

N. CLASS. *m 624*
CUTTER *B928c*
ANO/EDIÇÃO *2015*

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

LAÍS MORAIS BUENO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE DOIS SISTEMAS DE
VEDAÇÃO: BLOCO CERÂMICO E BLOCO LEVE DE CONCRETO
CELULAR AUTOCLAVADO – ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÃO COM 04
PAVIMENTOS**

Varginha

2015

LAÍS MORAIS BUENO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE DOIS SISTEMAS DE
VEDAÇÃO: BLOCO CERÂMICO E BLOCOS LEVES DE CONCRETO
CELULAR AUTOCLAVADO – ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÃO COM 04
PAVIMENTOS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia
Civil do Centro Universitário do Sul de Minas –
UNIS – como pré-requisito para obtenção de
grau de bacharel sob orientação do Professor
Armando Belato Pereira.

Varginha

2015

LAÍS MORAIS BUENO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE DOIS SISTEMAS DE
VEDAÇÃO: BLOCO CERÂMICO E BLOCOS LEVES DE CONCRETO
CELULAR AUTOCLAVADO – ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÃO COM 04
PAVIMENTOS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros: Armando Belato Pereira,

Aprovado em 02/12/2015.

Prof. Me. Armando Belato Pereira

Prof. Leopoldo Freire Bueno

Prof. Thiago Luis Nogueira Silva

Dedico este trabalho aos meus pais, aos meus familiares, aos meus mestres, aos meus amigos e a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida, por proporcionar condições de me formar no curso de Engenharia Civil, por estar sempre me iluminando e guiando minhas escolhas. Agradeço aos meus pais, William e Daniela, que sempre foram a base de tudo para mim, por me apoiarem, nunca me deixarem desistir e por muitas vezes terem desistido de seus próprios sonhos para que eu pudesse realizar os meus. À minha irmã Tainah, pela compressão e pelo carinho prestado nos momentos de dificuldade. Aos meus avôs (*in memoriam*) e avós por me ensinarem a persistir nos meus objetivos até que consiga alcançá-los. Aos meus mestres e professores, em especial meu orientador Armando e ao professor Leopoldo Freire, pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência, e também pelas cobranças e exigências. Ao Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, que durante esses cinco anos foi minha segunda casa. Ao meu chefe, Mauro, pela experiência compartilhada durante os dias que pude trabalhar ao seu lado. E às pessoas especiais, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

Este trabalho apresenta um comparativo orçamentário realizado por meio de um estudo de caso de uma edificação mista (comercial e residencial) de 04 pavimentos, situada no município de Paraguaçu – MG. O comparativo se deve a utilização de dois tipos de blocos de alvenaria de vedação no projeto, blocos cerâmicos e blocos de concreto celular autoclavado, BCCA. Além da avaliação econômica, foi realizado um estudo na estrutura do projeto, levando-se em conta as cargas geradas pela utilização dos dois blocos. Os dois sistemas foram avaliados através de dimensionamentos estruturais calculados através do *software* CypeCAD, e planilhas orçamentárias originadas pelo *software* Microsoft Excel. Através dos projetos arquitetônico e estrutural, foram levantados os quantitativos e custos diretos dos materiais utilizados na alvenaria e na superestrutura de cada análise, com o intuito de avaliar o impacto e a economia dos dois blocos utilizados.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação. Bloco cerâmico. Bloco de concreto celular autoclavado. Estrutura. Orçamento.

ABSTRACT

This paper presents a budget comparison conducted through a case study of a mixed building (commercial and residential) of 04 floors , located in the municipality of Paraguaçu - MG . The comparison is due to the use of two types of seal block products in the design, ceramic blocks and autoclaved aerated concrete blocks, BCCA . In addition to the economic evaluation, a study was carried out in the project structure , taking into account the loads generated by the use of two blocks. Both systems were evaluated through structural dimensioning calculated by CYPECAD software, and budget worksheets originated by Microsoft Excel software. Through the architectural and structural projects , quantitative and direct costs were raised of materials used in masonry and superstructure of each analysis in order to assess the impact and the economy of the two used blocks.

Keywords: *Sealing masonry. Ceramic block . Autoclaved aerated concrete block. Structure. Budget.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Fluxograma	17
Figura 02 – Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.....	20
Figura 03 – Blocos cerâmicos de variadas dimensões	22
Figura 04 – Diagrama esquemático do processo de fabricação de componentes de cerâmica vermelha.....	23
Figura 05 – Extrusão de blocos de cerâmica	24
Figura 06 – Secagem natural de tijolos cerâmicos	25
Figura 07 – Secagem artificial de blocos cerâmicos	26
Figura 08 – Blocos cerâmicos de variadas dimensões	28
Figura 09 – Blocos de concreto celular autoclavado	28
Figura 10 – Ilustração do processo de fabricação do bloco de concreto celular autoclavado	29
Figura 11 – Representação 3D da estrutura	45
Figura 12 – Salários categorias – Construção civil	49
Figura 13 – SINAPI – Preço de insumos	50
Figura 14 – SINAPI – Preço de composições	50
Figura 15 – Composições e preços de alvenaria de blocos CCA	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resistência à compressão de blocos cerâmicos vazados	27
Tabela 02 – Características Técnicas do CCA	30
Tabela 03 – Peso específico dos materiais de construção	34
Tabela 04 – Carregamento estrutural da alvenaria de vedação	40
Tabela 05 – Indicativos estruturais para vigas	46
Tabela 06 – Indicativos estruturais para pilares	46
Tabela 07 – Indicativos estruturais para lajes	47
Tabela 08 – Indicativos estruturais	47
Tabela 09 – Planta de cargas	48
Tabela 10 – Resumo dos resultados	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BCCA – Bloco de Concreto Celular Autoclavado

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

CCA – Concreto Celular Autoclavado

CUB – Custo Unitário Básico

NBR – Norma Brasileira

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

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivo Específico	16
1.2 Justificativa	16
2 METODOLOGIA	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 Alvenaria	19
3.1.1 Alvenaria de Vedação	19
3.1.1.1 Bloco Cerâmico	21
3.1.1.2 Características dos Blocos Cerâmicos Furados	27
3.1.1.3 Bloco de Concreto Celular Autoclavado	28
3.2 Orçamento na Construção Civil	30
3.2.1 Custos	31
3.2.1.1 Custos Diretos	31
3.2.1.2 Custos Indiretos	32
3.2.2 Estimativa de Custos	32
3.2.3 Orçamento Preliminar	33
3.2.4 Orçamento Analítico	33
3.3 Parâmetros para o Cálculo Estrutural	33
3.3.1 Dimensionamento Estrutural	35
4 ESTUDO DE CASO	37
5 INDICATIVOS PRELIMINARES	38
5.1 Levantamento de Cargas para o Cálculo Estrutural	39
6 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS	41
6.1 Alvenaria de Vedação	41
6.2 Elementos Estruturais	41

6.3 Indicativos Estruturais	45
6.4 Planta de Cargas	47
7 ORÇAMENTO	49
7.1 Valores totais dos custos diretos	51
7.2 Tempo de execução de cada sistema de vedação	52
7.3 Resumo dos resultados	52
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXO A	60
ANEXO B	61
ANEXO C	62

1 INTRODUÇÃO

O ritmo das construções se tornou acelerado ao longo dos anos. Os sistemas construtivos foram evoluindo, tornando-se maiores, mais complexos e mais eficientes. As pequenas construções foram cedendo espaço a grandes obras, e a necessidade do homem de evoluir estimulou o surgimento de novos métodos, novas técnicas. Ocorreu então, o desenvolvimento de profissionais capacitados para administrar tal responsabilidade.

Com a evolução da engenharia, a alvenaria de vedação foi ganhando importância para o setor da construção civil. Além da função de vedar e separar os diversos cômodos de um edifício, de uma construção, a alvenaria de vedação também precisa suportar o próprio peso e as cargas de utilização, conforme foi dito por Thomaz (2009).

Através da industrialização e o uso de novas tecnologias, os sistemas construtivos estão ganhando cada vez mais eficiência. São necessários estudos sobre comportamento dos materiais e sistemas, e das técnicas construtivas, a fim de possibilitar a descoberta de novos produtos e novos métodos.

A utilização de bloco cerâmico como alvenaria de vedação data desde os primórdios da construção civil. Esse tipo de material está sendo muito utilizado devido a seu baixo custo e fácil acesso. Contudo, surgiram inovações no seguimento dos blocos de vedação, entre eles, o bloco de concreto celular autoclavado. Este foi descoberto em 1924 na Suécia por Joahan Axel Erickon. É um material muito leve e veem ganhando espaço no mercado atual.

Entretanto, para que um empreendimento tenha êxito, além da análise das propriedades e inovações dos produtos, é necessário que se faça um estudo da viabilidade econômica dos mesmos. Devido a isso, o orçamento na construção civil é, atualmente, uma ferramenta na otimização dos recursos.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso de uma edificação de 04 pavimentos, com a utilização de dois diferentes blocos de alvenaria de vedação. O primeiro estudo será realizado com blocos cerâmicos, e o outro estudo utilizará blocos de concreto celular autoclavado na sua concepção. A análise ocorrerá através de um comparativo orçamentário verificando-se os gastos envolvendo a alvenaria de vedação e a estrutura da edificação, aço, concreto e formas. Acredita-se que o bloco de concreto celular autoclavado irá reduzir os custos estruturais devido à baixa carga que incidirá sobre a estrutura do projeto.

Além do comparativo orçamentário, será realizado um dimensionamento estrutural para o projeto utilizando separadamente os dois tipos de bloco de vedação. Em razão dos blocos possuírem pesos específicos diferentes, as cargas geradas pelos sistemas de vedação não serão iguais e, portanto, irão diferir no comportamento estrutural do projeto.

Após todas as análises serem concluídas, serão avaliadas as vantagens e desvantagens de cada método. Aferindo tanto os custos quanto os benefícios apresentados pelas alvenarias na obra em questão.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo comparar dois sistemas de alvenaria de vedação, blocos cerâmicos e blocos de concreto celular autoclavado em uma edificação com 04 pavimentos. A análise será feita através da verificação da influência e do impacto de cada um dos sistemas de vedação no dimensionamento das peças estruturais.

As reações produzidas pelos dois sistemas de vedação na estrutura da edificação serão avaliadas para a determinação das dimensões dos elementos e para a quantificação do consumo de concreto e aço. Conseqüentemente, no aspecto financeiro haverá reduções ou aumentos no custo total da obra. Por fim, deve-se chegar à conclusão de qual método construtivo é mais econômico e viável, relacionando-se assim os custos e impactos estruturais.

1.1.2 Objetivo Específico

A análise concentra-se em uma obra de caráter misto, comercial e residencial, com área de 745,67 m², situada no bairro Parque dos Pinheiros, na cidade de Paraguaçu – MG. O comparativo será feito através das seguintes etapas:

- Elaborar desenhos eletrônicos de plantas arquitetônicas e estruturais;
- Dimensionar a estrutura do projeto utilizando os dois tipos de blocos de alvenaria de vedação, com a utilização do *software* CypeCAD;

- Elaborar planilhas orçamentárias através da ferramenta computacional Microsoft Excel;
- Levantamento de quantitativos e custos dos dois tipos de alvenaria de vedação;
- Levantar quantitativos e custos da estrutura da edificação para a utilização dos dois tipos de blocos de vedação.

1.2 Justificativa

No atual mercado capitalista, o orçamento de uma obra é de importância primordial para que se evitem preços e honorários abusivamente elevados, pois estes poderão gerar grandes prejuízos. O comparativo orçamentário tem então, por objetivo, identificar antecipadamente o custo total que a obra irá gerar ao seu final, para então caracterizar a sua viabilidade. Desta forma, para que um projeto seja bem sucedido é essencial que se faça estudos, análises e avaliações dos custos e das despesas que envolvem o mesmo.

A busca por preços mais acessíveis desenvolveu a necessidade de produtos alternativos, deixando de lado o uso dos métodos mais comuns. O bloco de concreto celular autoclavado é uma alternativa para substituição de blocos mais comuns, como por exemplo, o bloco cerâmico. O BCCA possui algumas vantagens que o tornam uma saída viável quando comparado com os modelos comumente usados, e a principal delas é que ele pode ajudar a reduzir o custo de uma obra. Tal fato se deve ao seu leve peso que influencia diretamente no carregamento estrutural do projeto. Com a carga reduzida, a estrutura sofrerá menores esforços e, com isso, poderá haver economia dos materiais utilizados nas estruturas, como aço, concreto e formas.

2 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho será realizada visando buscar uma solução coesa em relação à utilização de dois tipos de blocos diferentes de alvenaria de vedação para a mesma obra. O estudo de caso apresentará um comparativo orçamentário para a edificação em questão. Os materiais analisados serão os blocos de vedação: cerâmicos e de concreto celular autoclavado.

As análises realizadas para o empreendimento serão relacionadas à fase orçamentária e à etapa estrutural. O dimensionamento estrutural será de relevante importância, pois, através do mesmo poderá se chegar à conclusão da interferência dos blocos de alvenaria no carregamento da estrutura, e conseqüentemente na economia da mesma.

O trabalho será desenvolvido através de cálculos, com o propósito de avaliar as vantagens e desvantagens da utilização destes dois tipos de vedação. E ao término, será determinado qual o melhor modelo observando-se o custo/benefício, além da eficiência dos mesmos.

O estudo em questão seguirá uma seqüência lógica na elaboração das etapas e dos orçamentos da construção.

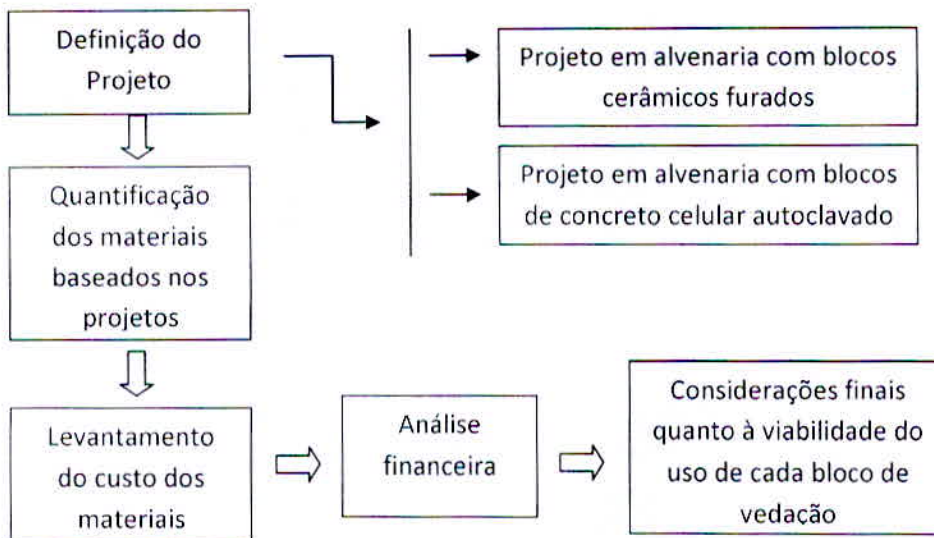


Figura 1. Fluxograma. Fonte: Autoria Própria.

A metodologia utilizada consiste em realizar um orçamento de forma analítica, ou seja, elaborando e levantando dados quantitativos através de cálculos. Para isso será

necessário a utilização de planilhas orçamentárias confeccionadas através do *software* básico Microsoft Excel. Essa montagem será baseada na proposta de orçamento dada por Maçahico Tisaka (2011).

Os preços dos produtos serão obtidos através do uso de planilhas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), pesquisas de mercado e da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) de 2014.

Não serão realizados cálculos orçamentários de custos indiretos e de BDI para o projeto em questão. O comparativo será feito entre os custos da alvenaria dos diferentes blocos, considerando-se blocos e argamassa, e da estrutura da edificação, contabilizando concreto, aço e formas.

Será utilizado o *software* CypeCAD para o cálculo estrutural do projeto. Através deste, ainda serão gerados índices para comparativos estruturais. Por fim, será feita uma análise financeira dos dois modelos, através da utilização de planilhas orçamentárias comparativas. Para tal será levado em consideração qual é o modelo que possui o melhor custo/benefício, além de melhor eficiência, expondo assim as vantagens e as desvantagens de cada tipo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Alvenaria

A alvenaria é um sistema construtivo desenvolvido pela atividade humana, por volta de 4.000 anos a.C. A estrutura de construção era feita para variados fins, monumentos, construções, templos religiosos, e eram utilizados blocos de materiais variados, como a argila, pedra e outros. Destes métodos empíricos surgiram construções que instigam por ainda estarem intactas, mesmo após séculos e séculos. As três pirâmides de Guizé (Quéfren, Queóps e Miquerinos) foram erguidas em blocos de pedra e sua construção foi erguida aproximadamente 2.600 anos a.C.

Araújo (1995), ainda resalta que alvenaria consiste em um conjunto de blocos artificiais ou componentes naturais, sistematicamente organizados, unidos por uma argamassa ou não, constituindo um maciço que deve apresentar resistência, durabilidade e impenetrabilidade. Assim sendo, a alvenaria tem como objetivo estabelecer o isolamento entre os ambientes internos e externos de uma construção.

A melhora nos métodos construtivos de alvenaria acompanhou a evolução da humanidade. O surgimento de materiais de alta tecnologia ofereceram mais conforto, leveza e resistência ao longo do tempo, além de terem reduzido o custo. Materiais como blocos de concreto, cerâmico, sílico-calcáreo, concreto celular autoclavado e outros, representam uma revolução na história da alvenaria.

No Brasil, o sistema construtivo em alvenaria é utilizado desde o início da colonização portuguesa, no início do século XVI. Segundo Nascimento (2004), no Brasil o uso da alvenaria como método construtivo é bastante difundido e é considerado o sistema principal para vedações. Devido a isso, surge-se a necessidade de utilização de blocos com variados materiais.

Segundo Moliterno (1995), as alvenarias frequentemente encontradas nas construções podem ser classificadas em estruturais ou portantes, e não estruturais ou de vedação. As alvenarias estruturais não serão objeto de estudo deste trabalho acadêmico.

3.1.1 Alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação é constituída por blocos ou tijolos unidos por juntas de argamassa, formando um conjunto monolítico de características próprias. Os elementos

que formam a alvenaria de vedação possuem, cada um, características próprias, porém são independentes, mas interagem entre si (TRAMONTINI, 2005).

O objetivo da alvenaria de vedação é fechar a estrutura da obra formada por vigas e pilares, sem contribuir de forma direta para a estrutura da edificação. Este tipo de alvenaria não é dimensionado para resistir ações ou esforços além de seu próprio peso. Sua função é o “fechamento” da edificação e também a compartimentação dos ambientes internos, é o ato de “fechar hermeticamente” ou “selar” a edificação. Quando o sistema de alvenaria é específico de vedação, ele fica responsável por proteger a edificação de agentes indesejáveis, tais como chuvas e ventos.

Conforme Junior (2004) são exemplos deste tipo as paredes de alvenaria utilizadas para o fechamento de vãos da maioria dos edifícios construídos pelo processo construtivo tradicional, ou seja, aquele que se caracteriza pelo emprego de estrutura reticulada de concreto armado moldada no local e vedações de blocos cerâmicos ou de concreto comuns na maioria das cidades brasileiras.

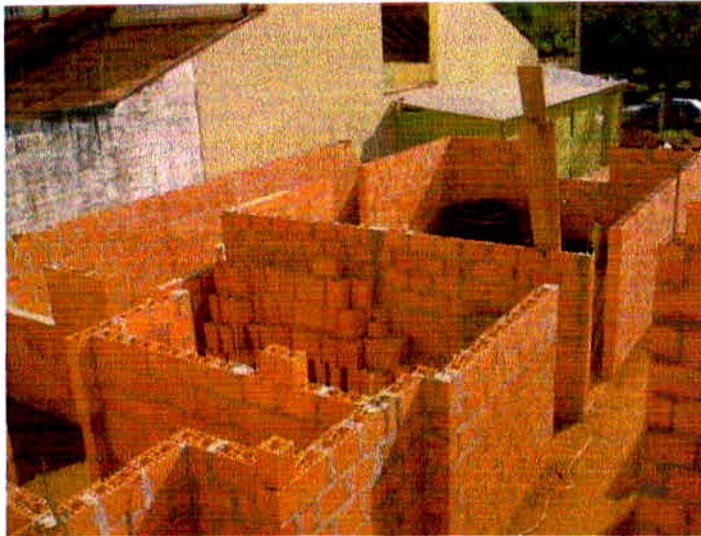


Figura 02: Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos. Fonte: Pauluzzi.

Nascimento (2004) ainda diz que a alvenaria deve apresentar as seguintes propriedades:

- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência às infiltrações de água pluvial;
- Controle da migração de vapor de água e regulagem de condensação;

- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir ambientes.

Segundo Sabbatini (2001), a alvenaria de vedação 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 principal vantagem, a alvenaria de vedação ainda possui outras como o bom isolamento térmico e acústico, resistência mecânica e ao fogo, durabilidade superior a outro material, e facilidade de produção por montagem ou conformação.

Os componentes mais utilizados para a vedação são os blocos e os painéis pré-moldados. Entre os blocos utilizados acentuam-se os blocos de concreto, cerâmicos, silico-calcáreo e leves de concreto celular (concreto celular autoclavado).

3.1.1.1 Bloco Cerâmico

“Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte” (ABNT NBR 15270-1, 2005). Os tijolos ou blocos cerâmicos são produzidos a partir da argila, por isto a grande maioria deles possui uma coloração avermelhada e, apresentam canais ou furos ao longo do seu comprimento.

A argila, mais conhecida como barro, é um minério extraído de uma jazida. É um material composto basicamente por silicatos de alumínio hidratados, formando com a água uma pasta plástica, susceptível de transformar-se nos diversos materiais cerâmicos utilizados na construção civil. As argilas foram formadas na crosta terrestre pela desintegração de rochas ígneas sob a ação contínua dos agentes atmosféricos. A argila sendo, portanto, o resultado da ação variável desses fatores, apresenta-se em grande variedade de tipos, com ampla gama de coloração, plasticidade e composição química, que determinam as suas características e propriedades (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Um dos critérios mais tradicionais para a classificação das cerâmicas é a cor da massa, que pode ser branca ou vermelha. As cerâmicas vermelhas são provenientes de argilas sedimentares, com altos teores de compostos de ferro, responsáveis pela cor avermelhada após a queima. São utilizadas na fabricação de diversos componentes de

construção, tais como tijolos maciços, blocos cerâmicos, telhas, tubos cerâmicos, tabelas, dentre outros. (KAZMIERCZAK, 2007).



Figura 03: Blocos Cerâmicos de variadas dimensões. Fonte: Equipe de Obra, PINI, 2011.

As argilas utilizadas para a fabricação de blocos cerâmicos são extraídas de jazidas diferentes. Após a extração, elas são levadas à olaria, local onde são fabricados os blocos cerâmicos. No primeiro momento a argila é estocada ao sol no chamado “tempo de cura”. Nesse período ocorre a decomposição das matérias orgânicas. A argila ganha forma quando misturada com água, é inserida nos moldes de tamanhos pré-definidos por extrusão. Permanece durante um determinado período na secagem e logo após é direcionada para a fase da queima, em fornos com temperaturas que variam entre 9.000°C e 11.000°C, segundo Salgado (2009). Após a queima, os blocos ou tijolos são elevados para esfriar por ação do tempo ou por ventiladores industriais.

O produto final do processo de fabricação são os materiais cerâmicos. Eles devem atender às especificações das normas técnicas, contudo no Brasil, a maioria das fábricas de blocos cerâmicos não se encontram adequadas às exigências da ABNT. A NBR 15270-1:2005, que estabelece as terminologias e requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis na concepção de blocos cerâmicos a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação. Uma das principais especificações é a resistência mínima à compressão de 3,0 MPa para blocos cerâmicos de vedação com furos na vertical.

Os materiais cerâmicos apresentam características típicas, tais como: alta dureza, boa resistência mecânica, ruptura frágil, alta estabilidade química e térmica (alto ponto de fusão) e baixa condutividade elétrica e térmica. Com relação ao comportamento mecânico, as cerâmicas apresentam boa resistência, sendo que as resistências à

compressão e ao cisalhamento são muito maiores que a resistência a tração. Os materiais cerâmicos, geralmente, apresentam ruptura frágil, com baixa tenacidade na fratura. (CASCUDO *et al.*, 2007).

A fabricação dos componentes da cerâmica, conforme explica Kazmierczak (2007) consiste nas seguintes etapas: preparo da massa, conformação da argila, secagem, queima e resfriamento da cerâmica.

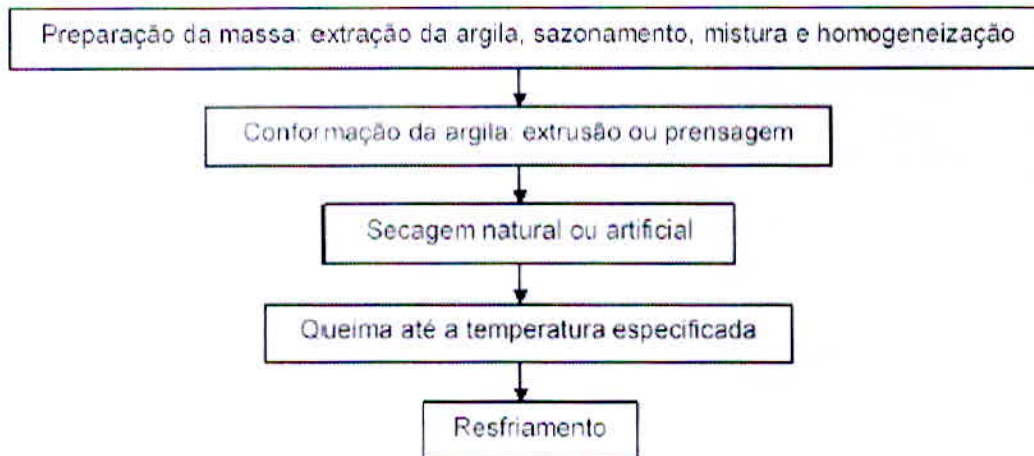


Figura 04: Diagrama esquemático do processo de fabricação de componentes de cerâmica vermelha.

Fonte: IBRACON, 2007.

Conforme dito por Isaia (2010) o preparo da massa é iniciado a partir da extração das argilas. Através de equipamentos, como retroescavadeiras, o material escavado é levado das jazidas até os depósitos das empresas ou fábricas, onde serão estocadas.

Segundo Baccelli Júnior (2010), o processo de sazonalidade garante o abastecimento das fábricas durante o inverno, além da descompactação, quando o material sofre alterações na sua composição química. O processo de sazonalidade ocorre para que a argila, exposta a intempérie, possa sofrer alterações de suas características, degradação dos torrões, lixiviação de sais solúveis e aumento da reatividade.

Após o sazonalidade, as argilas são enviadas para a preparação da massa, momento em que ocorre a mistura de duas ou mais argilas, com o intuito de corrigir as deficiências existentes na argila extraída da jazida principal. Na sequência a massa é umedecida, geralmente acima de 20% do limite de plasticidade e processada com o

auxílio de misturadores e homogeneizadores rústicos para serem conformadas (MOTTA *et al.*, 2001).

Segundo Kazmierczak (2007) durante a preparação da massa, laminadores fazem a função de triturar e esmagar os torrões e grãos de maiores dimensões. Ainda nessa etapa, o teor de água é ajustado a fim de admitir a moldagem apropriada da mistura. E, após o preparo das matérias primas, as peças de argila estão prontas para serem conformadas.

A conformação ou moldagem das peças cerâmicas pode ser realizada por extrusão ou prensagem. Por ser mais econômica, a extrusão é o método mais usual dentro do segmento da indústria cerâmica vermelha para a produção de tijolos e blocos. A prensagem é um método de conformação mais caro, sendo empregado para fabricação de telhas (SOARES; NASCIMENTO, 2007).

Segundo Hagemann (2011, p. 83), o processo de prensagem ocorre preferencialmente com massas granuladas e com baixo teor de umidade. A massa é transferida para um molde fechado e, logo após o formato da peça é conformado por intermédio de pressão sobre a massa. No processo de extrusão, utiliza-se de uma extrusora para a colocação da massa. Esta é compactada e forçada por um postão ou eixo helicoidal, e como resultado obtém-se uma coluna extrudada, com seção transversal de formato e dimensões desejadas. Posteriormente, a coluna é cortada e são obtidas as peças cerâmicas desejadas.



Figura 05: Extrusão de Blocos de Cerâmica. Fonte: Site da Universidade Federal do Rio Grande do Sul².

O processo de secagem pode ser realizado por meio de dois tipos: secagem natural e secagem artificial. Segundo Hagemann (2011, p. 83), a perda de água da massa deve ser orientada de forma gradativa para que se evite tensões e defeitos nas peças. O objetivo dessa etapa é a minimização do teor de umidade presente nas peças, que fica

em torno de 20 a 25% após a conformação, para 3 a 10% após a secagem (PAULETTI, 2001; BAUER, 1994).

A secagem natural é realizada por meio da estocagem dos componentes em prateleiras, em local protegido da chuva. De acordo com Pauletti (2001), o tempo da secagem pode durar até seis semanas, pois ele depende da ventilação do local e das condições de estado do ar atmosférico, temperatura e umidade relativa.

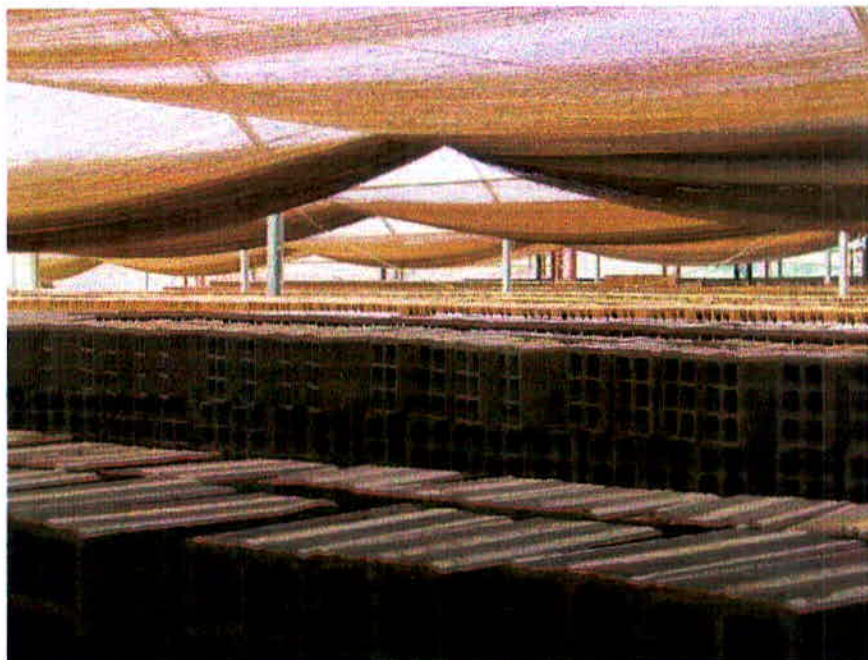


Figura 06: Secagem natural de tijolos cerâmicos. Fonte: Portal Az³.

A secagem de forma artificial é compreendida em estufas ou câmaras de alvenaria onde se favorece do calor do forno. De modo geral o tempo de secagem é inferior a três dias (ISAIA, 2010).

O tempo para a secagem artificial depende de diversos fatores como a característica da matéria prima, a forma das peças e o tipo de secador. Em geral, a secagem é realizada em temperaturas que variam de 80 a 110°C, com um tempo médio de 12 a 40 horas (BACCELLI JÚNIOR, 2010).



Figura 07: Secagem artificial de blocos cerâmicos. Fonte: SENAI S – SP 2007.

A próxima etapa é a queima, um tratamento térmico a temperaturas elevadas que para a maioria dos produtos situa-se entre 800 a 1700°C. É na etapa da queima que o produto adquire suas propriedades finais, por isso, deve ser um processo controlado (HAGEMANN, 2011, p. 83).

Segundo Andrade (2009) é necessário ter um controle durante a queima, para evitar a ocorrência de possíveis deformações no produto devido à expansão e a contração das peças. A fim de evitar essas deformações é preciso controlar, a velocidade de queima ao longo do tempo, a temperatura e a composição dos óxidos de ferro presentes.

Após a queima, Kazmierczak (2007) explica que os componentes cerâmicos deverão ser submetidos a um resfriamento lento, variando entre 8 a 24 horas. Os blocos cerâmicos têm de atender as prescrições das normas técnicas quanto à resistência à compressão, planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e às dimensões (YAZIGI, 1999).

Conforme afirma Petrucci (2003), a resistência da alvenaria interfere fundamentalmente os seus componentes, como argamassa e tijolos. Para Thomaz (1989), a escolha do tipo de argamassa de assentamento influencia diretamente no melhor ou pior comportamento de alvenaria.

3.1.1.2 Características dos Blocos Cerâmicos Furados

Os blocos cerâmicos furados podem possuir quatro, seis, oito ou nove furos. Quanto à resistência à compressão podem ser classificados em comuns e especiais (HAGEMANN, 2011, p. 86). Segundo Yazigi (2009, p. 469) os blocos de vedação comuns são de uso corrente, de classe 10 e apresentam resistência à compressão de 1,0 MPa. Já os blocos de vedação especiais podem ser fabricados com dimensões especiais, mas devem respeitar as especificações das normas técnicas, devido a isso possuem resistência à compressão em função de sua classe.

Segundo a NBR 6120 (1980), os tijolos furados são classificados como blocos artificiais, e possuem peso específico aparente de 13 kN/m³. Quanto à sua resistência à compressão na área bruta, há uma relação entre a resistência e a classe dos blocos (tabela 01). Contudo, observa-se que esses valores variam de cerâmica para cerâmica.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VAZADOS	
Classe	Resistência à compressão na área bruta (MPa)
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6,0
70	7,0
100	10,0

Tabela 01: Resistência a compressão de blocos cerâmicos vazados. Fonte: A Técnica de Edificar, Walid Yazigi, 2009.

O bloco cerâmico de vedação deve trazer, obrigatoriamente, gravado em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso (NBR 15270 – 2, 2005).

No mercado consumidor existem blocos cerâmicos vazados com variação de suas dimensões. Atualmente, há cinco tipos de blocos em razão de suas dimensões (figura 08).

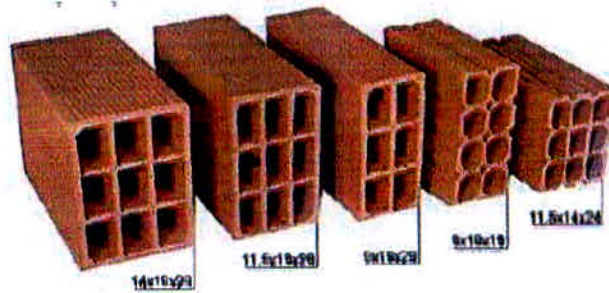


Figura 08: Blocos Cerâmicos de variadas dimensões. Fonte: Casa & Construção, 2013.

3.1.1.3 Bloco de Concreto Celular Autoclavado

O concreto celular autoclavado é especificamente um produto resultante da reação química entre cal, cimento, areia e pó de alumínio que, a partir da cura em vapor a alta pressão gera silicato de cálcio, que é um composto químico estável (YAZIGI, 2009 p. 474).

Ainda segundo Yazigi (2009, p. 474) o que torna o concreto celular autoclavado (CCA) interessante para a construção civil é a sua baixa massa específica, através da qual existem ganhos significativos em relação às cargas na estrutura e nas fundações. Também são particularidades desse material o bom desempenho térmico e acústico e a boa resistência ao fogo.

Conforme especifica a norma NBR 13438 – Blocos de concreto celular autoclavado (ABNT, 1995), concreto celular autoclavado é um concreto leve, obtido através de processo industrial, constituído por materiais calcários (cimento, cal ou ambos) e materiais ricos em sílica, granulado finamente. Os blocos de CCA são: “Componentes de edificações, maciços, com função estrutural ou não, utilizados principalmente para a construção de paredes internas e externas e preenchimentos de lajes.”



Figura 09: Blocos de concreto celular autoclavado. Fonte: Precon.

O CCA é produzido (Figura 10) pela combinação de areia, cimento, cal e pó de alumínio. O agente expansor (pó de alumínio) tem a função de produzir bolhas de ar esféricas e não interligadas. Acontece então, a pré-cura e após ser moldado, o concreto celular é cortado em blocos. Em seguida, ocorre a cura em autoclave com alta pressão e temperatura. Com estas circunstâncias, são produzidos silicatos de cálcio que dão resistência à compressão. Devido à presença das bolhas de ar, o material oferece resistência térmica e acústica.

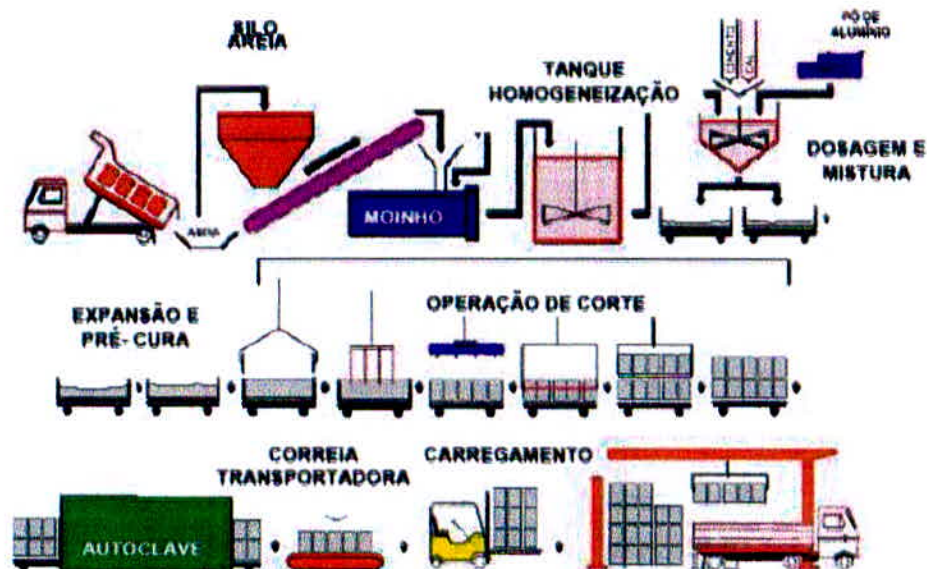


Figura 10. Ilustração do processo de fabricação do bloco de concreto celular autoclavado. Fonte: PRECON, 2010.

Conforme descrito por Ripper (1995), o processo de autoclavagem dos blocos CCA atribuem aos mesmos estabilidade química. Desta forma, eles não se degradam nem alteram sua composição ao longo dos anos. O CCA também possui alguns atributos diferenciados como a resistência ao fogo superior a dos blocos convencionais e um baixo índice de condutibilidade térmica. Já se referindo à resistência térmica, são necessários 25 cm de parede de bloco cerâmico ou 30 cm de parede de bloco de concreto para compensar a 10 cm de parede de bloco CCA.

Segundo a Associação de Cimento Portland em Construção com CCA / AAC, pelo fato de ser moldado e misturado em formas, as reações químicas existentes na fabricação do CCA, dão leveza ao bloco e conferem a ele propriedades térmicas. A formação de hidrogênio acontece quando o pó de alumínio reage com o hidróxido de cálcio e água. Nessa técnica, o gás hidrogênio faz com que a mistura dobre o tamanho.

E, no final de todo o procedimento, o hidrogênio escapa para a atmosfera e o ar ocupa o seu lugar.

As formas são removidas quando o material se apresenta sólido. Em seguida, o mesmo é cortado e transferido para uma autoclave de câmara, onde permanecerá por 12 horas. Ocorre então o processo de endurecimento da pressão de vapor, a uma temperatura de 190°C e pressão de 8 a 12 bares. Nesse momento, a areia de sílica irá reagir com o hidróxido de cálcio para formarem o cálcio sílica hidratado, que incumbe ao CCA alta resistência e outras propriedades únicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CCA	
Características físicas do Concreto Celular Autoclavado (CCA)	Valor
Resistência mínima (MPa)	2,5
Calor específico (W.h/kg°K)	0,28
Condutibilidade Térmica (W/m°k)	0,13
Dilatação Térmica (mm/m)	$3,2 - 3,8 \times 10^{-6}$
Ponto de Fusão (°C)	1.100 a 1.200
Módulo de elasticidade E (kg/cm ²)	14.000 a 30.000
Absorção de água máxima em 24 horas (g/dm ²)	210
Retração (mm/m)	0,15 a 0,45
Ph	9 a 10
Densidade (kg/m ³)	400 a 800
Resistência ao fogo em horas (painéis de 200 mm de espessura)	< 8

Tabela 02: Características Técnicas do CCA. Fonte: Site da Construpor⁴.

Em relação a argamassa de assentamento e ao revestimento do CCA, utiliza-se de uma argamassa industrializada, produzida com matérias-primas selecionadas.

3.2 Orçamento na Construção Civil

Orçar é quantificar os insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários à realização de uma obra ou serviço bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos (ÁVILA *et al.*, 2003).

Mattos (2006, p. 22), em seu livro “Como preparar orçamento de obras”, difere orçamento (o produto) de orçamentação (processo de determinação), e ainda diz: “orçar não é um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação”.

Um orçamento, segundo González (2008, p. 7) é uma estimativa de custos ou preços de uma obra, em que o custo total da mesma é o valor apropriado para a soma de todos os gastos necessários para a sua execução.

Conforme especifica Mattos (2006, p. 24), a composição de custos de um projeto deve retratar a realidade deste. O estudo é feito a priori, ou seja, é feito antes da execução do projeto, portanto, o orçamento não deve ser visto apenas como um conjunto de algarismos resgatados de um livro ou manual. São atributos do orçamento a aproximação, especificidade e temporalidade.

- Aproximação: todo orçamento é aproximado, por mais que todas as variáveis sejam ponderadas, sempre haverá uma estimativa associada;
- Especificidade: não se pode padronizar ou generalizar um orçamento, pois o orçamento para a construção de uma casa em uma cidade é diferente do orçamento de uma casa igual, porém em outra cidade;
- Temporalidade: um orçamento realizado algum tempo atrás já não é válido para os dias atuais.

3.2.1 Custos

O custo total de uma obra é fruto do custo orçado para cada um dos serviços integrantes da obra. Portanto, a origem da quantificação está na identificação dos serviços (MATTOS, 2006 p. 26).

Para Tisaka (2006, p. 71), custo é o somatório dos custos unitários dos serviços indispensáveis para a construção (custo diretos), mais os custos de infraestrutura e apoio à obra (custos indiretos) necessários para a efetivação do atividade da construção.

Conforme descreve Ávila (2003 *et al.*), o custo é a soma dos gastos necessários para a realização de serviços. Eles podem ser divididos em custos diretos e indiretos.

3.2.1.1 Custos Diretos

Os custos diretos são aqueles diretamente associados aos serviços de campo. Representam o custo orçado dos serviços levantados (MATTOS, 2006 p. 27).

São todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a

infra-estrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra (TISAKA, 2006 p. 37).

Tisaka (2006, p. 38) ainda expõe para a determinação dos valores de custos diretos, deve-se fazer um quantitativo dos serviços e respectivos custos obtidos através de um arranjo de custos unitários, isto é, a quantidade de material e o número de horas de pessoal necessário para a execução de uma unidade de serviço multiplicado pela respectiva quantidade deste serviço representa o custo direto.

3.2.1.2 Custos Indiretos

Os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços de campo em si, mas que são requeridos para que tais serviços possam ser feitos (MATTOS, 2006 p.29).

Tisaka (2006, p. 38) define que os custos indiretos ou benefício e custos indiretos – BDI – são compostos por despesas ou custos indiretos, taxa de risco do empreendimento, custo financeiro do capital de giro, tributos, taxa de comercialização e benefício ou lucro.

O BDI, segundo Mattos (2006, p. 30) é fator de majoração expresso em percentual que deve ser aplicado ao custo direto, a fim de representar o custo indireto e o lucro, além dos impostos incidentes. Em tese, o BDI deve ser aplicado uniformemente sobre todos os serviços.

3.2.2 Estimativa de Custos

A estimativa de custos é uma avaliação expedida feita com base em custos históricos e comparação com projetos similares (MATTOS, 2006 p. 34). A estimativa é realizada com o propósito de aproximação da ordem de grandeza do custo do empreendimento.

Geralmente, realiza-se a estimativa de custos a partir de indicadores genéricos que servem apenas para uma primeira abordagem do custo da obra. Segundo Mattos (2006, p. 35) o critério de referencia mais utilizado é o Custo Unitário Básico (CUB), que no caso de obras de edificações é o indicador do custo de metro quadrado construído.

3.2.3 Orçamento Preliminar

Sampaio (1989) descreve o orçamento preliminar como a avaliação de custo alcançado através da pesquisa e da estimativa do quantitativo de materiais e de serviços de preços médios, efetuada na fase do anteprojeto.

O orçamento preliminar está um degrau acima da estimativa de custos, sendo um pouco mais detalhado. Seu grau de incerteza é mais baixo do que o da estimativa de custos (MATTOS, 2006 p. 39).

Neste tipo de orçamento, se lida com uma maior variedade de indicadores, que retratam o aprimoramento da estimativa inicial. Ele prevê o ágil levantamento de algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços

3.2.4 Orçamento Analítico

O orçamento analítico constitui a maneira mais detalhada e precisa de se prever o custo da obra. Ele é efetuado a partir de composições de custos e cuidadosa pesquisa de preços dos insumos (MATTOS, 2006 p. 42).

Mattos (2006, p. 42) ainda afirma que o este método indica-se de um conjunto de custos unitários para cada serviço da obra, além de levar em consideração mão de obra, material e equipamento gastos em sua execução. Ainda são registrados os custos de manutenção do canteiro de obras, equipes técnica, administrativa e de suporte da obra, taxas e emolumentos, com o intuito de se chegar a um valor orçado preciso e coerente.

3.3 Parâmetros para o Cálculo Estrutural

Todo projeto estrutural de qualquer edificação deve atender as normas técnicas da ABNT, especialmente à NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, e também à NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. A primeira norma determina exigências para o cálculo das cargas no projeto de estrutura de edificações. A NBR 6118 (2014) institui condições básicas exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2001, p. 21) peças que constituem uma estrutura frequentemente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais, como por exemplo, vigas, lajes e pilares; são chamados de elementos estruturais. Eles compõem o esqueleto estrutural usual de edifícios.

Os elementos estruturais são caracterizados como corpos sólidos deformáveis, com aptidão de receber e de transferir reações para a estrutura global. O principal objetivo desses elementos é transmitir para o solo as solicitações atuantes sobre a estrutura e, assim, permitir que a estrutura desempenhe sua finalidade.

Segundo a norma NBR 6118 (2014, p. 83) os elementos lineares são compostos por aqueles que possuem comprimento longitudinal superior em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, são eles vigas, pilares, tirantes, arcos, placas, elementos de superfície, chapas, cascas e pilares-paredes. As vigas, normalmente dispostas na horizontal, possuem flexão preponderante e, os pilares, dispostos na vertical, possuem forças normais de compressão preponderantes.

Os elementos estruturais podem sofrer solicitações de cargas permanentes e de cargas acidentais. As cargas permanentes, segundo a norma NBR 6120 (1980) são aquelas constituídas pelo peso próprio da estrutura e pelo peso de todos os elementos construtivos fixos e instalações permanentes. A norma ainda estabelece valores fixos para o peso específico aparente, dados em kN/m^3 , de alguns materiais de construção. Segue alguns dados necessários para o projeto que será analisado.

PESO ESPECÍFICO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO		
Materiais		Peso específico aparente (kN/m^3)
Blocos artificiais	Tijolos furados	13,0
Revestimentos e concretos	Argamassa de cal, cimento e areia	19,0
	Argamassa de cimento e areia	21,0
	Concreto simples	24,0
	Concreto armado	25,0

Tabela 03. Peso específico dos materiais de construção. Fonte: ABNT NBR 6120.

As cargas acidentais podem atuar sobre a estrutura em função do seu uso. Elas podem ser, por exemplo, pessoas, móveis, materiais diversos, veículos, entre outras. A norma NBR 6120 estabelece para edifícios residenciais um valor mínimo de carga vertical de $1,5 \text{ kN/m}^2$ para dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro; e $2,0 \text{ kN/m}^2$ para despensa, área de serviço e lavanderia. A carga mínima estabelecida para lojas é de $4,0 \text{ kN/m}^2$.

3.3.1 Dimensionamento Estrutural

Para o dimensionamento de um edifício podem ser empregados variados modelos estruturais. Estes se diferem pela precisão na simulação, facilidade de entrada de dados e de interpretação dos resultados. O esquema estrutural de qualquer projeto é espelhado em um protótipo que busca estudar uma estrutura real em computador através do uso de um *software*.

Conforme dito por Kimura (2007), todo cálculo estrutural efetuado é baseado na adoção de certo modelo estrutural. A definição do tipo interfere diretamente nos resultados que serão obtidos. Além disso, tais métodos podem conter a composição de um ou mais tipos de elementos estruturais, e devem compreender todas as solicitações atuantes na estrutura.

O lançamento da estrutura de um edifício inicia-se pelo pavimento-tipo, nele são pré-determinadas as posições das vigas e dos pilares. Em seguida, verifica-se nos outros pavimentos se a posição dos pilares está favorável. As estruturas dos demais pavimentos em relação às lajes e vigas devem obedecer a mesma projeção, contudo, caso elas não coincidam podem ser diferentes desde que conserve a posição original dos pilares.

O estudo de novas possibilidades de locação para pilares deve ser realizado caso a sua posição determinada nos pavimentos-tipo não possa ser mantida para os demais. No entanto, existe ainda a possibilidade de utilização de vigas de transição para apoiarem pilares que não descarregam suas cargas no solo. Para o andar térreo é necessário levar-se em conta a estética. E finalmente, para a garagem é preciso verificar se os pilares projetados não prejudicam o trânsito e o estacionamento dos automóveis.

A análise estrutural é a etapa inicial do projeto, a qual é concebida o comportamento da estrutura. Existem diversos requisitos que devem ser levados em conta, tais como a especificação das cargas permanentes, acidentais e reações de apoio,

e das tensões equivalentes. Ainda é necessário que se faça a determinação dos deslocamentos e deformações na estrutura projetada.

Os elementos estruturais sofrem a ação de carregamentos resultantes das ações aplicadas na estrutura. Um carregamento é definido pela combinação das ações que tem probabilidades não desprezíveis de atuarem simultaneamente sobre a estrutura, durante um período preestabelecido (NBR 6118, 2014). Assim sendo, a combinação das ações deve ocorrer de forma que possam ser determinadas as decorrências mais desfavoráveis para a estrutura.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Apresentação do projeto

O projeto analisado neste trabalho trata-se de uma edificação mista, comercial e residencial, com 04 pavimentos. A construção será realizada no município de Paraguaçu – MG, no bairro Parque dos Pinheiros. A obra possui área total de 745,67 m², e o terreno possui 360,0 m².

O térreo da edificação possui área de 241,73 m² e o mezanino de 116,50 m². Ambos os pavimentos serão aproveitados para uso comercial. O único pavimento residencial se divide em três apartamentos-tipo, e a área total deste pavimento é 228,71 m². Com área de 158,73 m², a garagem encontra-se no subsolo. Para este trabalho são apresentadas as representações gráficas de plantas baixas, cortes e fachada do projeto arquitetônico conforme anexo A, e representações gráficas de plantas baixas e elementos estruturais do projeto contidas no anexo B.

Para o estudo em questão, não serão analisados os projetos hidrossanitários, elétricos e de fundação.

4.2 Indicativos preliminares

Por meio de análises dos blocos de vedação apresentados é possível determinar alguns indicativos dos mesmos. Para esta análise preliminar foram utilizados os dados dos blocos determinados por fornecedores da região de Varginha e os valores acerca dos custos foram orçados no SINAPI e na TCPO.

Bloco cerâmico furado (14x19x29 cm):

- Peso específico: 1.100 a 1.400 kg/m³;
- Consumo de argamassa em parede com espessura de 15 cm: 0,032 m³/m²;
- Consumo por m² de parede: 17 blocos;
- Preço por bloco: R\$ 1,15;
- Preço por m² de parede: R\$ 21,85;
- Custo de mão de obra: R\$5,08 por m².

Bloco de concreto celular autoclavado (15x30x60 cm):

- Peso específico: 400 a 800 kg/m³;
- Consumo de argamassa em parede com espessura de 15 cm: 0,0094 m³/m²;
- Consumo por m² de parede: 6 blocos;
- Preço por bloco: R\$ 9,59
- Preço por m² de parede: R\$ 57,54
- Custo de mão de obra: R\$10,67 por m².

Conclui-se que o bloco de concreto celular autoclavado é mais leve que o bloco cerâmico e possui maior resistência à compressão. O bloco CCA ainda consome menor quantidade de argamassa por m² de parede e também utiliza menor quantidade de blocos. Contudo, por possuir um custo mais elevado, o mesmo encarece o valor por m² de parede.

4.3 Levantamento de Cargas para Cálculo Estrutural

O carregamento de uma estrutura é o somatório de todas as ações que a mesma sofre, sendo elas cargas acidentais ou cargas permanentes. As cargas permanentes se subdividem em peso das vedações, peso do revestimento (do piso), peso próprio da estrutura.

O peso das vedações varia conforme os materiais adotados: bloco de vedação e argamassa de revestimento. Os blocos cerâmicos possuem peso próprio de 13,0 kN/m² e a sua argamassa de revestimento 19,0 kN/m². Para os blocos de CCA, o peso específico adotado é de 5,5 kN/m² e, estes possuem uma argamassa de revestimento específica, que possui 4,5 kN/m² de peso específico.

Para a edificação será adotado piso cerâmico, assim, o peso específico desta carga permanente será de 0,60 kN/m². O peso próprio da estrutura é subdividido pelos seus elementos estruturais, lajes, vigas e pilares. Os carregamentos provenientes dos pesos próprios dos elementos estruturais podem variar, devido ao fato de que as dimensões dos mesmos são determinadas através dos carregamentos que eles sofrem. Ainda assim, as lajes serão nervuradas com preenchimento de blocos de isopor, e terão como peso específico o valor de 1,50 kN/m².

Conforme determina a NBR 6120 – Cargas para cálculo de estruturas de edificações, as cargas acidentais são determinadas através da sua atuação na estrutura. Segue abaixo os valores determinados pela norma:

- Para dormitórios, salas, copas, cozinhas e banheiros: 1,5 kN/m²;
- Para despensas, áreas de serviço e lavanderias: 2,0 kN/m²;
- Para lojas (e mezaninos): 4,0 kN/m².

O projeto estrutural da edificação foi desenhado a partir do projeto arquitetônico. No primeiro momento foram locados os pilares na edificação, logo após foram posicionadas as vigas e por fim, as lajes foram inseridas, conforme prancha apresentada no anexo B.

No estudo de caso em questão, apenas as cargas referentes ao peso específico de blocos e à argamassa de revestimento serão diferentes para os cálculos de estrutura da edificação, para os outros dados serão adotados os mesmos valores.

O peso próprio da alvenaria de vedação é dado pela seguinte equação:

$$G_{parede} = e_{bloco} * \gamma_{bloco} + e_{revestimento} * \gamma_{revestimento}$$

Onde, G é o peso da parede, e é a espessura, γ é o peso específico.

Para os blocos estudados temos os seguintes valores:

Carregamento estrutural alvenaria de vedação			
Alvenaria de vedação		Bloco Cerâmico	Bloco CCA
Bloco	Espessura (m)	0,030	0,030
	Peso específico γ (kN/m ²)	19,00	4,50
Revestimento	Espessura (m)	0,150	0,150
	Peso específico γ (kN/m ²)	13,00	5,50
Peso específico parede (kN/m linear)		2,520	0,960

Tabela 04. Carregamento estrutural da alvenaria de vedação. Fonte: Autoria própria.

De acordo com a tabela apresentada acima, observa-se que o carregamento gerado pela utilização de blocos cerâmicos como alvenaria de vedação é aproximadamente 160% a mais que o carregamento gerado pelos blocos CCA.

Além do cálculo da sobrecarga gerada pela alvenaria de vedação, foram realizados todos os procedimentos necessários para a concepção estrutural do projeto. A estrutura foi lançada e desenhada no software de cálculo estrutural *CypeCAD*. Através do programa foram introduzidos todos os dados referentes às sobrecargas e cargas permanentes.

O dimensionamento foi efetuado em duas etapas, na primeira foram considerados os carregamentos resultantes do bloco cerâmico, já na segunda o dimensionamento foi realizado para as cargas resultantes do bloco CCA. Tanto na primeira quanto na segunda análise, foram calculados e editados todos os elementos estruturais da edificação.

As lajes lançadas para a edificação foram as pré-fabricadas treliçadas preenchidas com blocos EPS. A altura dada a elas foi de 15 cm. Para as vigas, a fim de otimizar a execução dos elementos, foram lançados de três a quatro alturas diferentes por pavimento. E os pilares iniciados a partir da fundação, possuíam até três dimensões variadas conforme o carregamento gerado para o pavimento. Os resultados obtidos para as peças estruturais foram analisados e revistos a fim de otimizar o consumo dos materiais estruturais, como concreto, aço e formas.

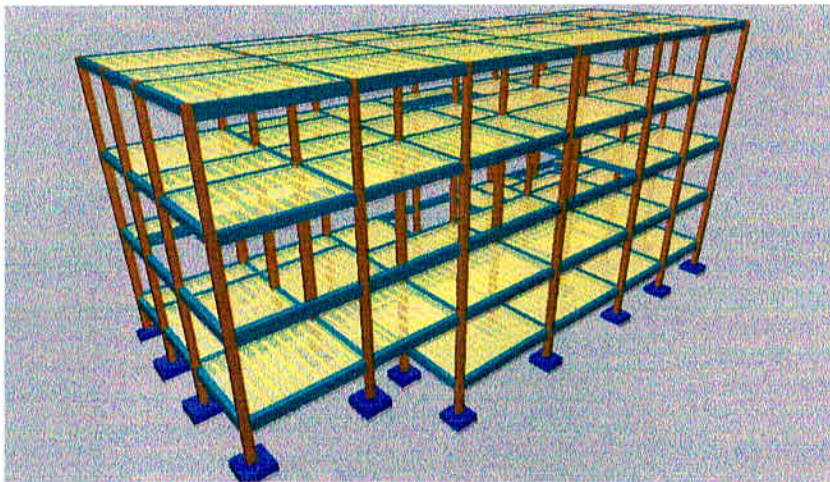


Figura 11. Representação 3D da estrutura. Fonte: Autoria própria.

5 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

5.1 Alvenaria de Vedação

Na alvenaria de vedação do projeto serão utilizados para o primeiro dimensionamento blocos cerâmicos, com dimensões nominais de 14 x 19 x 29 cm, e para o segundo blocos de concreto celular autoclavado, com dimensões nominais de 15 x 30 x 60 cm e 20 x 30 x 60 cm.

Ainda no primeiro dimensionamento será utilizada argamassa de assentamento mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneira com traço 1:2:8. A argamassa utilizada para o segundo dimensionamento será mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneira com traço 1:2:9.

A quantidade de blocos cerâmicos e de blocos de concreto celular autoclavado foi calculada por meio da relação entre a área de cada parede, excluindo os vãos encontrados nela (paredes, janelas, pilares, entre outros), e a área dos blocos. Para a determinação da quantidade de blocos foi criada uma planilha de cálculo e ela se encontra no anexo C. A quantidade de argamassa de assentamento já informada anteriormente no capítulo 5, determina que o consumo para blocos cerâmicos com espessura de 15cm é de $0,032 \text{ m}^3/\text{m}^2$, o consumo para blocos de concreto celular autoclavado de 15 cm de espessura é de $0,0094 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e blocos de 20 cm de espessura é de $0,01175 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

5.2 Elementos Estruturais

A estrutura da edificação para as duas análises foi calculada, dimensionada e detalhada com a ajuda do *software* de cálculo estrutural CypeCAD. Para os dimensionamentos foram utilizados os seguintes valores:

Sobrecarga na estrutura:

- $4,0 \text{ kN/m}^2$ para loja, mezanino e garagem;
- $1,5 \text{ kN/m}^2$ para o pavimento de apartamentos e a cobertura.

Carga permanente:

- $0,6 \text{ kN/m}^2$ referente ao piso cerâmico;
- $0,5 \text{ kN/m}^2$ referente ao carregamento do revestimento superior;

- 1,5 kN/m² para a carga referente à laje;
- Totalizando 2,6 kN/m²;
- Para cobertura foi adotado 2,0 kN/m², excluindo a carga referente ao piso cerâmico.

Peso da alvenaria:

- 2,52 kN/m_{LINEAR} para blocos cerâmicos;
- 0,96 kN/m_{LINEAR} para blocos de concreto celular autoclavado.

Abaixo segue os relatórios gerados pelo *software* CypeCAD para os dois projetos. As tabelas apresentam o valor total de aço CA-50 e CA-60, concreto C25 e quantidade de fôrma dos projetos utilizando alvenaria de vedação com bloco cerâmico e alvenaria de vedação com bloco CCA.



Quantidades da obra

Dimens. Blocos Cerâmicos

* Não medidos: Elementos de fundação.

Subsolo/garagem - Superfície total: 158.64 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	134.90	12.18	205
Vigas: fundo	22.32	7.61	584
Forma lateral	45.19		
Pilares (Sup. Formas)	25.32	1.62	439
Total	227.73	21.41	1228
Índices (por m ²)	1.436	0.135	7.74

Fundação 2 - Superfície total: 1.42 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
Pilares (Sup. Formas)	54.95	3.60	725
Total	54.95	3.60	725
Índices (por m ²)	38.697	2.535	510.56

Térreo - Superfície total: 226.95 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	191.23	18.82	400
Vigas: fundo	33.76	16.28	915
Forma lateral	113.14		
Pilares (Sup. Formas)	8.19	0.50	202
Total	346.32	35.60	1517
Índices (por m ²)	1.526	0.157	6.68

Mezanino - Superficie total: 106.92 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	78.33	7.23	148
Vigas: fundo	26.99	10.99	610
Forma lateral	82.93		
Pilares (Sup. Formas)	76.95	4.59	1111
Total	265.20	22.81	1869
Índices (por m ²)	2.480	0.213	17.48

Pav Sup - Superficie total: 236.37 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	199.37	18.11	278
Vigas: fundo	35.42	13.17	913
Forma lateral	82.23		
Pilares (Sup. Formas)	53.65	3.07	732
Total	370.67	34.35	1923
Índices (por m ²)	1.568	0.145	8.14

Cobertura - Superficie total: 241.65 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	213.56	19.80	302
Vigas: fundo	26.97	11.56	741
Forma lateral	102.96		
Pilares (Sup. Formas)	54.40	2.82	447
Total	397.89	34.18	1490
Índices (por m ²)	1.647	0.141	6.17

Total obra - Superficie total: 971.95 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	817.70	76.14	1333
Vigas: fundo	145.46	59.61	3763
Forma lateral	426.45		
Pilares (Sup. Formas)	273.46	16.20	3656
Total	1663.07	151.95	8752
Índices (por m²)	1.711	0.156	9.00



Quantidades da obra

Dimens. Blocos de Concreto Celular Autoclavado

* Não medidos: Elementos de fundação

Subsolo/garagem - Superfície total: 158.64 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	134.90	12.18	207
Vigas: fundo	22.64	7.53	530
Forma lateral	45.26		
Pilares (Sup. Formas)	21.40	1.29	415
Total	224.20	21.00	1152
Índices (por m ²)	1.413	0.132	7.26

Fundação 2 - Superfície total: 1.42 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
Pilares (Sup. Formas)	48.88	2.82	718
Total	48.88	2.82	718
Índices (por m ²)	44.436	2.564	652.73

Térreo - Superfície total: 226.95 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	191.24	18.05	342
Vigas: fundo	34.10	13.35	944
Forma lateral	85.58		
Pilares (Sup. Formas)	9.32	0.58	193
Total	320.24	31.98	1479
Índices (por m ²)	1.411	0.141	6.52

Mezanino - Superfície total: 106.92 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	78.36	7.10	123
Vigas: fundo	27.11	9.18	611
Forma lateral	66.44		
Pilares (Sup. Formas)	74.19	4.25	1091
Total	246.10	20.53	1825
Índices (por m ²)	2.302	0.192	17.07

Pav Sup - Superfície total: 236.37 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	199.39	18.13	274
Vigas: fundo	35.54	12.63	816
Forma lateral	77.69		
Pilares (Sup. Formas)	51.23	2.80	790
Total	363.85	33.56	1880
Índices (por m ²)	1.539	0.142	7.95

Cobertura - Superfície total: 241.65 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	213.56	19.74	287
Vigas: fundo	26.97	11.18	697
Forma lateral	98.21		
Pilares (Sup. Formas)	54.72	2.79	658
Total	393.46	33.71	1642
Índices (por m²)	1.628	0.139	6.79

Total obra - Superfície total: 971.95 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	817.73	75.20	1233
Vigas: fundo	146.36	53.87	3598
Forma lateral	373.18		
Pilares (Sup. Formas)	259.74	14.53	3865
Total	1597.01	143.60	8696
Índices (por m²)	1.644	0.148	8.95

5.3 Indicativos estruturais

Os indicadores estruturais são relações entre duas medidas importantes para os elementos estruturais de um projeto. Essas medidas são: área de formas, medida em m², volume de concreto, medido em m³ e consumo de aço, medido em kg.

Por meio desses indicadores é possível fazer uma análise da gestão da qualidade e produtividade da estrutura. As informações fornecidas por eles expressam se o projeto está sendo dimensionado de forma viável ou não.

As principais relações são entre volume de concreto e área de formas (m³/m²) e o consumo de aço e o volume de concreto (kg/m³). Ambas medem a racionalidade da escolha do sistema estrutural e do dimensionamento da estrutura. Para os pilares, a relação mais usual é entre a área de aço e área de concreto dada em porcentagem.

Observando-se os resultados apresentados nos relatórios de obra da edificação, chegam-se aos seguintes indicativos estruturais.

Indicativos Estruturais - Vigas				
Pavimento	Relação Aço/Concreto (kg/m ³)		Relação Concreto/Forma (m ³ /m ²)	
	Alvenaria de Vedação		Alvenaria de Vedação	
	Bloco Cerâmico	BCCA	Bloco Cerâmico	BCCA
Subsolo/garagem	76,74	70,39	0,113	0,110
Térreo	56,20	70,71	0,111	0,111
Mezanino	55,51	66,56	0,099	0,098
Pav. Superior	69,32	64,61	0,112	0,111
Cobertura	64,10	62,34	0,089	0,089
Total	63,13	66,80	0,104	0,103

Tabela 05. Indicativos estruturais para vigas. Fonte: Autoria própria.

Indicativos Estruturais – Pilares				
Pavimento	Relação Aço/Concreto (%)		Relação Concreto/Forma (m ³ /m ²)	
	Alvenaria de Vedação		Alvenaria de Vedação	
	Bloco Cerâmico	BCCA	Bloco Cerâmico	BCCA
Subsolo/garagem	1,260	2,010	0,064	0,060
Térreo	1,540	1,700	0,061	0,062
Mezanino	1,590	1,680	0,059	0,057
Pav. Superior	1,300	1,550	0,057	0,054
Cobertura	1,220	1,560	0,051	0,050
Total	1,380	1,700	0,059	0,055

Tabela 06. Indicativos estruturais para pilares. Fonte: Autoria própria.

Indicativos Estruturais – Lajes				
Pavimento	Relação Aço/Concreto (kg/m ³)		Relação Concreto/Forma (m ³ /m ²)	
	Alvenaria de Vedação		Alvenaria de Vedação	
	Bloco Cerâmico	BCCA	Bloco Cerâmico	BCCA
Subsolo/garagem	16,83	16,99	0,090	0,090
Térreo	21,25	18,95	0,098	0,094
Mezanino	20,47	17,32	0,092	0,091
Pav. Superior	15,35	15,11	0,091	0,091
Cobertura	15,25	14,54	0,093	0,092
Total	17,50	16,40	0,093	0,091

Tabela 07. Indicativos estruturais de lajes. Fonte: Autoria própria.

Conforme Carbonari (2000), os indicadores usuais para edifícios variam conforme o tipo de edificação. Os dados para edifícios se diferem dos apresentados para construções menores, como por exemplo, residências. A tabela 08 apresenta os valores encontrados por ele em seu projeto de pesquisa.

Indicadores	Lajes	Vigas	Pilares
Relação Concreto/Forma (m^3/m^2)	0,045	0,03	0,02
Relação Aço/Concreto (kg/m^3)	50,00	80,0 a 100,0	1,5 a 2,0%

Tabela 08. Indicativos estruturais. Fonte: Índices médios de consumo para elaboração de projetos em concreto armado, Gustavo Carbonari (2000).

Analisando os valores apresentados pela literatura e comparando-os com os valores apresentados na edificação em estudo, pode-se perceber que as lajes apresentam valores superiores aos indicativos. O mesmo ocorre para os pilares, contudo estes estão com valores mais aproximados. Já as vigas apresentam valores bem próximos, o que indica que as mesmas estão bem racionalizadas.

5.4 Quadro de cargas da fundação

A planta de cargas de uma edificação é o somatório de cargas axiais que os pilares direcionam para a infraestrutura, a fundação. Geralmente é a primeira prancha de um projeto estrutural e, juntamente a ela estão locadas as indicações de pilares, tipos de fundações, cargas recebidas, entre outras informações necessárias. Vale ressaltar que trata-se do carregamento normal da estrutura.

A edificação deste trabalho foi dimensionada para duas situações diferentes, a primeira utilizando blocos cerâmicos, e a segunda utilizando blocos de concreto celular autoclavado. As duas alvenarias de vedação diferem entre si no peso próprio, portanto, as cargas axiais que serão recebidas pela infraestrutura também serão diferentes entre si. Abaixo segue uma planilha com as cargas axiais atuantes na fundação fornecidas pelos dois dimensionamentos.

Cerâmico		Concreto Celular	
P1	16,3 tf	P1	14,6 tf
P2	25,4 tf	P2	21,47 tf
P3	31,51 tf	P3	29,57 tf
P4	17,43 tf	P4	15,39 tf
P5	23,94 tf	P5	20,31 tf
P6	56,35 tf	P6	58,16 tf
P7	60,97 tf	P7	56,87 tf
P8	31,28 tf	P8	30,66 tf
P9	39,55 tf	P9	34,17 tf
P10	57,41 tf	P10	51,34 tf
P11	61,76 tf	P11	59,66 tf
P12	36,26 tf	P12	33,27 tf
P13	32,77 tf	P13	27,2 tf
P14	52,93 tf	P14	46,03 tf
P15	69,62 tf	P15	68,14 tf
P16	37,55 tf	P16	32,33 tf
P17	32,69 tf	P17	28,13 tf
P18	43,87 tf	P18	37,55 tf
P19	47,03 tf	P19	47 tf
P20	29,9 tf	P20	25,5 tf
P21	32,61 tf	P21	29,28 tf
P22	37,76 tf	P22	27,91 tf
P23	43,04 tf	P23	42,64 tf
P24	24,9 tf	P24	19,32 tf
P25	12,23 tf	P25	11,49 tf
P26	16,78 tf	P26	11,16 tf
P27	20,95 tf	P27	19,49 tf
P28	13,13 tf	P28	9,31 tf

Tabela 09. Planta de cargas. Fonte: Autoria própria.

6 ORÇAMENTO

A orçamentação dessa edificação será realizada apenas para as etapas de superestrutura e alvenaria. Serão considerados apenas os custos diretos envolvendo essas duas fases. Os cálculos foram realizados por meio de planilhas orçamentárias desenvolvidas pela ferramenta computacional Microsoft Excel.

Dentre as planilhas criadas estavam encargos sociais, custos do ajudante e do oficial, a fim de determinar o custo unitário da mão de obra dos trabalhadores envolvidos nas duas etapas da obra, planilhas detalhadas de cada serviço referentes à alvenaria e superestrutura com composições de custos unitários (CPU's), e planilha de serviço com o custo total.

O valor referente ao salário mensal do ajudante e do oficial foi o determinado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais (Sinduscon – MG), na Convenção Coletiva de Trabalho 2015/2016 – Salários, reajustes e pagamento.

OFICIAIS – (Pedreiros, Carpinteiros, Armadores, Eletricistas, Pintores e Bombeiros Encanadores): R\$ 1.572,50 por mês ou R\$ 7,15 por hora a partir de 01 de fevereiro de 2015 e R\$ 1.587,00 por mês ou R\$ 7,21 por hora a partir de 01 de agosto de 2015;

Meio Oficial Pedreiro e Meio oficial Carpinteiro: (serviços básicos da obra): R\$1.316,50 por mês ou R\$ 5,98 por hora a partir de 01 de fevereiro de 2015 e R\$ 1.328,70 por mês ou R\$ 6,04 por hora a partir de 01 de agosto de 2015;

OPERADORES DE ELEVADORES, GUINCHOS E VIGIAS: R\$ 1.039,00 por mês ou R\$ 4,72 por hora a partir de 01 de fevereiro de 2015 e R\$ 1.048,60 por mês ou R\$ 4,77 por hora a partir de 01 de agosto de 2015;

NÃO QUALIFICADOS – Serventes e Ajudantes: R\$ 942,80 por mês ou R\$ 4,29 por hora a partir de 01 de fevereiro de 2015 e R\$ 951,60 por mês ou R\$ 4,33 por hora a partir de 01 de agosto de 2015;

ADMINISTRATIVO – Auxiliar de Escritório: R\$ 920,00 por mês ou R\$ 4,18 por hora a partir de 01 de fevereiro de 2015 e R\$ 928,70 por mês ou R\$ 4,22 por hora a partir de 01 de agosto de 2015;

Figura 12. Salários categorias – Construção Civil. Fonte: Sinduscon – MG, 2015.

Após a inserção dos valores salariais de ajudante e oficial na planilha referente aos respectivos trabalhadores, calculou-se o valor total da hora trabalhada de cada um, incluindo custos de transporte, alimentação, despesas admissionais e encargos sociais. O

custo da hora de um total de 191,19 horas trabalhadas foi de R\$ 10,81 para o ajudante e de R\$ 18,03 para o oficial.

A partir dos custos unitários da hora do ajudante e oficial determinados e dos quantitativos de materiais levantados, foram elaboradas planilhas orçamentárias detalhadas dos serviços de alvenaria e superestrutura da obra. Os valores unitários referentes aos insumos e algumas composições de serviço foram retirados das tabelas SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil) de Belo Horizonte/MG, gestão de sistema compartilhada entre CAIXA e IBGE.



PREÇOS DE INSUMOS

Página: 14 / 133

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 09/2015

Pesquisa: IBGE

Localidade: BELO HORIZONTE Encargos Sociais Desonerados(%) Horista: 90,84 Mensalista: 52,90

Código	Descrição do Insumo	Unid.	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
ABRACADERA, GALVANIZADA/ZINCADA, ROSCA SEM FIM, PARAFUSO INOX, LARGURA FITA "12,6 A 14 MM, D = 4" A 4 3/4"				
00036801	ACABAMENTO CROMADO PARA REGISTRO PEQUENO, 1/2" OU 3/4"	UN	CR	15,80
00037600	ACESSORIO DE LIGACAO NAO ELETRICO, TUBO DE 6 M	UN	CR	17,22
00037599	ACESSORIO INICIADOR NAO ELETRICO, TUBO DE 6 M, TEMPO DE RETARDO DE "160" MS	UN	CR	16,03
00000001	ACETILENO (RECARGA PARA CILINDRO DE CONJUNTO OXICORTE GRANDE)	KG	C	30,00
00000003	ACIDO MURBATICO (SOLUCAO ACIDA)	L	CR	3,99
00034341	ACO CA-25, VERGALHAO, 32,0 MM	KG	CR	3,09
00000026	ACO CA-25, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	3,26
00000020	ACO CA-25, 12,5 MM, VERGALHAO	KG	C	3,28
00000021	ACO CA-25, 16,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	3,28
00000024	ACO CA-25, 20,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	3,26
00000025	ACO CA-25, 25,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	3,26
00000022	ACO CA-25, 8,3 MM, VERGALHAO	KG	CR	3,51

Figura 13. SINAPI – Preço de insumos. Fonte: (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2015)

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

5 de 379

FCI.017.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO

DATA DE EMISSÃO: 22/10/2015 AS 12:25:30

DATA REFERÊNCIA TÉCNICA: 16/10/2015

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 90,84% (HORA) 52,90% (MÊS)

LOCALIDADE : BELO HORIZONTE

DATA DE PREÇO : 09/2015

ARRANJAMENTO : NACIONAL

REF. COLETA : MEDIANO

Código	Descrição do Insumo	Unid.	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
FORNECIMENTO E ASENTAMENTO. AF 06/2015				
90695	TUBO DE PVC PARA REDE COLETOIRA DE ESGOTO DE FAREDE MACIÇA, DN 150 MM, N	CR		24,79
JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASENTAMENTO. AF 06/2015				
90696	TUBO DE PVC PARA REDE COLETOIRA DE ESGOTO DE FAREDE MACIÇA, DN 200 MM, N	CR		37,22
JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASENTAMENTO. AF 06/2015				
90697	TUBO DE PVC PARA REDE COLETOIRA DE ESGOTO DE FAREDE MACIÇA, DN 250 MM, N	CR		62,17
JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASENTAMENTO. AF 06/2015				
90698	TUBO DE PVC PARA REDE COLETOIRA DE ESGOTO DE FAREDE MACIÇA, DN 300 MM, N	CR		95,70
JUNTA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASENTAMENTO. AF 06/2015				

Figura 14. SINAPI – Preço de composições. Fonte: (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2015)

Para a determinação dos custos de cada etapa da obra e para a quantidade de horas necessárias para instalação ou execução de insumos foi utilizado a TCPO 2014. Como insumos temos materiais, mão de obra e equipamentos que fazem parte da composição de serviço. Estes foram retirados da TCPO, pois possuem uma unidade de medida e um coeficiente de consumo adequado para cada serviço.

Figura 15. Composição e preços de alvenaria de blocos CCA. Fonte: TCPO 2014.

Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Preço Unit(US)	Total(US)
01.021.000001.MOD	Peçaria	H	MOD	0,32	5,31	1,70
04.004.000009.MAT	Argamassa de cimento colante pré-fabricada...	KG	MAT	13,6	0,25	3,40
01.026.000001.MOD	Servente	H	MOD	0,32	4,45	1,42
05.001.000010.MAT	Bloco de concreto celular autoclavado (al...	M³	MAT	1,02	54,00	55,08

Composição detalhada: M.O.: 3,12; Mat/Equip.: 59,10; Total v/ Taxa(Unit.): 62,72
 Valor LS: 0,00
 Valor IBI: 0,00

Figura 15. Composição e preços de alvenaria de blocos CCA. Fonte: TCPO 2014.

As planilhas orçamentárias com os quantitativos de alvenaria e superestrutura se encontram detalhadas no anexo D.

6.1 Valores totais dos custos diretos

As planilhas orçamentais geraram os custos diretos para as etapas de superestrutura e alvenaria da edificação e o custo total dessas duas etapas. Em todos os custos gerados não houve o acréscimo dos custos indiretos, foram levados em consideração apenas os custos diretos dos produtos e serviços. Os valores totais foram:

Obra com utilização de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos:

- Superestrutura: R\$ 454.245,28
- Alvenaria: R\$ 49.812,54
- Total: R\$ 504.057,81

Obra com utilização de alvenaria de vedação com blocos de concreto celular autoclavado:

- Superestrutura: R\$ 429.467,44
- Alvenaria: R\$ 71.149,75
- Total: R\$ 500.617,20

6.2 Tempo de execução de cada sistema de vedação

O tempo de execução para esta análise considera apenas o assentamento de cada bloco, não foram levados em consideração o tempo necessário para revestimento da alvenaria. Na alvenaria de vedação com a utilização de blocos cerâmicos, a execução de 1.0 m² de parede gastou, em média, de 1 hora e 15 minutos. Enquanto na alvenaria de vedação de blocos CCA foi, em média, de 40 minutos.

Considerando-se que a obra possui 987,60 m² de parede, para assentamento de toda a alvenaria de vedação com a utilização dos blocos cerâmicos, considerando a jornada de trabalho de 40 horas/semanais, será necessário um total de 151 dias para assentamento de todos os blocos. Em contrapartida, o assentamento dos blocos de concreto celular autoclavado gastará quase a metade do tempo decorrido dos blocos cerâmicos, 80 dias. A diferença entre os dois sistemas resulta em 71 dias.

6.3 Resumo dos resultados

Na tabela 9, apresentada abaixo, tem-se um resumo dos resultados apresentados no orçamento e no tempo de execução da alvenaria para os dois métodos.

Resumo dos resultados		
	Alvenaria de vedação	
	Bloco cerâmico	BCCA
Orçamento	R\$ 504.057,81	R\$ 500.617,20
Tempo	151 dias	80 dias

Tabela 10. Resumo dos resultados. Fonte: Autoria própria.

Analisando os dois resultados, pode-se perceber que o bloco de concreto celular autoclavado (BCCA) é a melhor opção quando comparado com o bloco cerâmico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a comparação entre os dois orçamentos chegou-se a conclusão que não houveram grandes disparidades nos custos totais dos dois métodos analisados. Para o projeto com 745,67 m², houve uma redução de aproximadamente R\$ 4.000,00 da obra com utilização de bloco cerâmico para a utilização de bloco de concreto celular autoclavado.

Apesar do custo do bloco CCA e de sua mão-de-obra ser mais elevado, certificou-se que o mesmo consegue diminuir os gastos envolvidos no dimensionamento estrutural da edificação. Essa diminuição se deve ao seu baixo peso, que acarreta menor carregamento na estrutura, e conseqüentemente menor consumo de materiais estruturais.

Outro fator primordial para a escolha do melhor método construtivo é o tempo de execução da obra. Nesse quesito o bloco CCA possui grande vantagem em relação ao bloco cerâmico, pois este último necessita de o dobro do prazo para executar a obra. A diferença entre eles é de 71 dias.

Analisando-se ainda os indicadores estruturais, verifica-se que elementos estruturais da obra com utilização de blocos CCA estão mais otimizados quando comparado ao bloco cerâmico. As relações mais relevantes são apresentadas para o comparativo entre área de aço e área de concreto, pois para o bloco cerâmico, o consumo de concreto foi superior ao necessário para o bom aproveitamento dos elementos estruturais.

Por fim, pode-se concluir que o bloco de concreto celular autoclavado possui melhor custo/benefício para o projeto em questão. O mesmo possui um custo levemente mais baixo que o bloco cerâmico, contudo os melhores benefícios se encontram no tempo de execução da obra e na otimização dos elementos estruturais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. L. F. **Estudo da formulação de massas cerâmicas provenientes da região do Seridó-RN para fabricação de telhas**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

ARAÚJO, Luís O. C. de; FREIRE, Tomás M. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios**. 1995. Universidade Federal de São Carlos. Pró-reitoria de extensão, departamento de engenharia civil – São Carlos, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de Revestimentos de Argamassa**, (s/d). Disponível em <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13438/1995**: Blocos de concreto celular autoclavado. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 15270- 1:2005** – Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15270- 2:2005** – Componentes cerâmicos parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 6118/2014**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 6120/2014**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. - Especificação. Rio de Janeiro, 2014.

ÁVILA, A. V.; LOPES, O. C.; LIBRELOTTO, L. I. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina. 2003.

BACCELLI JÚNIOR, G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó - RN**. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BAUER, F.L.A. **Materiais de construção**. Editora Livros Técnicos e Científicos, 5ª Edição, Rio de Janeiro, 1994.

CARBONARI, Gilberto. **Índices médios de consumo para elaboração de projetos em concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2000.

CARVALHO R. C., FIGUEIREDO Fo J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. Editora UFSCar. São Carlos, 2001.

CASCUDO, Oswaldo et al. Microestrutura dos materiais cerâmicos. In: **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. ISAIA, Geraldo Cechella. 1. ed. São Paulo: Ibracon, 2007. p. 321-349.

CERÂMICA PALMEIRA. **Bloco cerâmico vazado**. Paraná: 2013. Cerâmica Palmeira. Disponível em: <<http://www.ceramicapalmeira.com.br/produtos.aspx>>. Acesso em: 18 abr. 2015. 1 figura.

CYPECAD. **Programas - Cypecad**. Lisboa (POR): 2014. Cypecad, programas relacionados. Disponível em: <<http://cypecad.cype.pt/>>. Acesso em: 01 mai. 2015. 1 figura.

C&C, Casa & Construção. **Blocos Cerâmicos – Dimensões**. Disponível em: <<http://www.ccc.com.br/>>. Acessado em: 04 abr. 2015. 1 figura.

DE CARLI, Rômulo Ramos. **Comparativo orçamentário entre dois sistemas de alvenaria de vedação: bloco cerâmico x bloco de concreto celular autoclavado – estudo de caso de empreendimento residencial**. Varginha. Dissertação de trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, faculdade de Engenharia Civil, 2014.

GONZALEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras**, São Leopoldo, 2008.

HAGEMANN, S. E. **Apostila de Materiais de Construção Básicos**. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, 2011.

ISAIA, G.C. **Materiais de construção e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010.

JUNIOR, Alberto Casado Lordsleem. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: Ed. Tuta Melo, 2004.

KAZMIERCZAK, C. S. Produtos de Cerâmica Vermelha. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 1ª edição, São Paulo: IBRACON, 2007.

KIMURA, A. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado: cálculo de edifícios com uso de sistemas computacionais**. São Paulo: Pini, 2007.

MICROSOFT EXCEL. **Softwares – Office**. São Paulo (SP): 2014. Microsoft – Brasil.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. SÃO PAULO, ED: EDGARD BLUCHER, 1995.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2006.

MOTTA J. F. M., ZANARDO A., CABRAL M.J., As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: o perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos. **Revista cerâmica Industrial**, 2001, v. 6, n. 2, p. 28-39.

NASCIMENTO, W. S. dos A. **Avaliação dos Impactos ambientais gerados por uma indústria cerâmica típica da região do Seridó/RN**. 2004. 184f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

PAULETTI, M. C. **Modelo para introdução de nova tecnologia em agrupamentos de micro e pequenas empresas: Estudo de caso das indústrias de cerâmica vermelha no Vale do Rio Tijucas.** Florianópolis: UFSC, 2001. 154p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

PAULUZZI. **Blocos Cerâmicos Pauluzzi.** Alvenaria. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria>>. Acesso em: 29 mar. 2015. 1 figura.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de Construção.** 12a edição, São Paulo: GLOBO, 2003.

PINI: Equipe de obra. **Planejamento: blocos cerâmicos.** Samantha Costa: 2011. PINI. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/blocos-ceramicos-220703-1.aspx>>. Acessado em: 03 abr. 2015. 1 figura.

PORTAL, Az. **De tijolo em tijolo: o desenvolvimento construído pela indústria ceramista.** Disponível em: <http://www.portalaz.com.br/noticia/geral/238437_de_tijolo_em_tijolo_o_desenvolvimento_construido_pela_industria_ceramista.html>. Acessado em: 03 abr. 2015.

PRECON: Guia prático concreto celular. **Processo de fabricação do bloco de concreto celular autoclavado.** Pedro Leopoldo (MG): 2011. PRECON. Disponível em: <<http://www.precon.com.br/precon/>>. Acesso em: 10 mai. 2015. 1 figura.

RIBEIRO, C. C. et al. **Materiais de Construção Civil.** 2ª edição, Minas Gerais: UFMG, 2006.

RIPPER, E. **Manual Prático de Materiais de Construção.** São Paulo: PINI, 1995.

SABBATINI, F. H. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia da Construção de Edifícios**. São Paulo: EPUSP-PCC, 2001.

SALGADO, Julio. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificações**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SOARES, R. A. L.; NASCIMENTO, R. M. **O processo produtivo e a Qualidade do produto cerâmico estrutural**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI, João Pessoa, 2007.

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e custo da construção**. Brasília: Hemus, 1989.

SINAPI – ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Relatórios Insumo e Composição – a partir Jul/2014**. Belo Horizonte (MG): 2014. Custo referência de insumos/convenção de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www1.caixa.gov.br/download/asp/download.asp>>. Acesso em: 03 mai. 2015.

TCPO. **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011.

THOMAZ, Ercio et al. **Código de práticas nº01- alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – São Paulo, 2009.

TRAMONTINI, A. P. **Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface da alvenaria de vedação de pilar de concreto**. São Paulo. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Alvenaria – Blocos Cerâmicos.**

<http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria-estrutural/blocos_ceramicos.php>. Acessado em: 03 de abr. 2015.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10. ed. São Paulo: Pini: Sinduscon, 2009.

ANEXO A

Plantas baixas de projeto arquitetônico de edificação mista, comercial e residencial, de quatro pavimentos

ANEXO B

Planilha - Cálculo da quantidade de blocos

Quantitativo de blocos - Garagem/subsolo

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	23,70
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	16,50
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 16,50 m² (pcs)	275,0

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	54,30
Vãos na parede (m ²)	3,15
Área livre da parede (m ²)	51,15
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 51,15 m² (peças)	853

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	7,50
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	7,50
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 7,50 m² (peças)	125

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,75
Vãos na parede (m ²)	1,05
Área livre da parede (m ²)	20,70
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 20,70 m² (pcs)	345,0

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	14,82
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	14,82
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 14,82 m² (peças)	247

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	25,80
Vãos na parede (m ²)	1,20
Área livre da parede (m ²)	24,60
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 24,60 m² (peças)	410

TOTAL DE BLOCOS CERÂMICOS	2255
----------------------------------	-------------

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,09
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	13,89
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 13,89 m² (pcs)	232

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	4,17
Área livre da parede (m ²)	18,79
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 18,79 m² (pcs)	313

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	2,52
Área livre da parede (m ²)	4,16
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,16 m² (pcs)	69

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	2,94
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	2,94
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 2,94 m² (pcs)	49

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	4,17
Área livre da parede (m ²)	18,79
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 18,79 m² (pcs)	313

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	4,67
Área livre da parede (m ²)	65,15
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 65,15 m² (pcs)	1086

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,59
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,59
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,59 m² (pcs)	77

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,47
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	21,47
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 21,47 m² (pcs)	358

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	27,37
Vãos na parede (m ²)	0,93
Área livre da parede (m ²)	26,43
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 26,43 m² (pcs)	441

Parede 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	7,07
Área livre da parede (m ²)	62,75
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 62,75 m² (pcs)	1046

TOTAL DE BLOCOS CERÂMICOS	3983
----------------------------------	-------------

Quantitativo de blocos - Pav. Superior

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,72
Vãos na parede (m ²)	0,56
Área livre da parede (m ²)	6,16
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 6,16 m² (pcs)	103

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	1,47
Área livre da parede (m ²)	3,37
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 3,37 m² (pcs)	56

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	6,48
Área livre da parede (m ²)	17,60
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 17,60 m² (pcs)	293

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	2,80
Área livre da parede (m ²)	21,28
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 21,28 m² (pcs)	355

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	0,70
Área livre da parede (m ²)	4,14
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,14 m² (pcs)	69

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	8,76
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	8,76
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 8,76 m² (pcs)	146

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	16,52
Vãos na parede (m ²)	4,80
Área livre da parede (m ²)	11,72
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 11,72 m² (pcs)	195

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	16,52
Vãos na parede (m ²)	2,36
Área livre da parede (m ²)	14,16
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 14,16 m² (pcs)	236

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	7,20
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	5,52
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 5,52 m² (pcs)	92

Parede 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	1,12
Área livre da parede (m ²)	22,96
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 22,96 m² (pcs)	383

Parede 11	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,82
Vãos na parede (m ²)	0,70
Área livre da parede (m ²)	4,12
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,12 m² (pcs)	69

Parede 12	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,72
Vãos na parede (m ²)	0,56
Área livre da parede (m ²)	6,16
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 6,16 m² (pcs)	103

Parede 13	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	8,74
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	8,74
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 8,74 m² (pcs)	146

Parede 14	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,84
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,84 m² (pcs)	81

Parede 15	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	5,36
Área livre da parede (m ²)	18,72
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 18,72 m² (pcs)	312

Parede 16	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	74,06
Vãos na parede (m ²)	2,80
Área livre da parede (m ²)	71,26
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 71,26 m² (pcs)	1188

Parede 17	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	10,39
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	8,71
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 8,71 m² (pcs)	145

Parede 18	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	10,39
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	8,71
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 8,71 m² (pcs)	145

Parede 19	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	29,34
Vãos na parede (m ²)	2,24
Área livre da parede (m ²)	27,10
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 27,10 m² (pcs)	452

Parede 20	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,42
Vãos na parede (m ²)	5,16
Área livre da parede (m ²)	16,26
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 16,26 m² (pcs)	271

Parede 21	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,20
Vãos na parede (m ²)	6,06
Área livre da parede (m ²)	16,14
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 16,14 m² (pcs)	269

Parede 22	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,42
Vãos na parede (m ²)	1,83
Área livre da parede (m ²)	2,59
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 2,59 m² (pcs)	43

Parede 23	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,42
Vãos na parede (m ²)	3,92
Área livre da parede (m ²)	17,50
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 17,50 m² (pcs)	292

Parede 24	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	11,73
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	11,73
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 11,73 m² (pcs)	196

Parede 25	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	9,27
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	9,27
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 9,27 m² (pcs)	154

Parede 26	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,20
Vãos na parede (m ²)	3,92
Área livre da parede (m ²)	18,28
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 18,28 m² (pcs)	305

Parede 27	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	5,18
Vãos na parede (m ²)	1,47
Área livre da parede (m ²)	3,71
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 3,71 m² (pcs)	62

Parede 28	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	74,06
Vãos na parede (m ²)	13,00
Área livre da parede (m ²)	61,06
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 61,06 m² (pcs)	1018

TOTAL DE BLOCOS CERÂMICOS	6725
----------------------------------	-------------

TOTAL DA EDIFICAÇÃO	16433
TOTAL DE BLOCOS CERÂMICOS	16433

Quantitativo de blocos - Térreo

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,09
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	13,89
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 13,89 m² (pcs)	232

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	5,00
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 5,00 m² (pcs)	83

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	2,52
Área livre da parede (m ²)	4,16
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 4,16 m² (pcs)	69

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	6,68
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 6,68 m² (pcs)	111

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	2,94
Vãos na parede (m ²)	1,65
Área livre da parede (m ²)	1,29
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 2,94 m² (pcs)	21

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	16,84
Área livre da parede (m ²)	6,12
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 6,12 m² (pcs)	102

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	4,67
Área livre da parede (m ²)	65,15
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 65,15 m² (pcs)	1086

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,54
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,54
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 2,94 m² (pcs)	76

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,49
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	21,49
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 21,49 m² (pcs)	358

Parede 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	27,37
Vãos na parede (m ²)	0,93
Área livre da parede (m ²)	26,43
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 26,43 m² (pcs)	441

Parede 11	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	70,22
Vãos na parede (m ²)	16,67
Área livre da parede (m ²)	53,55
Área de 1 tijolo, incluindo as juntas (m ²)	0,060
Quantidade de tijolos por m ² (peças)	16,67
Quantidade de tijolos para 53,55 m² (pcs)	892

TOTAL DE BLOCOS CERÂMICOS	3471
----------------------------------	-------------

Quantitativo de blocos - Subsolo/Garagem

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	23,70
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	16,50
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 16,50 m² (pcs)	87

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	54,30
Vãos na parede (m ²)	3,15
Área livre da parede (m ²)	51,15
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 51,15 m² (pcs)	270

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	7,50
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	7,50
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 7,50 m² (pcs)	40

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,75
Vãos na parede (m ²)	1,05
Área livre da parede (m ²)	20,70
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 20,70 m² (pcs)	109,5

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	14,82
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	14,82
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 14,82 m² (pcs)	78

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	25,80
Vãos na parede (m ²)	1,20
Área livre da parede (m ²)	24,60
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 24,60 m² (pcs)	130

TOTAL DE BLOCOS CCA	715
----------------------------	------------

Quantitativo de blocos - Mezanino

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,09
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	13,89
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 13,89 m² (pcs)	73

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	4,17
Área livre da parede (m ²)	18,79
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 18,79 m² (pcs)	99

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	2,52
Área livre da parede (m ²)	4,16
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,16 m² (pcs)	22

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	2,94
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	2,94
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 2,94 m² (pcs)	16

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	4,17
Área livre da parede (m ²)	18,79
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 18,79 m² (pcs)	99

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	4,67
Área livre da parede (m ²)	65,15
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 65,15 m² (pcs)	345

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,59
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,59
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,59 m² (pcs)	24

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,47
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	21,47
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 21,47 m² (pcs)	114

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	27,37
Vãos na parede (m ²)	0,93
Área livre da parede (m ²)	26,43
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 26,43 m² (pcs)	140

Parede 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	7,07
Área livre da parede (m ²)	62,75
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 62,75 m² (peças)	332

TOTAL DE BLOCOS CCA	1264
----------------------------	-------------

Quantitativo de blocos - Pav. Superior

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,72
Vãos na parede (m ²)	0,56
Área livre da parede (m ²)	6,16
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 6,16 m² (pcs)	33

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	1,47
Área livre da parede (m ²)	3,37
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 3,37 m² (pcs)	18

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	6,48
Área livre da parede (m ²)	17,60
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 17,60 m² (pcs)	93

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	2,80
Área livre da parede (m ²)	21,28
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 21,28 m² (pcs)	113

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	0,70
Área livre da parede (m ²)	4,14
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,14 m² (pcs)	22

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	8,76
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	8,76
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 8,76 m² (pcs)	46

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	16,52
Vãos na parede (m ²)	4,80
Área livre da parede (m ²)	11,72
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 11,72 m² (peças)	62

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	16,52
Vãos na parede (m ²)	2,36
Área livre da parede (m ²)	14,16
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 14,16 m² (pcs)	75

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	7,20
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	5,52
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 5,52 m² (pcs)	29

Pared 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	1,12
Área livre da parede (m ²)	22,96
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 22,96 m² (pcs)	121

Pared 11	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,82
Vãos na parede (m ²)	0,70
Área livre da parede (m ²)	4,12
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,12 m² (pcs)	22

Pared 12	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,72
Vãos na parede (m ²)	0,56
Área livre da parede (m ²)	6,16
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 6,16 m² (pcs)	33

Pared 13	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	8,74
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	8,74
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 8,74 m² (pcs)	46

Pared 14	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,84
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,84
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,84 m² (pcs)	26

Pared 15	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	24,08
Vãos na parede (m ²)	5,36
Área livre da parede (m ²)	18,72
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 18,72 m² (pcs)	99

Pared 16	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	74,06
Vãos na parede (m ²)	2,80
Área livre da parede (m ²)	71,26
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 71,26 m² (pcs)	377

Pared 17	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	10,39
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	8,71
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 8,71 m² (pcs)	46

Pared 18	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	10,39
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	8,71
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 8,71 m² (pcs)	46

Parede 19	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	29,34
Vãos na parede (m ²)	2,24
Área livre da parede (m ²)	27,10
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 27,10 m² (pcs)	143

Parede 20	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,42
Vãos na parede (m ²)	5,16
Área livre da parede (m ²)	16,26
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 16,26 m² (pcs)	86

Parede 21	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,20
Vãos na parede (m ²)	6,06
Área livre da parede (m ²)	16,14
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 16,14 m² (pcs)	85

Parede 22	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,42
Vãos na parede (m ²)	1,83
Área livre da parede (m ²)	2,59
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 2,59 m² (pcs)	14

Parede 23	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,42
Vãos na parede (m ²)	3,92
Área livre da parede (m ²)	17,50
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 17,50 m² (pcs)	93

Parede 24	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	11,73
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	11,73
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 11,73 m² (pcs)	62

Parede 25	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	9,27
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	9,27
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 9,27 m² (pcs)	49

Parede 26	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,20
Vãos na parede (m ²)	3,92
Área livre da parede (m ²)	18,28
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 18,28 m² (pcs)	97

Parede 27	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	5,18
Vãos na parede (m ²)	1,47
Área livre da parede (m ²)	3,71
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 3,71 m² (pcs)	20

Paredes 28	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	74,06
Vãos na parede (m ²)	13,00
Área livre da parede (m ²)	61,06
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 61,06 m² (pcs)	323

TOTAL DE BLOCOS CCA	2134
---------------------	------

TOTAL DA EDIFICAÇÃO	5214
TOTAL DE BLOCOS CCA	5214

Quantitativo de blocos - Térreo

Parede 1	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,09
Vãos na parede (m ²)	7,20
Área livre da parede (m ²)	13,89
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 21,09 m² (pcs)	73

Parede 2	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	1,68
Área livre da parede (m ²)	5,00
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 5,00 m² (pcs)	26

Parede 3	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	2,52
Área livre da parede (m ²)	4,16
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,16 m² (pcs)	22

Parede 4	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	6,68
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	6,68
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 6,68 m² (pcs)	35

Parede 5	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	2,94
Vãos na parede (m ²)	1,65
Área livre da parede (m ²)	1,29
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 1,29 m² (pcs)	7

Parede 6	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	22,96
Vãos na parede (m ²)	16,84
Área livre da parede (m ²)	6,12
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 6,12 m² (pcs)	32

Parede 7	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	69,82
Vãos na parede (m ²)	4,67
Área livre da parede (m ²)	65,15
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 65,15 m² (pcs)	345

Parede 8	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	4,54
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	4,54
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 4,54 m² (pcs)	24

Parede 9	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	21,49
Vãos na parede (m ²)	0,00
Área livre da parede (m ²)	21,49
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 21,49 m² (pcs)	114

Parede 10	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	27,37
Vãos na parede (m ²)	0,93
Área livre da parede (m ²)	26,43
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 26,43 m² (pcs)	140

Parede 11	
Cálculo da quantidade de tijolos	
Área da parede (m ²)	70,22
Vãos na parede (m ²)	16,67
Área livre da parede (m ²)	53,55
Área de 1 bloco, incluindo as juntas (m ²)	0,189
Quantidade de blocos por m ² (peças)	5,29
Quantidade de blocos para 53,55 m² (pcs)	283

TOTAL DE BLOCOS CCA	1101
----------------------------	-------------

ANEXO C

Planilhas orçamentárias

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Edificação Mista 4 pavimentos

LOCAL: Paraguaçu - MG

DATA: 24/03/2015

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNI	PR.	PR. TOTAL
4	SUPERESTRUTURA			454.245,28
4.1	Forma de chapa compensada 12mm Vigas	m ²	145,46	17.839,29
4.2	Concreto fck 25 Mpa, brita 1 e 2, controle "A" preparado na obra para vigas	m ³	59,61	87.301,35
4.3	Armação com aço CA-50 e CA-60 Vigas	kg	3.763,00	32.369,36
4.4	Forma de chapa compensada 12mm Pilares	m ²	273,46	57.001,48
4.5	Concreto fck 25 Mpa, brita 1 e 2, controle "A" preparado na obra para pilares	m ³	16,20	23.725,58
4.6	Armação com aço CA-50 e CA-60 Pilares	kg	3.656,00	28.871,21
4.7	Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura	m ²	605,50	115.817,20
4.8	Cimbramento de madeira vigas	m ³	426,45	91.319,82
				-
5	ALVENARIA			49.812,54
5.1	Alvenaria de bloco cerâmico furado 14x19x39cm, esp parede= 14cm assentado com argamassa mista de cimento cal e areia na proporção 1:2:8	m ²	987,60	49.812,54
				-
	CUSTO TOTAL			504.057,81

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

Edificação Mista 4 pavimentos

OBRA : Concreto fck 25 Mpa, brita 1 e 2, controle "A" preparado na obra para vigas

Unid: m³

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	10,50	10,81	113,50
1.2	Pedreiro	h	1,65	18,03	29,75
	Subtotal 1				143,25
2.	Materiais				
2.1	Pedra britada tipo 1	m³	0,209	58,80	12,29
2.2	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	kg	349,000	0,43	150,07
2.3	Areia lavada tipo média	m³	0,867	58,33	50,57
2.4	Pedra britada tipo 2	m³	0,627	58,80	36,87
	Subtotal 2				249,80
3.	Ferramentas/equipamentos				
3.1	Betoneira, elétrica, potência 2 hp (1,5 KW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	0,306	3500,00	1.071,00
3.2	Vibrador de imersão, elétrico, potência 1 hp (0,75 KW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,65	0,76	0,49
	Subtotal 3				1.071,49
4	Outros				
	Subtotal 4				
	SUBTOTAL GERAL				1.464,54
	CUSTO UNITÁRIO				1.464,54

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

OBRA :		Edificação Mista 4 pavimentos				
Serviço: Armação com aço CA-50 e CA-60 Vigas						
Unid: kg						
ITEM	Mão-de-obra	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Ajudante de armador		h	0,16275	10,81	1,76
1.2	Armador		h	0,093	18,03	1,68
	Subtotal 1					-
2.	Materials					3,44
2.1	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,00 mm / massa linear: 0,617 kg/m)		kg	1,100	3,68	4,05
2.2	Espaçador de plástico circular para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)		unid	7,300	0,11	0,80
2.3	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)		kg	0,02	6,34	0,13
	Subtotal 2					-
3.	Ferramentas/equipamentos					4,98
3.1	Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço ca-25 até 32 mm e ca-50 até 25 mm - vida útil 20.000 h		h prod	0,06975	2,70	0,19
	Subtotal 3					-
4	Outros					0,19
	Subtotal 4					-
	SUBTOTAL GERAL					8,60
	CUSTO UNITÁRIO					8,60

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

OBRA :		Edificação Mista 4 pavimentos				
Serviço:		Armação com aço CA-50 e CA-60 Pilares				
Unid:		kg				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL	
1	Mão-de-obra					
1.1	Ajudante de armador	h	0,10850	10,81	1,17	
1.2	Armador	h	0,062	18,03	1,12	
	Subtotal 1				-	
2.	Materiais				2,29	
2.1	Espaçador de plástico circular para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	unid	4,70000	0,32	1,50	
2.2	Barra de aço CA-50 1/2" (bitola: 12,50 mm / massa linear: 0,963 kg/m)	kg	1,100	3,50	3,85	
2.3	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,02	6,34	0,13	
					-	
					-	
	Subtotal 2				5,48	
3.	Ferramentas/equipamentos					
3.1	Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço ca-25 até 32 mm e ca-50 até 25 mm - vida útil 20.000 h	h prod	0,04650	2,70	0,13	
					-	
					-	
	Subtotal 3				0,13	
4	Outros					
					-	
					-	
					-	
					-	
	Subtotal 4				-	
	SUBTOTAL GERAL				7,90	
	CUSTO UNITÁRIO				7,90	

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

Edificação Mista 4 pavimentos

OBRA :

Serviço: Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura

Unid: m²

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Carpinteiro	h	0,43000	18,03	7,75
1.2	Servente	h	1,300	10,81	14,05
1.3	Pedreiro	h	0,30	18,03	5,41
1.4	Armador	h	0,10	18,03	
	Subtotal 1				27,21
2.	Materiais				
2.1	Pedra britada tipo 1	m ³	0,01380	58,80	0,81
2.2	Laje pré-fabricada treliçada com taxa de armadura armação da treliça TR 16756 para piso ou cobertura (espessura 150 mm / sobrecarga 1,50 kN/m ² / vão livre: 3,00 m / altura eps: 100 mm)	m ²	1,000	63,08	63,08
2.3	Tábua de cedrinho (seção transversal: 1x12")	m	0,33	18,77	6,19
2.4	Areia lavada tipo média	m ³	0,0609	58,33	3,55
2.5	Barra de aço CA-50 1/4" (massa linear: 0,245 kg/m / bitola: 6,30 mm)	kg	1,240	3,85	4,77
2.6	Prego com cabeça 19 x 33 (comprimento: 75,9 mm / diâmetro da cabeça: 3,9 mm)	kg	0,020	6,97	0,14
2.7	Sarrafo (seção transversal: 1x4" / altura: 100 mm / espessura: 25 mm)	m	0,74	6,58	4,87
2.8	Pontalete de cedro 3a construção (seção transversal: 3x3")	m	1,01	16,75	16,92
2.9	Pedra britada tipo 2	m ³	0,0414	58,80	2,43
2.10	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 Mpa)	kg	18,00	0,43	7,74
	Subtotal 2				110,51
3.	Ferramentas/equipamentos				
3.1	Betoneira, elétrica, potência 2hp (1,5 KW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	0,01530	3500,00	53,55
					-
					-
					53,55
4	Outros				
					-
					-
					-
	Subtotal 4				191,28
	SUBTOTAL GERAL				
	CUSTO UNITÁRIO				191,28

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

OBRA :		Edificação Mista 4 pavimentos				
Serviço:		Alvenaria de bloco cerâmico furado 14x19x39cm. esp parede=14cm assentado com argamassa mista de cimento cal e areia na proporção 1:2:8				
Unid:		m²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL	
1	Mão-de-obra					
1.1	Servente	h	0,470	10,81	5,08	
1.2	Pedreiro	h	0,750	18,03	13,52	
	Subtotal 1				18,60	
2.	Materiais					
2.1	Bloco cerâmico de vedação (altura: 190 mm / comprimento: 390 mm / largura: 140 mm)	unid	17,000	1,44	24,48	
	Argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8	m³	0,0193	381,08	7,35	
					-	
					-	
	Subtotal 2				31,83	
3.	Ferramentas/equipamentos					
					-	
					-	
					-	
	Subtotal 3				-	
4	Outros					
					-	
					-	
					-	
	Subtotal 4				-	
	SUBTOTAL GERAL				50,44	
	CUSTO UNITÁRIO				50,44	

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Edificação Mista 4 pavimentos

LOCAL: Paraguaçu - MG

DATA: 24/03/2015

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNI	QUANTID	PR.	PR. TOTAL
4	SUPERESTRUTURA				429.467,44
4.1	Forma de chapa compensada 12mm Vigas	m ²	146,36	122,64	17.949,66
4.2	Concreto fck 25 Mpa, brita 1 e 2, controle "A", preparado na obra para vigas	m ³	53,87	1.464,54	78.894,88
4.3	Armação com aço CA-50 e CA-60 Vigas	kg	3.598,00	8,60	30.950,03
4.4	Forma de chapa compensada 12mm Pilares	m ²	259,74	208,45	54.141,61
4.5	Concreto fck 25 Mpa, brita 1 e 2, controle "A", preparado na obra para pilares	m ³	14,53	1.464,54	21.279,80
4.6	Armação com aço CA-50 e CA-60 Pilares	kg	3.865,00	7,90	30.521,67
4.7	Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura	m ²	605,50	191,28	115.817,20
4.8	Cimbramento de madeira vigas	m ³	373,18	214,14	79.912,60
5	ALVENARIA				71.149,75
5.1	Alvenaria de vedação com blocos de concreto celular autoclavado, sem função estrutural, 20 x 30 x 60 cm, espessura da parede 20 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento cal e areia traço 1:2:9	m ²	557,01	78,53	43.743,08
5.2	Alvenaria de vedação com blocos de concreto celular autoclavado, sem função estrutural, 15 x 30 x 60 cm, espessura da parede 15 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento cal e areia traço 1:2:9	m ²	430,59	63,65	27.406,68
CUSTO TOTAL					500.617,20

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

Edificação Mista 4 pavimentos

OBRA :

Serviço: Alvenaria de vedação com blocos de concreto celular autoclavado, sem função estrutural, 20 x 30 x 60 cm, espessura da parede 20 cm, juntas de 10 mm com
Unid: m²

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,320	18,03	5,77
1.2	Pedreiro	h	0,320	10,81	3,46
	Subtotal 1				9,23
2.	Materiais				
2.1	Argamassa mista 1:2:9	m ²	0,01175	0,43	0,01
2.2	Bloco de concreto celular autoclavada (altura: 300 mm / comprimento: 600 mm / largura: 200 mm)	m ²	1,020	67,94	69,30
					-
					-
	Subtotal 2				69,30
3.	Ferramentas/equipamentos				
					-
					-
					-
	Subtotal 3				-
4	Outros				
					-
					-
					-
					-
	Subtotal 4				-
	SUBTOTAL GERAL				78,53
	CUSTO UNITÁRIO				78,53

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

Edificação Mista 4 pavimentos

Serviço: Alvenaria de vedação com blocos de concreto celular autoclavado, sem função estrutural, 15 x 30 x 60 cm, espessura da parede 15 cm, juntas de 10 mm com Unid: m²

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,320	18,03	5,77
1.2	Pedreiro	h	0,320	10,81	3,46
	Subtotal 1				-
2.	 Materiais				9,23
2.1	Argamassa mista 1:2:9	m ²	0,0094	0,43	0,00
2.2	Bloco de concreto celular autoclavado (altura: 300 mm / comprimento: 600 mm / largura: 150 mm)	m ²	1,020	53,35	54,42
					-
					-
	Subtotal 2				54,42
3.	Ferramentas/equipamentos				
					-
					-
					-
	Subtotal 3				-
4	Outros				
					-
					-
					-
					-
	Subtotal 4				-
	SUBTOTAL GERAL				63,65
	CUSTO UNITÁRIO				63,65