontais

5. ESTUDO DE CASO – RESULTADOS AUFERIDOS COM O USO DA ALVENARIA RACIONAL

5.1. Características da obra no estudo de caso

A obra estudada é a construção do empreendimento imobiliário denominado Murano, executada pela Odebrecht Realizações Imobiliárias – O’R. Situa-se no bairro de Icaraí, na cidade de Niterói, na região metropolitana do Rio de Janeiro. O Murano empreendimento imobiliário é um condomínio constituído de três edifícios de médio e alto padrão, associados a uma área de lazer comum aos três edifícios.



Fig.24 – Perspectiva da fachada

Os três edifícios constituintes do empreendimento possuem diferentes características. Eles são denominados de Monille, Vítreo e Chiaro. O edifício Monille é edifício de maiores áreas e se localiza na parte frontal do terreno, possui 12 pavimentos tipo com apartamentos 302 m², além de 4 coberturas duplex. O Vítreo é localizado no centro do terreno e dispõe de apartamentos de 158 m², também caracterizado por deter 12 pavimentos tipo e 4 coberturas duplex. Já o edifício Chiaro se constitui de 12 pavimentos tipo, sendo o primeiro pavimento apenas com 6 unidades de apartamento, e o restante com 8 unidades, além de 8 coberturas duplex. Este edifício é situado na parte posterior do terreno, e suas unidades possuem 118m².

A obra cuja análise foi realizada trata-se de um edifício residencial de múltiplos andares, com execução da estrutura de concreto armado moldado no local, alvenaria de vedação racionalizada e chapisco na interface entre alvenaria e estrutura.

Alguns serviços que se compatibilizam com a alvenaria:

- A. As **esquadrias de madeira**, através dos seus batentes, são fixadas com espessura de poliuretano expandida e exige da alvenaria uma precisão geométrica dos vãos para que sejam instaladas.
- B. As **esquadrias de alumínio** são fixadas em contra marcos chumbado na alvenaria e, assim como as esquadrias de madeira, exigem a mesma precisão geométrica.
- C. As **alvenarias das áreas não molháveis** são revestidas com gesso e as áreas molháveis com emboço e cerâmica. O esquadro, planicidade e prumo das paredes são fundamentais para a boa execução do revestimento.
- D. As **impermeabilizações** não provocam interface com as alvenarias.
- E. As **instalações elétricas** foram previstas para serem embutidas durante a execução da alvenaria.
- F. As **instalações hidráulicas** de prumadas passam por shafts que tem passagens independentes da alvenaria.

Neste empreendimento, foi utilizada a subcontratação da empresa de vedação. O mercado do Rio de Janeiro tem como característica esta terceirização de serviços. A empresa contratada foi a Tecno Logys – Tecnologia e Produtos para a construção.

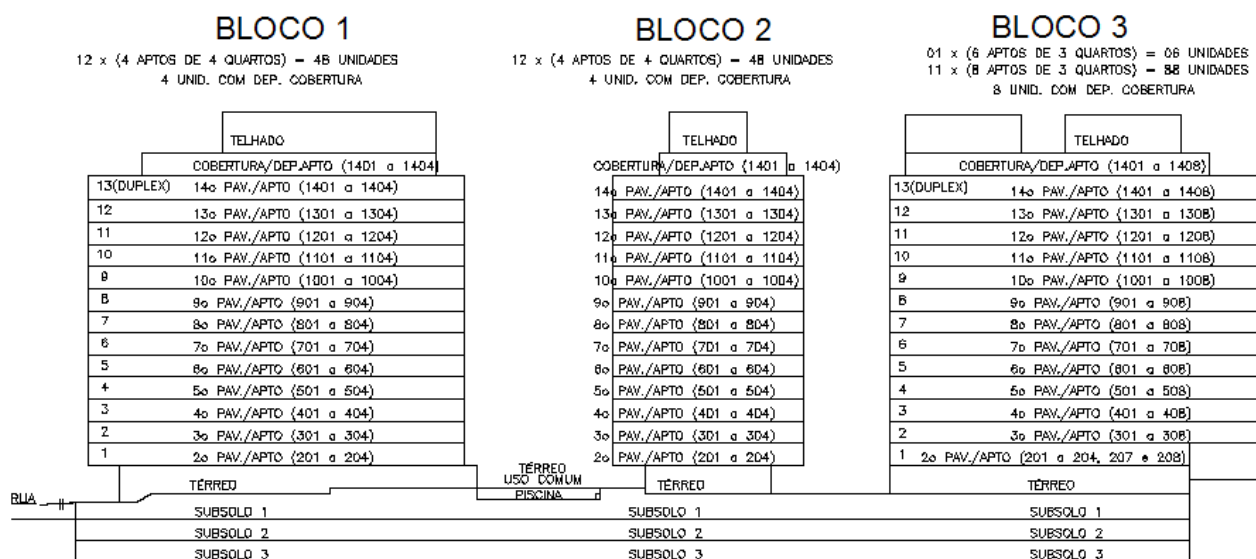


Fig.25 – Esquema vertical Murano

5.2. Condicionantes para a utilização da alvenaria racionalizada

A utilização da alvenaria racionalizada na obra em estudo se deu devido a alguns fatores condicionantes relacionados às características do empreendimento. Entre eles, as questões de logística de canteiro e localização geográfica, rapidez na execução, e qualidade do produto final. Estes paradigmas estão descritos a seguir.

5.2.1. Logística de canteiro e localização

O Murano empreendimento imobiliário é uma obra de grande dificuldade de execução relacionado à sua localização e ao canteiro de obra. Localizada em uma região altamente povoada, com a população de classe média alta, dotados de grandes problemas de trânsito devido ao grande fluxo urbano.

Segundo UCHOA (2013), o mercado imobiliário de Niterói teve crescimento constante nos últimos cinco anos, destacando o bairro de Icaraí. *“Especialistas da área de habitação afirmam que por conta do crescimento intenso de imóveis e procura, o setor niteroiense teve um grande resultado de vendas nos últimos anos”*. Impulsionados por este fenômeno, esta região detém diversos empreendimentos lançados e em fase de construção, e cada vez mais um crescimento acelerado da população residente. A superpopulação deste

bairro é o fator preponderante para os problemas de logística urbana e, principalmente, de trânsito de veículos.

O Murano é localizado em um terreno no início da praia de Icaraí, vizinho a outros edifícios residenciais e ao edifício da reitoria da Universidade Federal Fluminense (UFF). Este terreno detém apenas uma saída frontal, já que se faz vizinhança nas laterais dois edifícios residenciais e o edifício da UFF, na parte posterior do terreno existe ainda uma área de preservação ambiental denominada de Morro do Caniço.

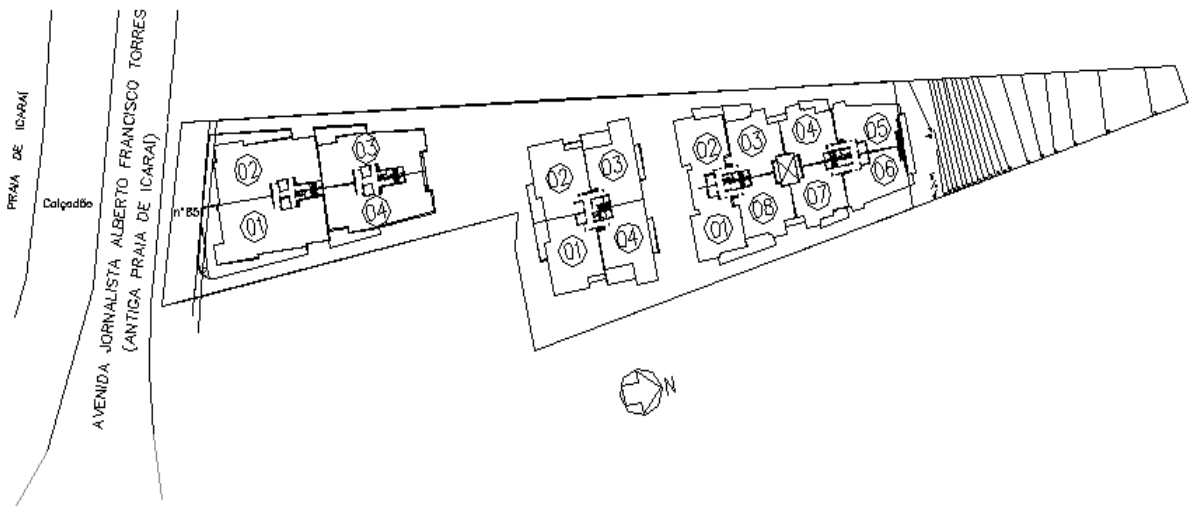


Fig.26 – Planta localização Murano

Conscientes dos problemas de localização e logística de canteiro surgem os questionamentos a respeito do recebimento e descarga de materiais necessários a execução dos serviços, a estocagem destes materiais, e a retiradas de resíduos no canteiro de obras. A fim de facilitar e otimizar estas atividade, a alvenaria racionalizada foi julgada como uma alternativa de melhoria nestes processos. Como este sistema de vedação tem como característica a redução da perda do material e subsequentemente, da geração de resíduos, além da redução do retrabalho, mostrou-se uma opção interessante para a utilização neste empreendimento.

5.2.2. Rapidez na construção

Segundo FIGUEIRÓ (2009), a alvenaria é uma etapa juntamente com a estrutura que gera a geometria da construção, sendo fator fundamental relacionado a outros serviços que o sucedem. Sendo assim, é necessário destacar as questões de qualidade executiva e rapidez de execução deste sistema. Este processo é predecessor a vários outros serviços, necessitando então uma rápida e eficiente execução.

Além disso, existe ainda a questão da redução dos custos diretos associados a mão-de-obra empregada, esta economia pode ser atingida com a redução do tempo de construção. Atrelado à rapidez na construção, pode-se destacar também a redução dos custos indiretos relacionados à redução de prazos. Segundo, SOUZA (1998), *“além da mão-de-obra direta, existe todo um trabalho de apoio que acontece em paralelo à execução de uma obra ou parte dela. A execução de um serviço mais rapidamente pode implicar numa redução destes custos indiretos. Normalmente tal redução é expressiva quando o serviço agilizado está no caminho crítico da obra como um todo, de maneira que sua realização num prazo menor implica numa minimização da própria duração da obra”*.

Diante deste paradigma, surge a questão da produtividade da alvenaria nas construções. Ainda segundo SOUZA (1998), o termo produtividade diz respeito aos bens produzidos com a utilização dos fatores de produção. Para se medir a produtividade faz-se necessária o uso de indicadores, normalmente calculados por meio de uma relação entre entradas necessárias e saídas geradas pelo processo.

Devido ao grande volume de alvenaria necessária para a vedação dos ambientes no empreendimento do Murano, este serviço caracterizou-se como um dos possíveis caminhos críticos da obra, necessitando assim de atenção especial. Buscando uma rapidez nesta execução e de possíveis ganhos de produtividade executiva, a alvenaria racionalizada mostrou-se alternativa interessante para utilização neste empreendimento.

5.2.3. Qualidade e precisão geométrica

Segundo SALA (2008), a alvenaria representa cerca de 5% do custo de um edifício de médio ou alto padrão, mas podem interferir diretamente, nos custos de revestimento interno e externo do edifício. Estes que representam mais de cerca de 9% no orçamento, que somados as ferramentas de controle de qualidade (que possam garantir a precisão da

geometria da alvenaria) podem trazer economias significativas às construtoras em tempos de mercados competitivos.

Uma alvenaria executada dentro das tolerâncias geométricas determinadas viabiliza: maior precisão na dimensão dos ambientes, menores espessuras de revestimentos, folgas adequadas dos vãos para encaixe das esquadrias etc. O resultado final é uma redução geral nos custos da obra, além do ganho de tempo e redução da necessidade de retrabalhos.

Interessados nesta questão da precisão geométrica, o empreendimento buscou com a adoção deste sistema de vedação vertical, a otimização do consumo de argamassa e de gesso, materiais constituintes dos revestimentos adotados; a redução dos custos relacionados aos retrabalhos para acerto de possíveis falhas executivas; além da redução da geração de resíduos associados a essas falhas.

5.2.4. Comparação de propostas de alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação racionalizada difere-se da alvenaria de vedação convencional em diversos itens de metodologia executiva. Na alvenaria racionalizada destaca-se a importância de um projeto executivo de vedação, além das questões do material (bloco) adotado e a qualificação da mão-de-obra. Em decorrência a estas diferenças, o preço do serviço também acaba por se defasando entre as duas metodologias. Neste estudo de caso, será apresentada uma comparação entre duas empresas distintas de execução de alvenaria. A primeira é uma empresa executora de alvenaria convencional e a segunda, de alvenaria racionalizada. Esta comparação encontra-se no quadro de concorrência da Tabela 4.

QUADRO DE CONCORRÊNCIA

EMPR. : MURANO		Local: Praia de Icarai 85				Resp:			
TIPO DE SERVIÇO	ALVENARIA	Fornecedor	Alvenaria convencional			Alvenaria Racionalizada			
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO / MATERIAL	UND.	QT.	R\$ / UND.	R\$ TOTAL	QT.	R\$ / UND.	R\$ TOTAL	
01	Mão de obra empreitada bloco ceramico 9 cm	m²	33.843,380	21,000	R\$ 710.710,98	33.843,380	23,500	R\$ 795.319,43	
02	Mão de obra empreitada bloco cerâmico 14 cm	m²	13.096,240	22,000	R\$ 288.117,28	13.096,240	23,500	R\$ 307.761,64	
03	Mão de obra empreitada bloco cerâmico 19 cm	m²	144,020	24,000	R\$ 3.456,48	144,020	23,500	R\$ 3.384,47	
04	Mão de obra empreitada bloco cerâmico 11,5 cm	m²	4.802,280	22,000	R\$ 105.650,16	4.802,280			
05	Mão de obra empreitada bloco concreto 9 cm	m²	1.071,320	23,000	R\$ 24.640,36	1.071,320	23,500	R\$ 25.176,02	
06	Mão de obra empreitada bloco concreto 14 cm	m²	5.422,460	25,000	R\$ 135.561,50	5.422,460	23,500	R\$ 127.427,81	
07	Mão de obra empreitada bloco concreto 19 cm	m²	17,600	29,000	R\$ 510,40	17,600	23,500	R\$ 413,60	
08	Concretagem de canaletas, pilaretes e cintas	Vb		Não orçou		1.166,650	12,450	R\$ 14.524,79	
09	Chapisco Alvenaria-Estrutura	m²	35.276,410	2,250	R\$ 79.371,92	23.665,000	1,080	R\$ 25.558,20	
HOUE MUDANÇA NA TECNOLOGIA DO SERVIÇO, A EMPRESA DE ALVENARIA RACIONALIZADA FOI ESCOLHIDA POR SER A ÚNICA A ATENDER, EXECUÇÃO E PROJETO DE ALVENARIA MODULADA. BASE DE CONTRATAÇÃO 26 de dezembro de 2011 -		OBSERVAÇÕES IMPORTANTES		PREÇOS PARA ALVENARIA CONVENCIONAL			PREÇOS PARA ALVENARIA MODULADA		
		TOTAL		R\$ 1.268.647,16			R\$ 1.299.565,96		
		Projeto de Alvenaria + Mobilização		EXCLUSO			R\$ 389.760,31		
		Material		EXCLUSO			R\$ 1.657.739,44		
		Base de Cálculo		100% Mão de Obra			80% Mão de Obra - 20% Aplicação de		
		R\$ 1.268.647,16			R\$ 3.347.065,72				
		TOTAL			R\$ 3.234.614,18				
		NEGOCIADO			R\$ 3.234.614,18				
					Base Agosto 2011				
					TOTAL				
					R\$ 3.234.614,18				

Tabela 4 - Quadro de concorrência entre alvenaria de vedação tradicional e a alvenaria de vedação racionalizada

Segundo este quadro, mesmo a alvenaria de vedação tradicional detendo menor custo comparado à alvenaria racionalizada, esta acabou ganhando a concorrência devido ao fato de conter um projeto de execução e de fornecer o material constituinte. Segundo a análise feita pela engenharia do empreendimento, estes fatores favoreciam ao custo benefício do sistema.

5.3. Resultados

A alvenaria de vedação racionalizada foi empregada no empreendimento Murano durante 11 meses, teve início no mês de fevereiro de 2013 e foi concluída no mês de dezembro do mesmo ano. Neste empreendimento foi utilizada uma metodologia construtiva voltada para uma sequência produtiva que se iniciava na parte posterior do terreno e ia avançando para frente do mesmo, sendo inicialmente executado o edifício Chiaro, seguido do Vítrea na parte central do terreno, e posteriormente o Monille.

Durante este período foi acompanhado a execução deste serviço através do controle de qualidade da obra (preenchimento de FVS - Ficha de Verificação de serviço, Check-lists, e elaboração de relatórios fotográficos, etc.), e do monitoramento da produtividade da mão-de-obra através da utilização de indicadores de produtividade. Na questão do monitoramento da produtividade, a engenharia da obra optou em acompanhar apenas a mão-de-obra, já que o material era fornecido pela subcontratada executora da alvenaria.

Em decorrência a este acompanhamento, surgiram algumas observações e alguns resultados associados a esta metodologia. Alguns paradigmas que este sistema utilizado buscou atender foram analisados de acordo com o emprego da técnica na execução deste serviço no empreendimento. A seguir, serão listados alguns itens dessa análise de acordo com os paradigmas que esta metodologia executiva buscou atender.

A. Produtividade

A produtividade como já foi mencionado, foi um dos condicionantes para a adoção da alvenaria de vedação racionalizada nesta obra. Buscando a comprovação desta característica, foi feita uma análise através de indicadores de qualidade fundamentados na medição da produtividade da mão-de-obra no serviço, que pode ser calculada através do seguinte indicador:

$$\mathbf{RUP = Hh / m^2}$$

Onde:

RUP = razão unitária de produção;

Hh = homens-hora demandados;

M² = metros quadrado s executados.

A seguir são apresentados uma das tabelas utilizadas neste acompanhamento, assim como o gráfico gerado por estes dados com a curva da produtividade deste serviço. Foi escolhido o edifício Monille, para a ilustração deste acompanhamento.

Segundo a análise da produtividade, pode-se constatar que no início das atividades de alvenaria, a produtividade da mão de obra pode não estar em nível máximo em função da adaptação dos profissionais ao novo processo. Nesta fase ocorrem consultas excessivas dos profissionais ao projeto de alvenaria, além da necessidade de adaptação para a execução desta metodologia. Mas com o passar do tempo, a mão-de-obra se adapta ao novo processo, tornando o sistema altamente produtivo. Esta diminuição do índice, gerando assim a melhoria na produtividade, é caracterizada como curva de aprendizagem, onde o profissional com o passar do tempo se adapta ao projeto e ao procedimento executivo do sistema de vedação.

Na análise da produtividade da alvenaria do edifício Monille, observou-se algumas oscilações recorrentes na curva, estas podem ser explicadas pela rotatividade das equipes e a distribuição das equipes nos pavimentos. Neste edifício, a metodologia de execução era dada pela divisão dos pavimentos entre duas equipes distintas. Nos pavimentos pares, uma equipe atuava enquanto que a outra atuava nos pavimentos ímpares. A oscilação elevada é característica pela diferença de qualificação e produtividade entre essas duas mão-de-obra.

ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE - ALVENARIA

Última atualização: 05/09/2012

Pav.	Pedreiro(und)	Ajudante (und)	Data		Dias trabalhados	Horas Trabalhadas Pedreiro	Horas Trabalhadas Ajudante	Área Parcial executada (m ²)	Área Total executada (m ²)	Índice (Parcial)			
			Início	Parcial						Fim	Pedreiro (h/m ²)	Ajudante (h/m ²)	Pedreiro (h/m ²)
2º	4	3	29/05/2012	21/08/2012	19	688,80	501,60	1291,45	1291,45	0,52	0,39	0,52	0,39
3º	4	3	21/06/2012	13/07/2012	17	698,40	448,80	1291,45	1291,45	0,46	0,35	0,46	0,35
4º	4	2	05/07/2012	25/07/2012	15	528,00	264,00	1291,45	1291,45	0,41	0,20	0,41	0,20
5º	4	2	19/07/2012	07/08/2012	17	698,40	288,20	1291,45	1291,45	0,46	0,23	0,46	0,23
6º	4	2	25/07/2012	07/08/2012	10	352,00	176,00	1291,45	1291,45	0,27	0,14	0,27	0,14
7º	3	2	01/08/2012	28/08/2012	20	528,00	352,00	1291,45	1291,45	0,41	0,27	0,41	0,27
8º	4	2	09/08/2012	22/08/2012	10	352,00	176,00	1291,45	1291,45	0,27	0,14	0,27	0,14
9º	5	2	22/08/2012	30/08/2012	7	308,00	123,20	1291,45	1291,45	0,24	0,10	0,24	0,10
10º	6	2	31/08/2012	12/09/2012	9	475,20	158,40	1291,45	1291,45	0,37	0,12	0,37	0,12
11º	4	2	13/09/2012	28/09/2012	12	422,40	211,20	1291,45	1291,45	0,33	0,16	0,33	0,16
12º	5	2	29/09/2012	10/10/2012	11	494,00	189,60	1291,45	1291,45	0,37	0,15	0,37	0,15
13º	3	2	08/10/2012	31/10/2012	18	475,20	316,80	1291,45	1291,45	0,37	0,25	0,37	0,25
Ideal	6	3			6	316,80	158,40	1291,45	1291,45	0,25	0,12	0,25	0,12

Tabela 5 - Índice de produtividade de alvenaria

MOMENTE - BLOCO 01

ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE ALVENARIA
MONILLE - BLOCO 01

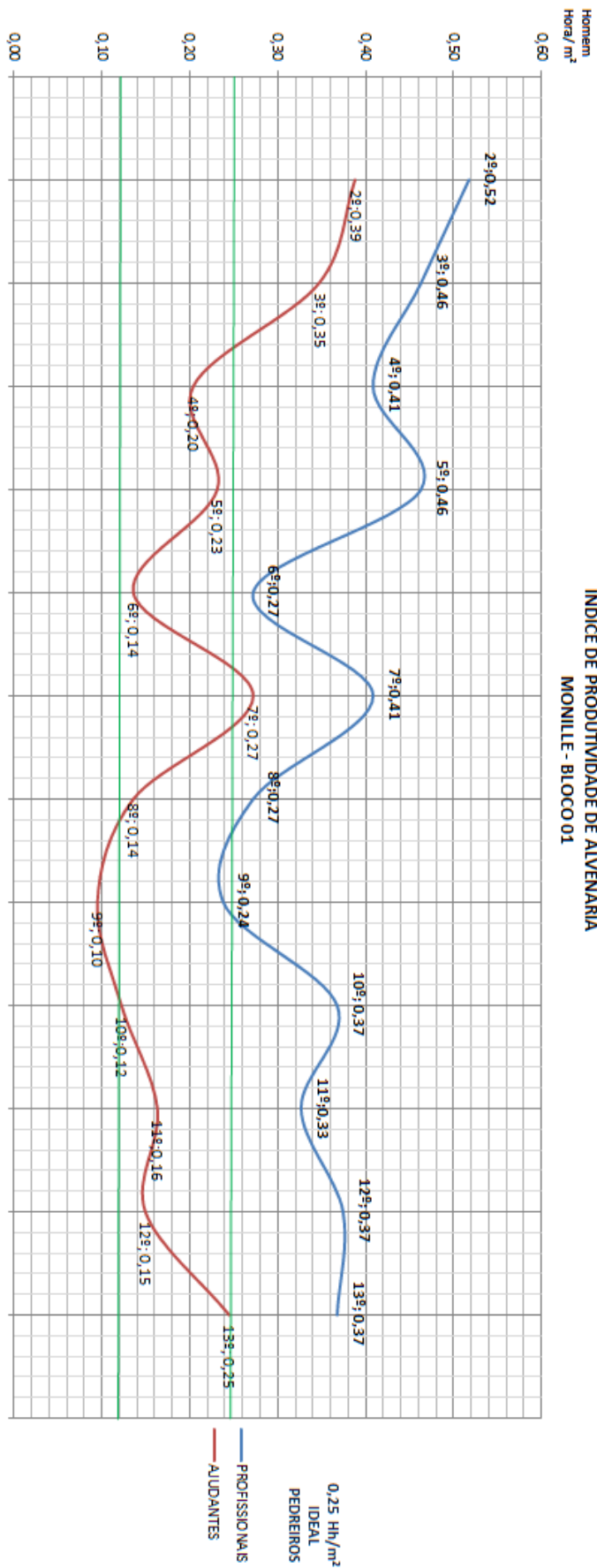


Tabela 6 - Gráfico do índice de produtividade da alvenaria

Através deste indicador foi possível constatar o ganho de produtividade no processo, e o ganho que ele pode acarretar para o sistema. Mesmo que em alguns pavimentos a produtividade ideal não foi atingida, esta metodologia se mostrou eficaz, caracterizando uma evolução da produtividade do serviço e possível otimização do processo.

As oscilações provenientes da curva são geradas por fatores distintos, sendo interessante a realização de uma análise mais detalhada deste fenômeno. Estas oscilações podem ser geradas pelos mais diversos fatores. Alguns destes são citados a seguir como justificativa para este fenômeno. Fatores como: a disponibilidade de equipamento de transporte vertical, pagamento do serviço conforme acordado, rotatividade de equipes de profissionais, espessuras das paredes, prazos acordados, densidade média de alvenaria, características geométricas das paredes, entre outros, pode conter grande relevância neste acompanhamento. Sendo assim, esta análise acaba gerando uma complexidade maior e o estudo desta, acaba saindo da proposição deste tema abordado. Fica então, a sugestão do desenvolvimento de futuros trabalhos analisando os fatores de interferência da produtividade nas alvenarias racionalizadas.

B. Qualidade e precisão geométrica

Uma alvenaria executada dentro das tolerâncias geométricas determinadas viabiliza: maior precisão na dimensão dos ambientes, menores espessuras de revestimentos, folgas adequadas dos vãos para encaixe das esquadrias, etc. As alvenarias podem interferir diretamente, nos custos de revestimento interno e externo do edifício. Buscando uma qualificação do produto final e a redução de custos associados aos serviços sucessores a alvenaria, a alvenaria racionalizada foi tida como possível agente agregador ao sistema.

Os resultados observados através do controle de qualidade foram satisfatórios, esta alvenaria agrega muito no aspecto físico do produto e na preparação para o recebimento do revestimento, como podemos observar nas figuras 31 e 33. Além, de agregar na questão da precisão geométrica, comprovada com certa frequência através das verificações de execução dos serviços.

Paralelamente a estas comprovações satisfatórias, houve também o aparecimento de falhas e erros de execução gritantes nesta alvenaria. Onde pode se observar, figuras 32 e 34, o não seguimento do procedimento executivo, assim como a não otimização do sistema e a desqualificação do produto resultante, gerando assim, o aparecimento dos retrabalhos e perdas com o material.

Esta disparidade entre a qualidade do serviço em uma mesma obra se deu pela qualificação e treinamento da mão-de-obra.

A empresa executora do serviço é do estado de São Paulo, e que emprega na sua maioria a mão-de-obra paulista. Esta mão-de-obra tem a qualificação e treinamento devidamente realizados pela empresa, além de já deter a prática e o costume de realizar este serviço através desta metodologia executiva. Em contrapartida, esta mão-de-obra se torna custosa em decorrência do traslado que se deve realizar com o profissional. Sendo assim, a empresa executora da alvenaria buscou no mercado local a mão-de-obra necessária para a composição da equipe. Ou seja, dentro da mesma obra, duas diferentes qualificações de mão-de-obra eram empregadas, resultando assim na disparidade da qualidade do serviço.

É importante salientar, que a mão-de-obra local empregada foi treinada para a execução do serviço, mas este treinamento foi pouco comprovado no processo produtivo. As falhas eram geradas devido ao não comprimento do procedimento executivo e da possessão de manias e vícios por parte destes profissionais. Estes operários acreditava que poderia empregar as mesmas metodologias advindas da alvenaria convencional a racionalizada, não aceitando as proposições do sistema, caracterizados pela não utilização do projeto de alvenaria e dos equipamentos nacionalizantes.

Nas figuras 27 à 30 serão apresentadas alguns exemplos de execução que comprovam a defasagem entre a qualidade do produto.



Fig.27 – Exemplos de boa qualidade de execução

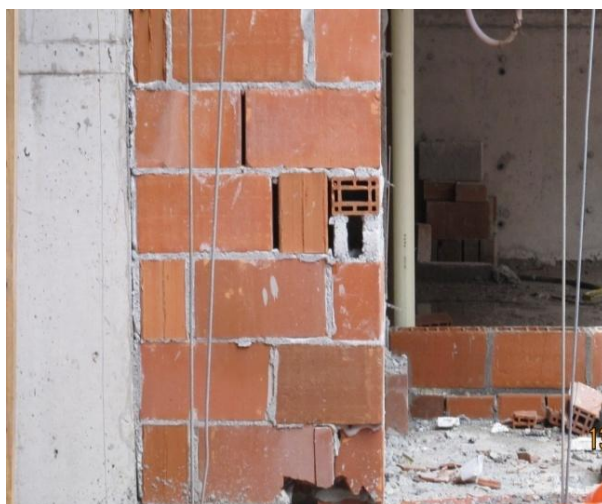


Fig.28 – Exemplo de má qualidade executiva



Fig.29 – Exemplos de boa qualidade de execução



Fig.30 – Exemplo de má qualidade executiva

C. Desperdício de material e geração de resíduo

A alvenaria de vedação racionalizada tem como característica a redução de perdas com o material. O bloco utilizado é um bloco modulado, com características físicas de maior resistência e melhor aspecto geométrico, sendo assim, ele tende a uma redução de perdas decorrentes a quebra do material. Além dos blocos modulares é utilizada argamassa para o assentamento e fixação dos blocos.

Na obra, os blocos modulares e as argamassas de assentamento eram disponibilizados pela própria empresa de alvenaria, sendo assim responsável pelo recebimento, estocagem e transporte destes materiais.

O bloco é disponibilizado em pallets, sendo a sua entrega feita através de caminhões munck (caminhão dotado de um braço mecânico que facilita a descarga), que gera maior rapidez, maior segurança e redução de perdas relacionada a possíveis quebras do material. Já a argamassa de assentamento é disponibilizada em ensacados e entregue por caminhões comuns, estes ensacados são empilhados no veículo e necessitam da descarga utilizando a força braçal da mão-de-obra. Na descarga da argamassa há uma relevante perda do material devido ao rasgamento dos sacos do agregado.

A estocagem dos materiais é feita através de pallets e o transporte dos mesmos é realizado através de paleteiras ou carrinhos para pallets (transporte horizontal), guias e elevadores de carga (transporte vertical).

Na obra pode constatar os benefícios da utilização deste bloco modular, já que este detinha pouca perda durante os processos de descarga e transporte do material.

Em contra partida, observou-se uma perda relevante relacionada à estocagem do material, muitas vezes este material era estocado de forma indevida e pouco otimizada, como observado na figura 33. Observou-se também que após o transporte ao local de aplicação, e subsequente produção, os blocos restantes que não eram aplicados, ficavam perdidos nos pavimentos onde este serviço já tinha sido concluído, figura 36. Sendo assim, foi observado uma falha na gestão do processo atrelado a organização, acarretando em perdas efetivas do material, da otimização do processo e principalmente na limpeza e organização do canteiro.

As figuras 32 e 33 representam algumas falhas no processo de armazenamento e estocagem do material em análise, em uma podemos observar a falta de organização no canteiro e na seguinte uma estocagem de material de forma indevida. Já a figura 31 mostra uma estocagem de material correta atendendo as especificações dos fornecedores.



Fig.31 – Exemplo de estocagem correta



Fig.32 – Exemplo de falta de organização no processo



Fig.33 – Exemplo de estocagem indevida

Na execução das alvenarias convencionais, o desperdício de material pode ser representado de algumas formas, um grande fator deste desperdício neste processo é a quebra ou execução de rasgos de parte da alvenaria para a passagem das instalações, como exemplificado nas figuras 34 e 35.

A alvenaria racionalizada busca a redução drástica do desperdício de materiais, sem quebras e sem remendos. Para isso se faz necessária o projeto de execução da alvenaria, a utilização da família dos blocos modulares, com suas diversas dimensões e características fundamentadas nas diferentes finalidades necessárias à produção desta vedação. Estes se caracterizam por serem blocos de melhor qualidade, com furos na vertical para a passagem

das instalações elétricas. Sendo assim, busca-se a redução da geração de resíduos, e do desperdício do material.

No empreendimento foi observada a importância da utilização dos diferentes modelos de blocos modulares nas diversas situações executivas. A melhor adequação deste tipo de bloco ao sistema proporciona ganho de produtividade e redução de perdas geradas pela quebra do material e da redução da geração de resíduos.

Já na questão do atrelamento com as instalações elétricas, esta metodologia se mostrou ineficaz neste empreendimento. No processo de elevação desta alvenaria, a instalação elétrica não conseguiu acompanhar a produtividade da vedação, ficando defasada no processo de execução. Devido à mão-de-obra desqualificada por parte da instaladora, esta se mostrou ineficaz no processo de embutimento das tubulações. Os profissionais da instalação elétrica não conseguiram atrelar e interligar os dois serviços de forma a contribuir com a otimização do sistema, gerando retrabalho e caracterizando a mesma metodologia de geração de rasgos e furos, observados na execução da alvenaria convencional, para a passagem destas instalações.

Na verdade, o que ocorreu foi a falta de interligação entre os serviços atrelados, e a busca pela racionalização do sistema (produto final) como um todo, e não apenas parte dele (alvenaria). Devido à adoção da metodologia de execução de furos e rasgos, houve a geração de grandes volumes de resíduos, descaracterizando a racionalização do processo e da otimização executiva.

Além das instalações elétricas, a mão-de-obra da instaladora se mostrou desqualificada também na distribuição das instalações hidro sanitárias e de gás, já que estas necessitavam serem embutidas na alvenaria, similarmente as instalações elétricas. Devido a uma execução inapropriada, estes serviços acabaram danificando em demasia a vedação vertical, figura 38, gerando assim a necessidade de retrabalho, perda de produtividade e elevação de desperdícios de material e geração de grandes volumes de resíduos, observados nas figuras 37 e 38.

Algumas ilustrações comprovam este processo:



Fig.34 – Exemplo instalação inapropriada



Fig.35 – Exemplo instalação inapropriada

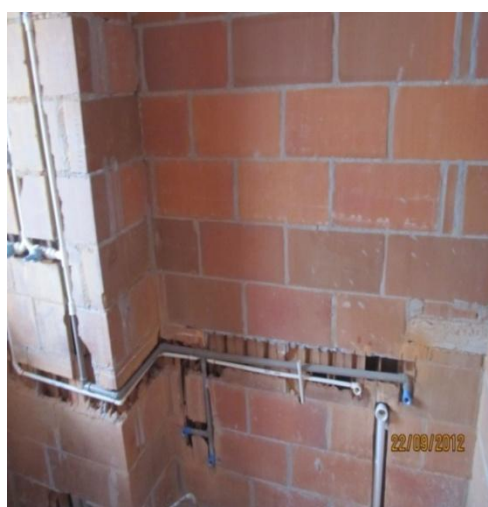


Fig.36 – Exemplo de instalação



Fig.37 – Exemplo geração de resíduo



Fig.38 – Exemplo geração de resíduo

De acordo com as figuras 34 à 38, podemos observar que com o não embutimento correto das instalações tanto elétricas como hidráulicas, esta metodologia acabou caracterizando-se como grande geradora de resíduos, indo contra a sua definição teórica de racionalizadora e redutora de desperdício.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais e conclusões consistem numa análise geral dos resultados e observações do trabalho, em conjunto com comentários relevantes sobre o estudo de caso, como a proposta da utilização da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos modulares pode gerar ganhos a construção civil e as dificuldades encontradas para sua correta e efetiva adoção no panorama atual. Ao final, sugerem-se também alguns temas para outros trabalhos.

Foi entendido que realmente a alvenaria com blocos cerâmicos modulares é uma alternativa de grande interesse na busca pela competitividade do mercado, a busca pela racionalização deste serviço pode agregar possíveis ganhos para o processo de edificação na construção civil. Porém é importante destacar que esta metodologia realizada de forma individual, não agrega tantos ganhos no processo. É necessária uma racionalização de todo o sistema, os serviços devem ser racionalizados conjuntamente, agregando assim em uma efetiva racionalização construtiva.

Neste trabalho foi observado que existiu uma dificuldade entre a interface dos serviços, que gerou perda de produtividade, desperdício de material e geração residual em demasia. Estas características diferem da proposição da alvenaria racionalizada, que é a otimização da produção.

Entendeu-se, que no caso estudado, a alvenaria atuou de forma singular no processo, onde esta foi idealizada anteriormente a sua aplicação, planejando-se todo o processo de produção, porém, não considerando todas as interfaces com o sistema global da construção. Objetivou-se na racionalização da alvenaria, mas não dos serviços atrelados a ela como a estrutura e as instalações prediais, gerando assim perdas no processo.

Outra importante avaliação à respeito deste estudo foi a qualificação da mão-de-obra. Esta que é fundamental para o sucesso da adoção deste sistema de vedação. Algumas construtoras tem a visão deturpada quanto a esta questão, priorizam a formulação de projetos e adoção de melhores materiais e tecnologias, mas esquecem de que para a produção otimizada, é necessário uma mão-de-obra bem treinada e qualificada no processo. Estas empresas tem a visão que a formulação da metodologia executiva detém importante, mas não observam a existência de uma defasagem na comunicação entre os profissionais quanto a esta metodologia. Procedimentos são muito bem formulados pela gerência, mas estes não são efetivamente passados ao profissional que executa os serviços. Há uma grande perda neste

processo, que contribui para a desqualificação do profissional, e subsequentemente do produto.

Pode observar que o material e as técnicas adotados tem grande relevância no processo, e agregam benefícios ao produto, mas estes devem ser gerenciados de forma efetiva e otimizada. No estudo de caso, foi observado que o material era algumas vezes perdido devido não a sua fragilidade física ou de constituição, mas sim pela falta de gerenciamento e acompanhamento do processo. A organização e limpeza contribuem consideravelmente para a racionalização do processo.

Muito se fala a respeito de projetos e produção de alvenaria racionalizada, mas pouco se fala da efetiva adoção desta metodologia e as dificuldades enfrentadas pelas construtoras para a efetiva utilização deste sistema de vedação. Dessa forma, acredita-se que este trabalho pode colaborar para alguns pontos relevantes e dificuldades enfrentadas na execução desta metodologia.

Ficam também algumas sugestões de trabalhos, geradas pelas lacunas que o este autor enfrentou durante a formulação do presente trabalho:

1. Estudo da interferência da qualificação e rotatividade da mão-de-obra na produtividade da alvenaria racionalizada;
2. Ganhos com a adoção do gesso acartonado nas construções de edifícios e as possíveis racionalizações atrelados a este processo na construção civil;
3. Levantamento de perdas no sistema de vedação vertical de alvenaria com blocos cerâmicos modulares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. C. Integração de controles relativos à qualidade, prazo e custo: aplicação à alvenaria. São Paulo, 2005. 201 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BARROS, M. M. S. B. O processo de produção das alvenarias racionalizadas. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º.: 1998: São Paulo) **Anais**; ed. Por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros, J.S. Medeiros, São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

BARROS, M. M. S. B. Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios. São Paulo, 1996, tese (Doutorado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

COSTA, D. B.; Formoso, C. T.; Lima, H. R.; Barth, K. B. Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: manual de utilização. Porto Alegre, 2005

FARAH, M. F. S. Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional. São Paulo, 1992. 297p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

FIGUEIRÓ, W. O. Racionalização do processo produtivo de edifícios em alvenaria estrutural. Minas Gerais, 2009. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de materiais e Construção. Curso de Especialização em Construção Civil.

FRANCO, L. S. O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros J.S. Medeiros, São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

HOLANDA, E. P. T. Novas Tecnologias Construtivas para a produção de Vedações Verticais: Diretrizes para o treinamento da mão-de-obra. São Paulo, 2003. 159p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

OHNUMA, D. K. Modelo de processos para a gestão de subempreiteiros: estudo de caso em empresas construtoras de edifícios. 2003. 211p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos. São Paulo, 1989. 336p. Tese (Doutorado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F. H. A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedação Vertical (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros J.S. Medeiros, São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

SALA, H. B. Controle de qualidade geométrica de execução de alvenaria de vedação racionalizada em bloco cerâmico. São Paulo, 2008. 95p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

SERRA, S. M. B. Diretrizes para gestão dos subempreiteiros. 2001. 360p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

SILA, M.M.A. Diretrizes para projeto de alvenaria de vedação. São Paulo, 2003. 167p. Dissertação (Mestrado). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. Como reduzir perdas nos canteiros – Manuais de gestão do consumo de materiais. São Paulo: PINI, 2005.

SOUZA, U. E. L. Produtividade e custos dos sistemas de Vedação Vertical. In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedação Vertical (1º. 1998: São Paulo) **Anais**; ed. por F.H. Sabbatini, M.M.S.B. de Barros J.S. Medeiros, São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

TELLES, P. C. S. História da engenharia no Brasil. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1984. V.1.

VARGAS, M. Para uma filosofia da tecnologia. São Paulo, Alfa-Ômega. 1994. p.171-28.

REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. Acesso em: 21 de Março de 2013 15:30. Disponível em:

http://downloads.caixa.gov.br/arquivos/desenvolvimento_urbano/qualidade_produtividade/Desperd%C3%A7%C3%A3o_canteiro_de_obras.pdf

ANICER(Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Acesso em 28 de Março as 11:20. Disponível em:

<file:///E:/Monografia/ANICER%20-%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20da%20Ind%C3%BAstria%20Cer%C3%A2mica.htm>

Autor desconhecido. Alvenaria racionalizada de Blocos de Concreto. Acesso em 19 de Março de 2013 as 14:51. Disponível em: <file:///E:/Monografia/download.htm>

Autor desconhecido. Alvenaria de Vedação. Acesso em 18 de Março de 2013 as 20:30. Disponível em: <file:///E:/Monografia/Pauluzzi%20Blocos%20Cer%C3%A2micos%20-%20Veda%C3%A7%C3%A3o.htm>

BUSTAMANTE, G. M. e BRESSIANI, J. C. A Indústria cerâmica brasileira. Acesso em 27 de Março de 2013. Disponível em <http://www.abeceram.org.br>

FRANCO, S. F. Vedações em Alvenaria execução racionalizada. Acesso em 15 de Março de 2013 as 22:30. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br/Aulas%20em%20pdf-2006-2007/4-%20Veda%C3%A7%C3%B5es%20Verticais/aula%2022%20e%2023%202006-v1reduzida.pdf>

INMETRO. Bloco Cerâmico. Acesso em 27 de Março de 2013 as 13:15. Disponível em: [file:///E:/Monografia/Inmetro%20-%20Bloco%20Cer%C3%A2mico%20\(Tijolo\).htm](file:///E:/Monografia/Inmetro%20-%20Bloco%20Cer%C3%A2mico%20(Tijolo).htm)

IBGE. Pesquisa industrial anual (PIA). Acesso em 26 de Março de 2013 as 12:32. Disponível em: <http://www.ibge.br/home/presidência/noticias>

NASCIMENTO, O. L. Manual de construção em aço alvenarias. Acesso em 21 de Março de 2013 as 22:30. Disponível em: <file:///E:/Monografia/Alvenaria.htm>

SABBATINI, F. H. Paredes de Vedação em alvenaria. Acesso em 19 de Março de 2013 as 15:20. Disponível em: <http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-004/TG004-AULA%20B-Folhetos.pdf>

SEBRAE. Biblioteca da SEBRAE – Cerâmica Vermelha. Acesso em 27 de Março de 2013 as 23:40. Disponível em [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/C5B4284E12896289832574C1004E55DA/\\$File/NT00038DAA.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/C5B4284E12896289832574C1004E55DA/$File/NT00038DAA.pdf)

SILVA, R.C.; GONÇALVES, M.O.; ALVARENGA, R.C.S.S./Revista Técnica. Alvenaria racionalizada. Acesso em 20 de Março as 16:11. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31744-1.asp>

UCHOA, B. Tendência do mercado imobiliário de Niterói. Ribas H-P Imobiliária. Acesso em: 22 de Março 20:47. Disponível em: <http://www.ribashpimobiliaria.com.br/2012/04/tendencia-do-mercado-imobiliario-em-niteroi/>

ANEXO

ANEXO I – Ilustração das características do empreendimento estudado

Ficha Técnica

Endereço: Av. Jornalista Alberto Francisco Torres, 85 – Icaraí – Niterói – RJ;

Lançamento: Março/2011;

Incorporação: Odebrecht Empreendimentos Imobiliários - O'R;

Construção: Odebrecht Empreendimentos Imobiliários - O'R;

Projeto Arquitetônico: Gimenez Andrade Arquitetos;

Previsão de Entrega: Maio/2013;

Número de torres: 3;

Nº de unidade por andar: Monille – 4, Vítrea – 4, Chiaro – 8;

Área privativa: Monille – 302m², Vítrea – 158m², Chiaro – 118m²;

Nº de pavimentos: 3 subsolos/ Térreo/ 12 pavimentos tipo/ Cobertura duplex;

Nº Total de unidades: 206;

Nº total de vagas: 526;

Nº de elevadores: 5;



Fig.39 – Planta Monille



Fig.40 – Planta Vitrea



Fig.41 – Planta Chiaro

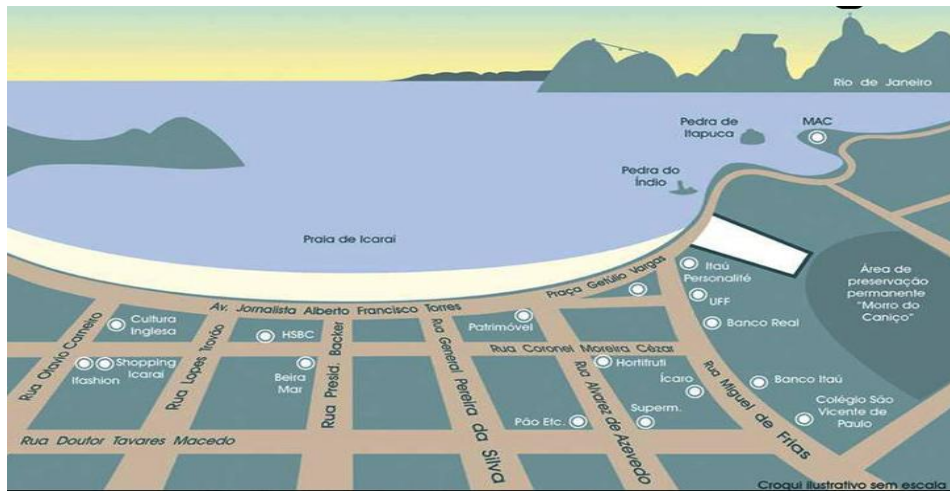


Fig.42 - Localização do Murano (área em branco na ilustração)