

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JONVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

BIANCA GONÇALVES OLIVIER

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE UM EDIFÍCIO EXECUTADO EM
ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO**

Joinville

2016

BIANCA GONÇALVES OLIVIER

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE UM EDIFÍCIO EXECUTADO EM
ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia no curso de Engenharia de Infraestrutura da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Orientadora: Msc. Valéria Bennack

Joinville

2016

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE UM EDIFÍCIO EXECUTADO EM
ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO**

BIANCA GONÇALVES OLIVIER

Esta Dissertação foi julgada adequada para
obtenção do título de bacharel em Engenharia
de Infraestrutura na Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico de
Joinville.

Joinville (SC),

Banca Examinadora:

Mestre Eng. Valéria Bennack
Presidente/Orientador

Mestre Eng. Maria Rosane Vilpert Vitali
Membro

Dr. Eng. Pedro Paulo de Andrade Júnior
Membro

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado o dom da vida e me concedido a capacidade de aprender e reproduzir conhecimento.

Aos meus pais, Geraldo e Rozelir, por me fornecerem todo o alicerce para que eu pudesse concluir minha graduação, nunca perdendo a esperança em mim mesmo nos momentos que eu pensei em desistir.

Ao meu namorado e pai do meu futuro filho, Gian, que sempre esteve presente, me estimulou e acreditou no meu potencial, me trazendo conforto e boas risadas nos dias de medo e nervosismo.

À minha orientadora Valéria, por me auxiliar na realização deste trabalho, dividindo comigo seus conhecimentos e sempre propondo sugestões de melhorias.

Aos amigos que fiz na universidade, que fizeram com que esses anos fossem os melhores e mais divertidos da minha vida. Cada momento ficará guardado na memória com muito carinho.

Chega ao fim uma fase marcante, e inicia-se outra mais desafiadora ainda. Palavras não são suficientes para agradecer, então deixo aqui um singelo “Muito obrigada” a todas as pessoas que estiveram envolvidas nesses 6 anos de graduação.

RESUMO

Construtoras e investidores estão constantemente avaliando os diversos métodos construtivos de edificações, optando por aquele que proporcionar melhores resultados no que diz respeito à organização, racionalização e rapidez de execução. Ou seja, aquele que apresentar a melhor viabilidade técnica e econômica. Sendo assim, o estudo proposto tem como objetivo comparar dois métodos amplamente utilizados na construção de edificações: o método construtivo em concreto armado com alvenaria de vedação, e o método construtivo em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. Após esse estudo comparativo, este trabalho objetivou comprovar a economia que o método em alvenaria estrutural pode gerar para uma construção em relação à alvenaria convencional, analisando as características técnicas das estruturas. A comparação dos custos de execução entre os mesmos se dá pela consideração dos custos de mão de obra e materiais necessários para execução da superestrutura e alvenaria de uma determinada edificação. Para este estudo utilizou-se um projeto já existente de um edifício em alvenaria estrutural e com base neste projeto o mesmo edifício foi projetado em estruturas de concreto armado. Com isso, pode-se executar a etapa de levantamento de dados, verificação de custos, e posteriormente o comparativo. Como resultado do estudo, o edifício executado em alvenaria estrutural obteve uma economia de 28% em comparação ao executado em estruturas de concreto armado com alvenaria de vedação.

Palavras-chave: Concreto armado. Alvenaria estrutural. Comparação de custos.

ABSTRACT

Builders and investors are constantly evaluating the various constructive methods of buildings, opting for the one that provides better results in terms of organization, rationalization and speed of execution. That is, the one that presents the best technical and economic feasibility. Thus, the proposed study aims to compare two methods widely used in building construction: the constructive method in reinforced concrete and the constructive method in structural masonry with ceramic blocks. After this comparative study, this work aimed to prove the economics that the method in structural masonry can generate for a construction in relation to conventional masonry, analyzing the technical characteristics of the structures. The comparison of the economic viability between them is due to the consideration of the costs of labor and materials necessary to execute the superstructure and masonry of a given building. For this study was used an existing project of a building in structural masonry and based on this project the same building was designed in reinforced concrete structures. With this, you can perform the step of data survey, cost checking, and then comparative. As a result of the study, the building executed in structural masonry obtained a saving of 28% in comparison to that executed in structures of reinforced concrete with masonry of fence

Keywords: Reinforced Concrete. Structural masonry. Cost comparison.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Unidades de concreto.....	21
Figura 2 – Unidades cerâmicas.....	21
Figura 3 – Unidades Sílico-calcáreas.....	21
Figura 4 – Condições mínimas para dosagem do graute.....	23
Figura 5 – Modulação Horizontal dos Blocos.....	26
Figura 6 – Amarração das Paredes.....	26
Figura 7 – Comparação global dos custos (I).....	33
Figura 8 – Comparação global dos custos (II).....	34
Figura 9 – Planta baixa do pavimento tipo em Alvenaria Estrutural.....	35
Figura 10 – Planta baixa do pavimento tipo em concreto armado.....	36
Figura 11 – Visão frontal do pórtico do edifício em concreto armado.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resistência à compressão dos blocos.....	22
Tabela 2 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais.....	25
Tabela 3 – Classificação dos agregados quanto à dimensão.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros considerados para utilização da alvenaria estrutural.....	18
Quadro 2 – Classificação da alvenaria estrutural.....	19
Quadro 3 – Tipos de cimento Portland.....	29
Quadro 4 – Quantitativo de materiais fornecidos pelo projeto em alvenaria estrutural.....	35
Quadro 5 – Quantitativo de materiais gerados pelo Software Eberick V8.....	37
Quadro 6 – Custos de mão de obra para execução de superestrutura e alvenaria de vedação para o método construtivo em concreto armado.....	40
Quadro 7 – Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em concreto armado.....	40
Quadro 8 – Custos dos materiais para alvenaria de vedação.....	42
Quadro 9 – Custos de mão de obra para execução de superestrutura e alvenaria de vedação para o método construtivo em concreto armado.....	42
Quadro 10 – Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em concreto armado.....	43
Quadro 11 – Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em concreto armado.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação dos custos por ponto analisado.....	44
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. ORÇAMENTAÇÃO	17
2.2. ALVENARIA ESTRUTURAL.....	17
2.2.1. Classificação da Alvenaria estrutural	18
2.2.2. Componentes da Alvenaria Estrutural.....	20
2.2.2.1. Unidade.....	20
2.2.2.2. Argamassa	22
2.2.2.3. Graute..	23
2.2.2.4. Armaduras	24
2.2.3. Modulação	24
2.2.3.1. Amarração de Paredes ou Modulação Horizontal	25
2.3. CONCRETO ARMADO	27
2.3.1. Conceito Estrutural.....	27
2.3.2. Concreto simples	28
2.3.2.1. Cimento.....	28
2.3.2.2. Agregados	29
2.3.2.3. Água.....	30
2.3.3. Armadura	30
2.3.4. Principais Elementos Estruturais	30
2.3.4.1. Laje.....	31
2.3.4.2. Viga.....	31
2.3.4.3. Pilar.....	31
3. METODOLOGIA.....	32
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	32
3.2. ETAPAS DA PARTE PRÁTICA	34
3.2.1. Etapa de projeto.....	34
3.2.2. Etapa de levantamento de dados	38
3.2.3. Etapa de levantamento de custos.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1. SUPERESTRUTURA	39

4.1.1. Superestrutura do edifício em concreto armado e alvenaria de vedação	39
4.1.2. Superestrutura do edifício em alvenaria estrutural.....	42
5. CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS	51

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil já oscilou por diferentes fases econômicas, e os momentos de recessão no mercado fizeram com que as empresas estudassem formas de melhorar o futuro dos negócios (ARAÚJO; MUTTI, 2005).

Como prioridade dos estudos de melhoria, tem-se a busca pela redução de custos, onde, muitas construtoras procuram o melhor conjunto custo benefício para suas obras, visando menor tempo de execução e analisando o método construtivo mais apropriado para cada tipo de construção (FRANCO, 2009).

Dentre os métodos construtivos, os mais utilizados para execução de edifícios no Brasil são o método que utiliza a alvenaria estrutural, e o que utiliza estruturas de concreto armado juntamente com a alvenaria convencional (ARAÚJO; MUTTI, 2005).

De um modo geral, alvenaria pode ser conceituada como o conjunto de peças sobrepostas unidas em sua interface, por uma argamassa devidamente apropriada, formando um elemento vertical unido. Esse conjunto de peças serve para cobrir espaços, resistir a cargas provenientes da gravidade, oferecer segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, proporcionar a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes (TAUIL; NESE, 2010).

A alvenaria convencional é aquela utilizada na vedação de estruturas de concreto armado, onde as cargas das lajes descarregam nas vigas, das vigas nos pilares, e dos pilares na fundação (ALBURQUERQUE, 1999).

Já numa construção em alvenaria estrutural, não se utilizam pilares e vigas, pois as cargas são distribuídas uniformemente ao longo das fundações através das próprias paredes, que são chamadas de portantes e compõem a estrutura da edificação (TAUIL; NESE, 2010).

Entre esses dois métodos, os edifícios de concreto armado são os mais comuns no Brasil, mas a alvenaria estrutural está conquistando seu espaço no mercado. Isso se dá pela promessa de redução de até 40% no tempo de execução

da obra e de 30% no custo total em comparação à estrutura convencional (FRANCISCO, 2002).

Para verificar tal economia, este trabalho elaborou uma análise comparativa de custos de um edifício de quatro pavimentos, primeiramente dimensionado para ser construído em alvenaria estrutural e numa segunda hipótese em estruturas de concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação. A análise do edifício em concreto armado foi possível com o auxílio do software Eberick V8, que possibilitou a obtenção do quantitativo dos materiais necessários para a execução da obra.

Logo após, os custos foram levantados e foi realizada uma análise quantitativa do valor dos elementos que compõem a superestrutura e alvenaria dos edifícios, e em seguida realizou-se a comparação do custo total entre os métodos construtivos em estudo, sem considerar a inclusão de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

Objetivo Geral

Comparar os custos de execução entre um edifício de quatro pavimentos executado em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e executado em estruturas de concreto armado com fechamento de alvenaria de vedação.

Objetivos Específicos

- Redimensionar o projeto de alvenaria estrutural em estruturas de concreto armado;
- Levantar o quantitativo dos elementos que irão compor a edificação;
- Analisar os custos de execução dos dois métodos construtivos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização de uma edificação é indispensável o estudo e planejamento do método construtivo que será utilizado na determinada obra. Este planejamento é essencial para um bom desempenho na execução, racionalização de material e economia nos custos da obra em geral, sendo estes os resultados que as construtoras e incorporadoras procuram. De acordo com Giusti, Presidente da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2009), “Mesmo para o incorporador ou investidor, que se atém a outras matérias, saber o alcance de técnicas construtivas ajuda a refletir sobre os projetos que lhes são propostos”.

Nota-se uma busca contínua por parte das construtoras de edifícios, por novos sistemas que permitam reduzir o custo e o tempo de execução do empreendimento, o que implicará numa melhor posição para concorrência no mercado de imóveis (ARAÚJO, 1995).

Assim, o termo racionalização é amplamente utilizado em todas as áreas de atuação, pois seu significado expressa o que a maioria dos empreendimentos busca. De um modo geral, racionalizar é a otimização de alguma coisa, também comumente dito como a eliminação de desperdícios. Mais especificamente, define-se como racionalização o processo composto pelo conjunto de ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases (SABBATINI, 1989).

A partir desta definição pode-se levantar dados comparativos e verificar a viabilidade econômica entre os métodos construtivos mais utilizados no Brasil para edificações, que são o processo construtivo em alvenaria estrutural e o processo construtivo em concreto armado com fechamento em alvenaria convencional.

2.1. ORÇAMENTAÇÃO

A técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica. Como o orçamento é preparado antes da construção do produto, um estudo aprofundado deve ser feito para que não existam nem lacunas na composição do custo, nem considerações impróprias (MATTOS, 2006).

Investir em um bom orçamento torna a obra mais rentável, os desvios menores e os imprevistos menos frequentes. Quando se realiza um orçamento de obras completo, já se possui com antecedência condições de fazer os pedidos dos materiais necessários para a execução das atividades, de acordo com as estimativas contidas nele. Isso implica que compras emergenciais devem acontecer somente em casos excepcionais, reduzindo a prática de preços elevados nas aquisições (THOMÉ, 2015).

2.2. ALVENARIA ESTRUTURAL

Desde as primeiras estruturas feitas pelo homem, a alvenaria é amplamente utilizada nos processos construtivos. Assim, utilizando blocos de variados materiais como argila, pedra, cerâmica e outros, o homem construiu obras de grande importância histórica e que tiveram imensa influência no avanço tecnológico deste sistema construtivo (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De acordo com Moraes (2006), a alvenaria estrutural é um método construtivo que utiliza como suporte as próprias paredes que delimitam o espaço do edifício. São elas as responsáveis pela solidez da obra, suportando todas as ações ocorrentes, sem a necessidade de pilares ou vigas. Desta forma, a alvenaria estrutural é vista como um meio de racionalizar material e mão de obra.

O principal conceito relacionado aos esforços em uma edificação que utiliza a alvenaria estrutural é a transmissão de ações por meio de tensões de compressão. Assim, este conceito é de extrema importância quando a alvenaria é tratada como processo construtivo estrutural em edificações, pois os esforços de flexão são inevitáveis em alguns pontos. Porém, esses esforços não devem ser frequentes na estrutura em si e nem apresentar valores muito altos, pois se as trações ocorrerem

de forma generalizada ou seus valores forem muito elevados, a estrutura não será economicamente viável (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Desta forma, não se pode afirmar que um determinado sistema construtivo é o mais adequado para todos os tipos de edificações. Por isso, Ramalho e Corrêa (2003) elegeram os três principais parâmetros a serem analisados quando se propõe utilizar a alvenaria estrutural, conforme o Quadro 1.

Quadro 1- Parâmetros considerados para utilização da alvenaria estrutural

Parâmetro	Descrição
Altura da edificação	No Brasil a alvenaria estrutural é indicada para edifícios de no máximo 15 ou 16 pavimentos. Isto se deve aos blocos encontrados no mercado brasileiro, que possuem baixa resistência a compressão, e tornam obras muito altas pouco econômicas.
Arranjo arquitetônico	Dependendo do arranjo arquitetônico da edificação (geralmente os não usuais), o que vai importar é a densidade de paredes estruturais por m ² de pavimento.
Tipo de uso	Para edifícios comerciais ou residenciais de alto padrão, que demandam arquitetura diferenciada com vãos maiores, a alvenaria estrutural não é indicada por possuir restrições quanto às dimensões dos vãos.

Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

2.2.1. Classificação da Alvenaria estrutural

Camacho (2006) diz que a alvenaria estrutural pode ser classificada conforme três critérios: quanto ao processo construtivo, quanto ao tipo de unidades, ou quanto ao material utilizado.

O Quadro 2 mostra estas classificações e suas respectivas descrições.

Quadro 2- Classificações da alvenaria estrutural

Classificação		Descrição
Quanto ao processo construtivo	Alvenaria estrutural armada	É o processo construtivo em que há necessidade do aço como reforço estrutural junto ao graute, criando assim, uma estrutura monolítica resistente.
	Alvenaria estrutural não armada	É o processo construtivo isento da necessidade da armadura como suporte estrutural. Porém, não totalmente isento, pois o aço é utilizado com fins construtivos de maneira a prevenir problemas patológicos.
	Alvenaria estrutural parcialmente armada	É basicamente um processo construtivo misto, pois abrange de ambos os processos anteriormente citados.
	Alvenaria estrutural protendida	Tipo de alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria a esforços de compressão.
Quanto ao tipo de unidades	Alvenaria estrutural de tijolos	Unidade utilizada é o tijolo, e pode ser vazada ou maciça.
	Alvenaria estrutural de blocos	Unidade utilizada é o bloco, e pode ser vazada ou maciça.
Quanto ao material utilizado	Alvenaria estrutural cerâmica	Unidade constituída de material cerâmico
	Alvenaria estrutural de concreto	Unidade constituída de concreto

Fonte: Camacho (2006)

Para melhor entendimento sobre a diferença entre a alvenaria estrutural armada e não armada, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15961-1:2011 define a alvenaria estrutural não armada como aquela construída com blocos vazados, assentados com argamassa, e que contém armaduras apenas com finalidade construtiva ou de amarração, não sendo esta última considerada na absorção dos esforços calculados.

De acordo com Accetti (1998), toda empresa construtora tem consciência de que uma obra em alvenaria estrutural não armada pode ficar mais econômica que a mesma executada em concreto armado, principalmente pela execução mais simples.

Já a alvenaria estrutural armada, é aquela construída com o mesmo material, assentados com argamassa, porém as cavidades são preenchidas com graute e contém armaduras calculadas para suportar os esforços submetidos, além das armaduras com propósito construtivo (ABNT, 2011).

O grauteamento exige interrupção do trabalho de assentamento das paredes, sendo que o tempo necessário para grautear é equivalente ao tempo necessário para levantar a parede, além de prejudicar a passagem das instalações elétricas nos vazados dos blocos (ACCETTI, 1998).

2.2.2. Componentes da Alvenaria Estrutural

Os componentes de uma obra em alvenaria estrutural são basicamente: as unidades, a argamassa, o graute e a armadura. Quando dois ou mais desses componentes se juntam, formam-se os elementos da estrutura, que podem ser as paredes, pilares, cintas, entre outros (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p. 6).

A seguir, serão conceituados os principais componentes da alvenaria estrutural.

2.2.2.1. Unidade

Conceituam-se como unidades os materiais básicos em uma obra de alvenaria estrutural, e que são os principais componentes quando se trata de resistência à compressão da edificação, e a determinação do procedimento de modulação (CAMACHO, 2006).

Informam Ramalho e Corrêa (2003, p. 7, destaque nosso), que “em ordem decrescente, as unidades mais utilizadas no Brasil para edificações de alvenaria estrutural são: unidades de concreto (Figura 1), unidades cerâmicas (Figura 2) e unidades sílico-calcáreas (Figura 3)”.

Figura 1 – Unidades de concreto



Fonte: Comunidade da Construção (2014)

Figura 2 – Unidades cerâmicas



Fonte: Associação das Cerâmicas de Tatuí e Região (2013)

Figura 3 – Unidades Sílico-calcáreas



Fonte: UFRGS (2011)

Além da classificação das unidades devido ao seu material, os blocos podem ser vazados ou maciços. De acordo com a ABNT NBR 6136:2014, “bloco vazado é o componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta”, ou seja, para um bloco ser considerado maciço, na sua constituição não pode haver mais que 25% de área líquida.

Sendo vazadas ou maciças, as unidades exercem função de vedação e suporte da estrutura, portanto é importante citar a resistência dos blocos à compressão. Assim, a resistência característica dos blocos à compressão, de acordo com as NBRs 6136:2014 e 15270-2:2005 medida em relação à área bruta, deve obedecer aos seguintes limites (Tabela 1).

Tabela 1- Resistência à compressão dos blocos

Tipo de bloco	Resistência à compressão
Blocos cerâmicos	Fbk > ou = 3 MPa
Blocos de concreto em paredes externas sem revestimento	Fbk > ou = 6 MPa
Blocos de concreto em paredes internas ou externas com revestimento	Fbk > ou = 4,5 MPa

Fonte: Adaptado de ABNT (2014 e 2005)

Assim, de acordo com a tabela 1, Ramalho & Corrêa (2003, p. 7) citam que na prática, só podem ser utilizados blocos de concreto com resistência característica de no mínimo 4,5 MPa, e blocos cerâmicos com resistência mínima de 3 MPa.

2.2.2.2. Argamassa

A argamassa é o componente que une e fixa as unidades, garantindo o fornecimento uniforme de esforços. Ela é composta de cimento, agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura (ABNT, 1985).

A boa capacidade de retenção de água da argamassa serve para que não reduza suas características primárias em função da perda excessiva de água quando posta em contato com a unidade (CAMACHO, 2006).

Este material também deve conter boas características de resistência, plasticidade, trabalhabilidade e durabilidade para atingir o ápice de suas funções (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Camacho (2006, p. 11) também afirma que “a combinação ideal entre blocos e argamassas deve ser a que conduza, nos ensaios laboratoriais a uma ruptura do conjunto como um todo, ou seja, das juntas e dos blocos concomitantemente”.

2.2.2.3. Graute

O graute é o componente que preenche os vazios dos blocos e canaletas de concreto principalmente para fixar a armadura nestes elementos. Fazem parte da sua composição: cimento, agregados, água e cal ou outra adição destinada a conferir trabalhabilidade e retenção de água de hidratação à mistura (ABNT, 2011).

Sua principal finalidade é aumentar a área da seção transversal dos elementos, de forma a aumentar a resistência a esforços de compressão da estrutura, além de formar uma estrutura monolítica quando colocada junto à armadura quando necessário (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Apesar da recomendação de que a composição do graute seja verificada em ensaio de laboratório, a NBR 8798:1985, atual NBR 15961-1:2011 apresenta condições mínimas para dosagem, conforme Figura 4.

Figura 4 – Condições mínimas para dosagem do graute

Elemento	Traço	Materiais						Água
		Cimento	Cal Hidratada	Agregados				
				Miúdo D máx = 4,8mm		Graúdo D máx= 19mm		
				seco	umidade 5% inchamento 25%	seco	umidade 5% inchamento 10%	
Graute fino	massa (em proporção)	1,00	≤ 0,04	≤2,30	-	-	-	≤ 0,75
	em volume	1 saco	≤ 3,5 dm³	88 dm³	-	-	-	≤ 37 dm³
				-	≤ 110 dm³	-	-	≤ 32 dm³
por m³ de graute	≥ 450 kg ≤ 600 kg	≤ 24 kg	1000 dm³	-	-	-	≤ 450 dm³	
			-	≤ 1250 dm³	-	-	≤ 380 dm³	
Graute grosso	massa (em proporção)	1,00	≤ 0,04	≤ 2,20	-	≤ 1,70	-	≤ 0,70
	em volume	1 saco	≤ 3,5 dm³	≤ 88 dm³	-	≤ 66 dm³	-	≤ 35 dm³
				-	≤ 110 dm³	-	≤ 73 dm³	≤ 26 dm³
por m³ de graute	≥ 350 kg ≤ 500 kg	≤ 24 kg	≤ 900 dm³	-	≤ 600 dm³	-	≤ 350 dm³	
			-	≤ 1130 dm³	-	≤ 660 dm³	≤ 280 dm³	

Fonte: ABNT (1985)

2.2.2.4. Armaduras

São barras de aço igualmente utilizadas em estruturas de concreto armado, que envolvidas pelo graute para garantir o trabalho em conjunto, têm como finalidade estrutural suportar os esforços de flexão e resistir a flambagem nos pilares (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Quando há a necessidade de utilizar alvenaria armada, as barras de aço devem ser colocadas de modo que durante o lançamento do graute não haja deslocamentos que mudem a posição indicada no projeto, conservando sem alterações as distâncias das barras entre si e as faces internas dos blocos (ABNT, 2011).

2.2.3. Modulação

Tauil e Nese (2010, p. 24) afirmam que “coordenar modularmente é organizar ou arranjar peças e componentes, de forma a atenderem a uma medida de base padronizada”, o que facilita e agiliza a execução do projeto.

A modulação da alvenaria é um dos principais fatores que implicam na economia da edificação, pois nesta etapa são definidas as dimensões em planta e do pé direito, em função das dimensões dos blocos, de forma a minimizar cortes e ajustes no canteiro. O que possibilita a racionalização de material, tempo e mão de obra (CAMACHO, 2006).

Para atingir a racionalização desejada, a alvenaria estrutural exige um controle rigoroso dos blocos, por isso é muito importante a padronização das dimensões (UFRGS, 2011).

Neste estudo, foram utilizados blocos cerâmicos no projeto dos capítulos seguintes. Portanto, apresentam-se na Tabela 2 os valores das dimensões para blocos cerâmicos estipulados por norma.

Tabela 2 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais

Dimensões de fabricação (cm)			
Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
		Bloco principal	Meio bloco
11,5	11,5	24	11,5
11,5	19	24	11,5
11,5	19	29	14
11,5	19	39	19
14	19	29	14
14	19	39	19
19	19	29	14
19	19	39	19

Fonte: ABNT (2005)

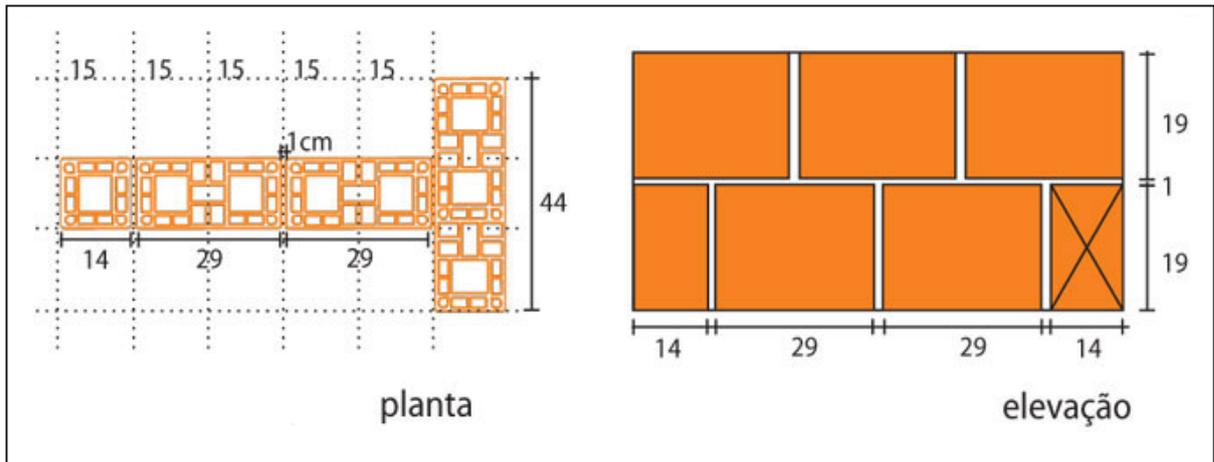
2.2.3.1. Amarração de Paredes ou Modulação Horizontal

Para facilitar a modulação das paredes, as dimensões devem ser sempre múltiplas da linha de modulação escolhida. As linhas mais utilizadas são as de 15cm ou 20cm, que são as dos blocos de 14cm e 19cm respectivamente (GRUPO ESTRUTURAL, 2009).

Na etapa de modulação de uma planta deve-se procurar, quando possível, amarrar o maior número de paredes, pois este tipo de amarração garante a transmissão dos esforços entre as mesmas. Com isso, a distribuição do carregamento mantém-se uniforme, aliviando paredes sobrecarregadas (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

De acordo com o Grupo Estrutural (2009), “utilizando a linha modulação 15cm (bloco + argamassa) pode-se formar, na maioria das amarrações, fiadas com blocos BE15, BE30 e BE45” Conforme Figura 5.

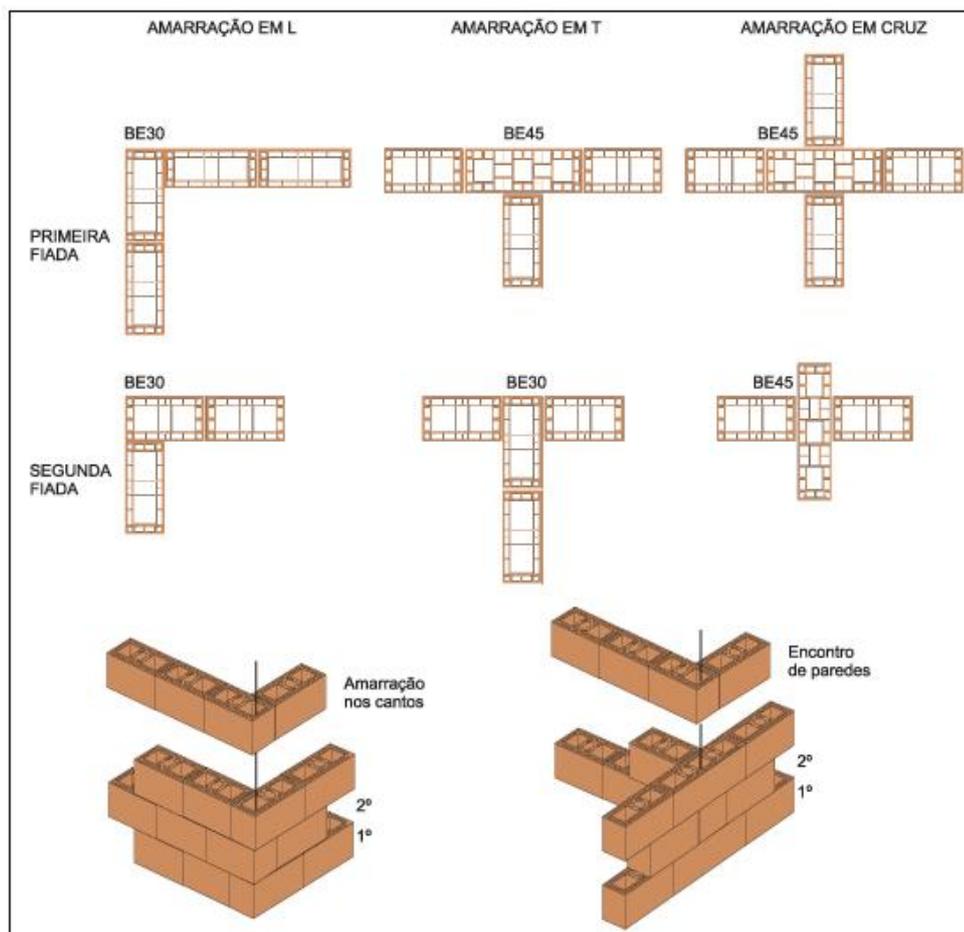
Figura 5 – Modulação Horizontal dos Blocos



Fonte: Pauluzzi Blocos Cerâmicos (2012)

Desta forma, com este tipo de modulação a amarração das fiadas se dará naturalmente conforme exemplificado na Figura 6.

Figura 6 – Amarração das Paredes



Fonte: Grupo Estrutural (2009)

Conforme Camacho (2006) um bom planejamento na etapa de modulação das paredes também contribui na diminuição de pontos de grauteamento.

2.3. CONCRETO ARMADO

O concreto armado é a mistura do concreto simples com uma armadura, que em conjunto resistem aos esforços solicitantes da estrutura, o que é garantido pela aderência entre os dois materiais (PINHEIRO; SANTOS; MUZARDO, 2004).

Esta mistura de concreto e armadura surgiu por volta de 1850, quando houve a necessidade de se unir as características de resistência à compressão e durabilidade da pedra com as características de resistência à tração do aço, que quando aliadas ao cimento, água e agregados formam uma estrutura monolítica capaz de suportar cargas elevadas e assumir qualquer forma facilmente (BASTOS, 2006).

Para um melhor entendimento do assunto, a seguir serão apresentados alguns conceitos relacionados ao método construtivo em concreto armado.

2.3.1. Conceito Estrutural

A ligação do concreto com a armadura forma um material composto com boa resistência à esforços de compressão e tração, já que o concreto ajuda a resistir a compressão, e a armadura a tração. Além disso, essa ligação possui alta durabilidade e é capaz de se adaptar a qualquer forma, possibilitando a diversidade nos arranjos arquitetônicos (BASTOS, 2006).

A ABNT NBR 6118:2014 define que os elementos de concreto armado são “aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”.

Nas próximas seções serão detalhados os componentes do concreto armado.

2.3.2. Concreto simples

O concreto simples é constituído da mistura do cimento, água, agregado miúdo e agregado graúdo, podendo conter adições e aditivos químicos que melhoram ou modificam suas propriedades básicas de acordo com a finalidade do concreto (BASTOS, 2006).

Conforme a ABNT NBR 6118:2014, o concreto simples é o conjunto de “elementos estruturais elaborados com concreto que não possui qualquer tipo de armadura ou que a possui em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado”.

Contudo, se faz necessário o detalhamento dos elementos constituintes do concreto simples a seguir.

2.3.2.1. Cimento

O cimento Portland é um pó fino com propriedades aglutinantes que endurece ao entrar em contato com a água, e que após o seu endurecimento, não se dissolve mais. Este pó misturado com água, agregados, adições e aditivos, fornece para as construções do dia a dia os concretos e argamassas. O cimento Portland é a denominação convencionalmente mundialmente para o material usualmente conhecido na construção civil como cimento (ABCP, 2002).

O principal componente do cimento Portland é o clínquer, pois tem propriedade básica de ligamento hidráulico, ou seja, endurece sob a ação da água. Sua composição é basicamente de calcário e argila (BASTOS, 2006).

A rocha calcária é extraída das jazidas, britada e moída, para depois ser misturada com a argila. Essa mistura passa por um forno giratório onde a temperatura pode chegar a 1450°C, e é então após esse processo, que a junção de calcário com argila transforma-se no clínquer. Este material também pode conter traços de silício, ferro e alumínio (ABCP, 2002).

De acordo com a ABCP (2009), no Brasil existem diversos tipos de cimento portland que se diferem de acordo com a sua composição. No Quadro 3 é apresentado um resumo dos tipos de concreto utilizados no país, bem como a norma ABNT que rege cada um deles.

Quadro 3- Tipos de cimento Portland

Tipo de Cimento Portland	Sigla	Norma ABNT
Comum	CP I	NBR 5732
	CP I – S	
Composto	CP II – Z	NBR 11578
	CP II – E	
	CP II – F	
Alto Forno	CP III	NBR 5735
Pozolânico	CP IV	NBR 5736
Alta Resistência Inicial	CP V – ARI	NBR 5733
Resistente a Sulfatos	Sigla e classe originais, acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS.	NBR 5737
Baixo Calor de Hidratação	Sigla e classe originais, acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC.	NBR 13116
Branco	CPB	NBR 12989
Para poços petrolíferos	CPP	NBR 9831

Fonte: ABCP (2002)

As siglas do cimento Portland podem ser acrescidas das classes que são indicadas pelos números 25, 32 e 40. Estes valores representam a resistência à compressão do cimento após 28 dias de cura (ABCP, 2002).

Desta forma, com toda essa variedade de cimento, consegue-se atender as mais diversas necessidades nas obras e construções.

2.3.2.2. Agregados

De acordo com Mehta e Monteiro (1994, p. 21) “O agregado é o principal responsável pela massa unitária, pelo módulo de elasticidade e pela estabilidade dimensional do concreto”.

Conforme Bastos (2006), o agregado pode ser definido também como um material granuloso que entra basicamente na composição das argamassas e concretos. É um componente muito importante do concreto, pois constitui aproximadamente 70% da sua composição, além de ser o material com menor custo entre os demais. Eles são classificados quanto a sua origem em naturais e artificiais, e também quanto as suas dimensões (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação dos agregados quanto à dimensão

Tipo	Dimensão
Brita 0	4,8 a 9,5 mm
Brita 1	9,5 a 19 mm
Brita 2	19 a 38 mm
Brita 3	38 a 76 mm
Pedra-de-mão	Maior que 76 mm

Fonte: Bastos (2006)

2.3.2.3. Água

De acordo com Bastos (2006, p. 6), a água é “necessária no concreto para possibilitar as reações químicas do cimento, chamadas reações de hidratação, que irão garantir as propriedades de resistência e durabilidade do concreto.”

2.3.3. Armadura

De acordo com a norma ABNT NBR 7480:2007, são consideradas como barras os produtos de aço que são obtidos por laminação a quente e que possuem diâmetro de 5 mm ou superior. Já os produtos com diâmetro de 10 mm ou inferior e que são obtidos por trefilação, são considerados como fios. Sendo que as barras podem se encontrar nas categorias de aço CA-25 e CA-50, e os fios na categoria CA-60.

É de suma importância que as barras e fios de aço apresentem homogeneidade geométrica, assim como devem ser vistoriados para que não haja defeitos que prejudiquem a estrutura de concreto armado. (ABNT, 2007)

2.3.4. Principais Elementos Estruturais

Conforme Carvalho e Filho (2007, p. 21), os elementos constituintes em uma estrutura de concreto armado são “peças que compõem uma estrutura geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares, etc.). O modo como são arrançados pode ser chamado de sistema estrutural”.

Levando-se em consideração uma construção de concreto armado, é imprescindível que sejam compreendidos os três principais elementos que compõem tal estrutura, seja ela de pequeno ou de grande porte. Estes elementos são: as lajes, as vigas e os pilares (BASTOS, 2006).

2.3.4.1. Laje

As lajes são elementos planos dimensionados a partir das ações dos esforços aplicados diretamente, dependendo da função arquitetônica que o espaço físico da laje terá, ou seja, a laje tem a finalidade de receber a maior parte das cargas e transmiti-las para as vigas e pilares (BASTOS, 2006).

2.3.4.2. Viga

As vigas são denominadas como barras, geralmente retas e horizontais, tendo como finalidade garantir vãos e receber as ações dos esforços de variados fins transmitindo-os para os apoios (BASTOS, 2006).

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, vigas “são elementos lineares em que a flexão é preponderante”.

2.3.4.3. Pilar

A ABNT NBR 6118:2014 descreve os pilares como “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”.

Desta forma, os pilares têm como função principal receber os esforços provenientes das vigas e lajes, transmitindo-os para as fundações (BASTOS, 2006).

3. METODOLOGIA

Este capítulo tem a finalidade de caracterizar a pesquisa e apresentar as etapas da parte prática do projeto, que foram executadas com o propósito de atingir o objetivo do estudo.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A partir dos conceitos abordados, foi utilizado o método comparativo entre a alvenaria estrutural e o concreto armado juntamente com alvenaria convencional, com a finalidade de verificar a economia que um método pode gerar em relação ao outro, sendo os dois analisados com base na mesma edificação.

O método comparativo é comumente abordado para estudos extensos, como também para estudos qualitativos e quantitativos, e admite explorar os dados de forma material, considerado uma experimentação indireta (MARCONI; LAKATOS, 2005, p. 107).

Assim sendo, a pesquisa científica tem objetivo descritivo e exploratório, pois foram comparados os dados obtidos durante o estudo com o intuito de acrescentar o conhecimento sobre o tema proposto. Segundo Gil (1989 *apud* GURGACZ; NASCIMENTO, 2007, p. 30), o objetivo da pesquisa descritiva pode ser “quando se deseja registrar dados acerca de um fenômeno, o que na maioria das vezes ocorre quando se deseja comparar os dados obtidos”.

No estudo proposto, o comparativo estará restrito à consideração da superestrutura da edificação, contemplando somente mão de obra e materiais, sem incluir BDI.

As diferenças entre os dois métodos construtivos no que relaciona mão de obra e materiais, pode ser resumido:

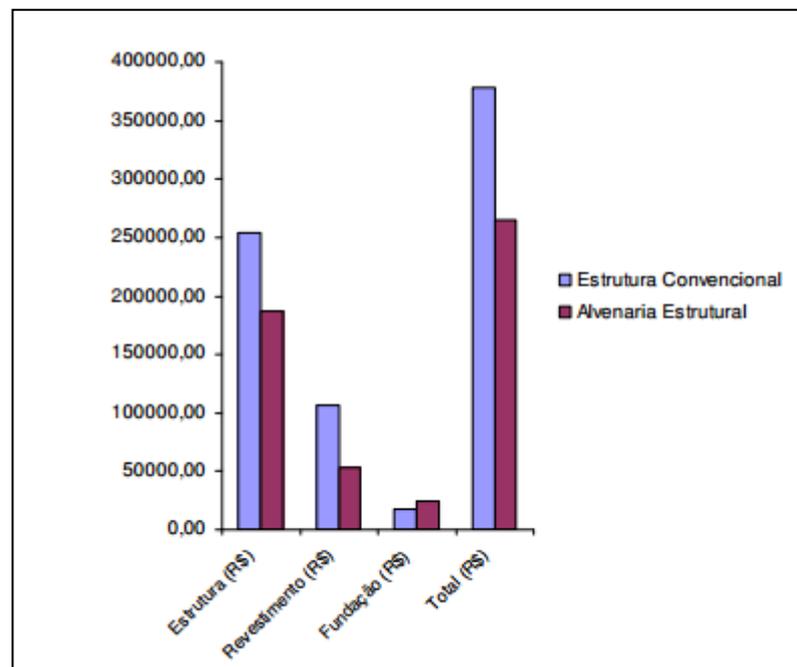
- Mão-de-obra: O processo construtivo em alvenaria estrutural proporciona a utilização de um número menor de profissionais como carpinteiros e armadores, pelo fato de haver uma diminuição considerável nos processos de execução de formas e armaduras, como também na concretagem destes elementos (FRIGO, 2014).

- **Materiais:** A necessidade do maior número de profissionais como carpinteiros e armadores no processo convencional de estruturas de concreto armado se dá pelo fato da necessidade de utilizar maior quantidade de materiais como concreto, forma, e armadura. Já na alvenaria estrutural como o próprio bloco exerce função estrutural, a utilização destes materiais é muito menor (FRIGO, 2014).

O motivo pelo qual a fundação não entrou no estudo é por ela apresentar uma diferença de custo que não vai interferir na diferença do valor final entre os dois métodos.

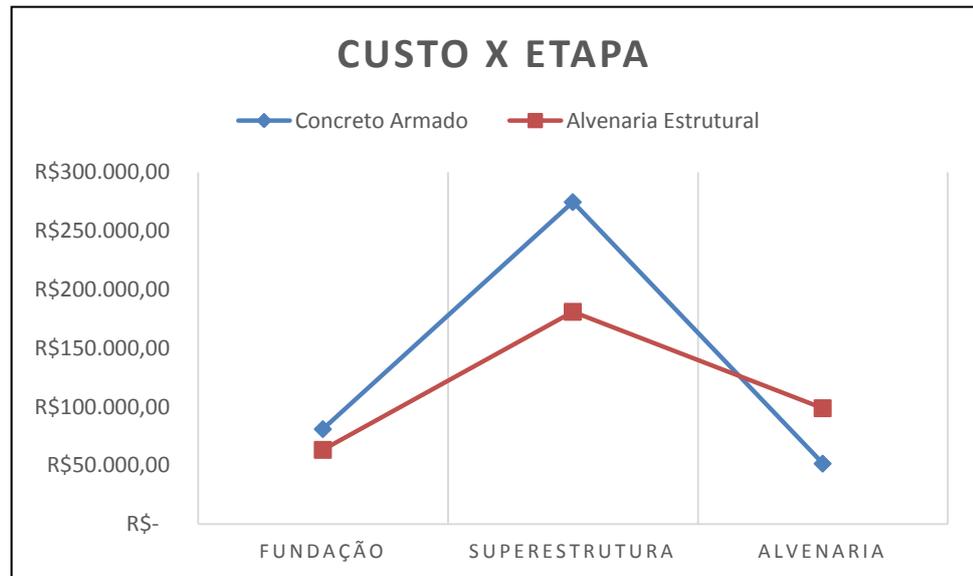
Para demonstrar tal fato, apresentam-se as Figuras 8 e 9 referentes a estudos comparativos já realizados entre a alvenaria estrutural e estruturas de concreto armado com alvenaria de vedação (estrutura convencional).

Figura 7 - Comparação global dos custos entre os métodos (I)



Fonte: Nunes e Junges (2008, p. 9)

Figura 8 - Comparação global dos custos entre os métodos (II)



Fonte: Frigo (2014 p. 78)

Quanto ao tipo de pesquisa científica referente à abordagem dos dados, esta pode ser quantitativa ou qualitativa. Considerando que as opiniões e informações que serão levantadas podem ser traduzidas em números para posterior classificação e análise, pode-se afirmar que a pesquisa é quantitativa.

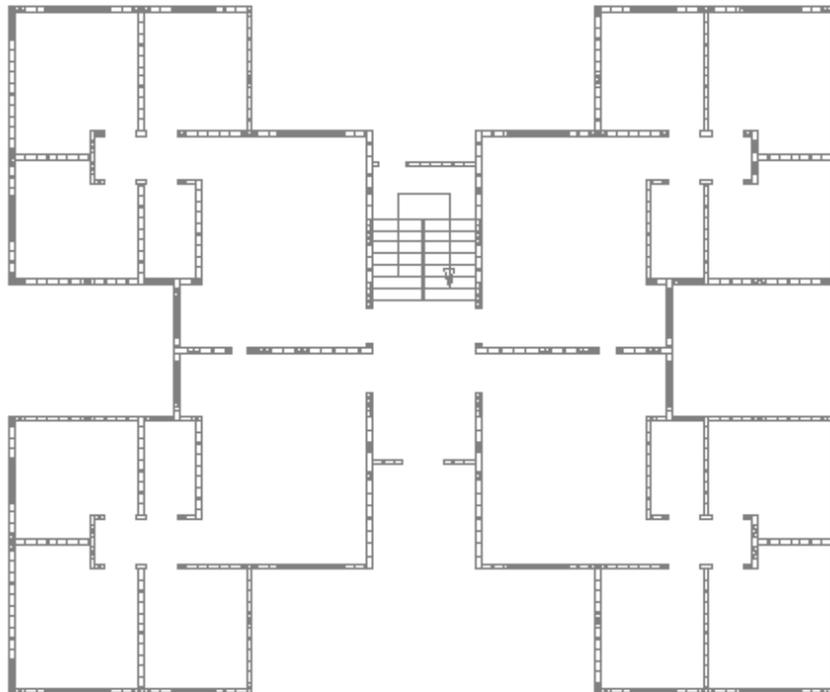
3.2. ETAPAS DA PARTE PRÁTICA

O estudo prático foi dividido em três partes: projeto estrutural em concreto armado, levantamento de dados e levantamento de custos. Essas etapas serão contextualizadas a seguir.

3.2.1. Etapa de projeto

A pesquisa teve como base um projeto executado em alvenaria estrutural, fornecido pela empresa Brandes Engenharia, que contempla as plantas baixas do pavimento tipo (Figura 10) e do piso da caixa d'água, como também as quantidades dos materiais necessários para a execução da superestrutura (Tabela 4).

Figura 9/- Planta baixa do pavimento tipo em Alvenaria Estrutural



Fonte: Brandes Engenharia (2007)

Quadro 4 - Quantitativo de materiais fornecidos pelo projeto em alvenaria estrutural

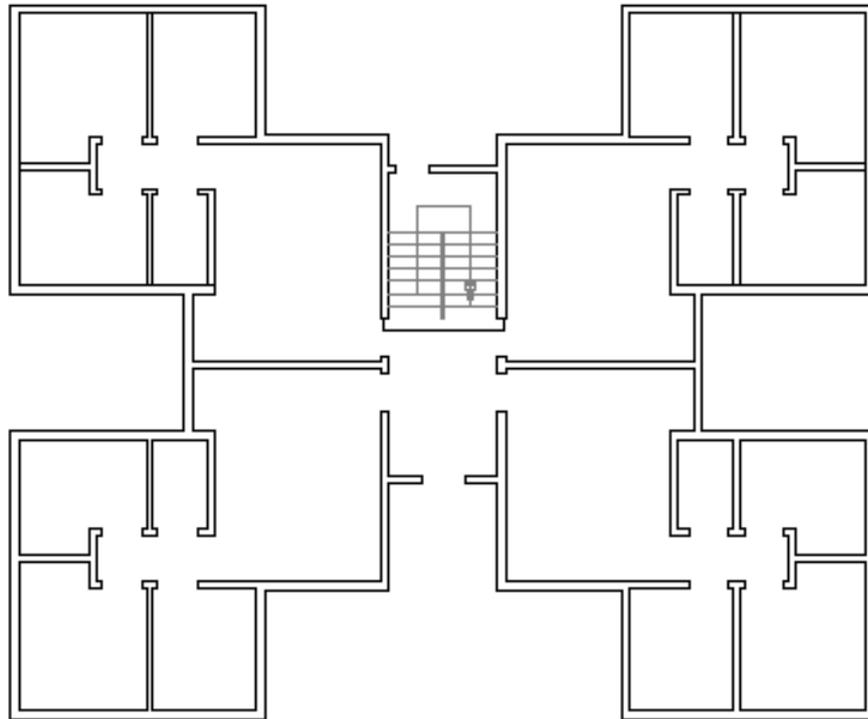
		Piso pavimento tipo	Laje de forro	Laje da caixa d'água
Peso total + 10% (kg)	CA50	125,71	151,62	94,21
	CA60	719,50	739,97	63,87
	Total	845,21	891,59	158,08
Volume (m ³)	C-25	22,83	23,64	2,07
Área de forma (m ²)		208,38	216,16	22,00

Fonte: Brandes Engenharia (2007)

A superestrutura compreende 4 pavimentos tipo, piso da caixa d'água e cobertura, totalizando 878m².

A partir desse projeto, foram realizadas novas plantas baixas no software AutoCad 2012, com pequenas modificações, como espessura das paredes e vão das portas, para se adequar as normas de um edifício executado em estruturas de concreto armado, porém preservando a projeção da construção original. Este novo desenho está apresentado na Figura 11.

Figura 10- Planta baixa do pavimento tipo em concreto armado



Fonte: A autora (2016)

Logo após, foi necessário obter o quantitativo dos materiais para a execução da estrutura em concreto armado, e para isso, o dimensionamento estrutural da edificação foi realizado com o auxílio do software Eberick V8.

Este software é utilizado para projeto estrutural em concreto armado, e possibilita o lançamento, análise da estrutura, dimensionamento e detalhamento dos elementos, obedecendo a NBR 6118:2007. O Eberick V8 possui um eficiente sistema gráfico de entrada de dados, que torna o lançamento dos dados algo simples, retornando dados confiáveis e permitindo diversas análises com alta precisão (AltoQi, 2012).

Primeiramente, para o lançamento da estrutura no software, foram alocados os pilares e vigas no projeto arquitetônico mostrado anteriormente, para então lançá-los no programa.

Após os pilares, vigas, lajes e escadas serem lançados corretamente, o programa gerou o quantitativo de materiais que estão apresentados na tabela 5 a seguir.

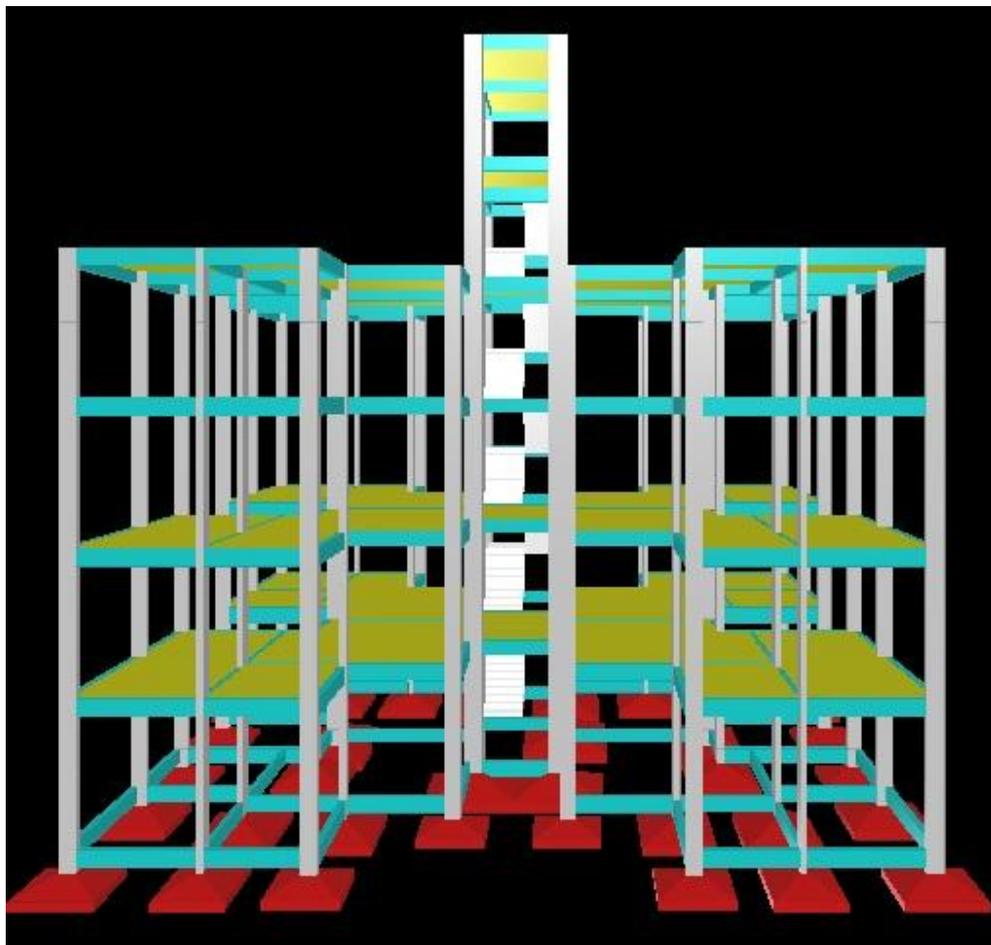
Quadro 5 - Quantitativo de materiais gerados pelo Software Eberick V8

		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	3.438,30	6.186,20	6.321,50	203,70	3.710,20	19.859,80
	CA60	801,00	974,50	1.608,50	75,80	-	3.459,80
	Total	4.239,30	7.160,70	7.930,00	279,50	3.710,20	23.319,60
Volume (m ³)	C-25	67,20	52,40	83,10	7,30	54,00	264,00
Área de forma (m ²)		987,40	822,30	830,80	86,00	65,90	2.792,40
Consumo de aço (kgf/m ³)		63,10	136,70	95,40	38,30	68,70	88,30

Fonte: A autora (2016)

Além do quantitativo de materiais, o programa Eberick V8 também gerou o pórtico do edifício em estruturas de concreto armado, possibilitando a visão em todos os ângulos da obra. A visão frontal do pórtico em concreto armado está apresentada na figura 12.

Figura 11 – Visão frontal do pórtico do edifício em estruturas de concreto armado



Fonte: A autora (2016)

3.2.2. Etapa de levantamento de dados

Para iniciar a execução desta etapa, a partir dos projetos elaborados em alvenaria estrutural e em concreto armado, houve a necessidade de utilizar a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO, que fornece a mão de obra e materiais necessários para execução de determinado serviço e seus respectivos consumos unitários.

Conhecendo-se todos os elementos que farão parte das duas estruturas, ao consultar a TCPO já é possível levantar todos os insumos e seus respectivos índices de consumo, antes mesmo de realizar os projetos.

As Tabelas da TCPO utilizadas para o projeto em concreto armado estão nos Anexos A, B, C, D, E, F, G, H e K. E para o projeto em alvenaria estrutural as tabelas utilizadas estão nos Anexos G, I, J, K e L.

3.2.3. Etapa de levantamento de custos

Para o levantamento dos custos da obra fez-se necessário pesquisar o custo unitário de cada insumo, para depois obter o valor total de cada um desses, ou seja, o valor total para a execução de cada serviço.

Para isso, o custo unitário de cada insumo, definidos anteriormente, foi pesquisado por meio do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), com preços estipulados para a cidade de Florianópolis.

Alguns insumos não foram encontrados por meio do SINAPI, portanto foi necessário pesquisar também em determinadas empresas de materiais de construção civil de Santa Catarina.

Desta forma, multiplicando o quantitativo dos materiais necessários, os índices de consumo da TCPO, e os custos unitários, obteve-se o valor total de cada insumo, e o valor absoluto para execução de cada serviço. Estes valores estão apresentados em tabelas posteriormente para facilitar a visualização.

Finalizadas as três etapas necessárias para atingir o objetivo do estudo proposto, os resultados estão apresentados no próximo capítulo para enfim acontecer a comparação entre a economia que um método gerou em relação ao outro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos a partir dos levantamentos realizados dos projetos do edifício de 4 pavimentos em estudo, e suas respectivas análises orçamentárias.

Estas análises permitirão visualizar a economia que um método construtivo apresenta em relação ao outro.

Desta forma, cada elemento da edificação foi orçado individualmente, com o auxílio das tabelas TCPO e dos preços consultados no SINAPI para a cidade de Florianópolis. Os insumos que não possuíam valores no SINAPI foram pesquisados em sites de materiais de construção.

4.1. SUPERESTRUTURA

Como já citado nos capítulos anteriores, foi levado em consideração apenas o orçamento da superestrutura dos edifícios, não incluindo o cálculo das fundações.

A superestrutura compreende 4 pavimentos tipo, piso da caixa d'água e cobertura, totalizando 878m².

4.1.1. Superestrutura do edifício em concreto armado e alvenaria de vedação

Os insumos apresentados nos Quadros a seguir foram extraídos da tabela de composições de preços para orçamentos - TCPO, partindo da necessidade de obter o custo para a execução das formas, armaduras, e concretagem.

Os valor total da obra está dividido em 3 etapas: mão de obra, materiais para superestrutura e materiais para alvenaria.

Nos quadros 6, 7 e 8, encontram-se os valores dos insumos calculados para o edifício construído em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação.

Quadro 6 - Custos de mão de obra para execução de superestrutura e alvenaria de vedação para o método construtivo em concreto armado

MÃO DE OBRA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Carpinteiro	h	2.390,5	17,94	42.885,57
Ajudante de Carpinteiro	h	773,31	13,48	10.424,22
Armador	h	1.527,626	17,94	27.405,61
Ajudante de Armador	h	1.527,626	13,48	20.592,40
Pedreiro	h	2.107,67	17,94	37.811,60
Servente	h	2.706,17	12,38	33.502,38
			TOTAL R\$	172.621,78

Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

Quadro 7 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em concreto armado

MATERIAIS PARA SUPERESTRUTURA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Chapa compensada plastificada e = 12 mm	m ³	687,33	27,48	18.887,83
Pontaletes 3" x 3" (altura: 75,00 mm)	m	1.603,172	2,61	4.184,28
Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm)	m	1.546,05	4,66	7.204,59
Tábua 1" x 6" (espessura: 25 mm)	m	394,96	5,83	2.302,62
Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm)	m	253,84	5,83	1.479,89
Prego 15 x 15 com cabeça	kg	45,84	9,11	417,60
Prego 17x21 com cabeça	kg	75,83	8,13	616,50
Prego 17 x 27 com cabeça dupla	kg	280,4	8,29	2.324,52
Desmoldante de formas para concreto	l	54,54	5,55	302,70

Continuação (...)

Quadro 7 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em concreto armado

MATERIAIS PARA SUPERESTRUTURA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Arame galvanizado (bitola: 12 BWG)	kg	148,01	11,63	1.721,36
Escora metálica (altura - intervalo: 2,00 m a 3,20 m)	uni.	746	3,13	2.334,98
Barra de aço CA60 - bitola 5,0 mm	kg	3.805,78	3,58	13.624,69
Barra de aço CA50 - bitola 6,3 mm	kg	1.677,28	3,45	5.786,62
Barra de aço CA50 - bitola 8,0 mm	kg	2.671,79	3,22	8.603,16
Barra de aço CA50 - bitola 10,0 mm	kg	4.831,86	3,21	15.510,27
Barra de aço CA50 - bitola 12,5 mm	kg	4.111,36	3,21	13.197,47
Barra de aço CA50 - bitola 16,00 mm	kg	2.632,19	3,14	8.265,08
Barra de aço CA50 - bitola 20,00 mm	kg	1.840,19	3,05	5.612,58
Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm/bitola: 18 BWG)	kg	432,848	8,72	3.774,43
Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	uni.	246.182,376	0,07	17.232,77
Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 (resistência: 25 Mpa)	m ³	220,5	296,16	65.303,28
Vibrador de imersão	h prod.	42	0,86	36,12
			TOTAL (R\$)	198.723,32

Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

Quadro 8 - Custos dos materiais para alvenaria de vedação

MATERIAIS PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Argmassa pré fabricada	kg	34.518,93	0,78	26924,77
Bloco cerâmico 9x19x19	uni.	42.262,00	0,4	16904,80
			TOTAL (R\$)	43.829,57

Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

Somando-se os custos de mão de obra, materiais para superestrutura e materiais para alvenaria de vedação, o custo total do edifício executado em concreto armado é de R\$ 415.174,67.

4.1.2. Superestrutura do edifício em alvenaria estrutural

Para o edifício em alvenaria estrutural, foram consideradas as tabelas de composição de custos para laje pré-fabricada, alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, grauteamento, armaduras, e lançamento do concreto.

Assim, os valores calculados para o edifício em alvenaria estrutural estão nos quadros 9, 10 e 11.

Quadro 9 - Custos de mão de obra para execução de superestrutura e alvenaria de vedação para o método construtivo em alvenaria estrutural

MÃO DE OBRA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Carpinteiro	h	640,94	17,94	11.498,46
Armador	h	636,5177	17,94	11.419,13
Ajudante de Armador	h	504,8177	13,48	6.804,94
Pedreiro	h	2.088,4164	17,94	37.466,19
Servente	h	4.067,561	12,38	50.356,41
			TOTAL R\$	117.545,13

Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

Quadro 10 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em alvenaria estrutural

MATERIAIS PARA SUPERESTRUTURA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Areia lavada tipo média	m ³	42,93	77	3.305,93
Pedra britada 1	m ³	9,75	57,5	560,38
Pedra britada 2	m ³	29,15	57,5	1.676,10
Cimento Portland CP II-E-32 (Resistência 32 Mpa)	kg	13.170	0,54	7.111,80
Laje pré fabricada convencional para piso ou cobertura (espessura: 80mm/vão livre: 3,50m/peso próprio:205kgf/m ² / sobrecarga:150 kgf/m ²)	m ²	878,00	26,94	23.653,32
Prego 18x27 com cabeça	kg	26,34	8	210,72
Pontaletes 3ª construção (seção transversal 3"x3"/ madeira: cedro)	m	1.501,38	2,61	3.918,60
Sarrafo 1"x4"(altura:100mm/espessura:25mm)	m	851,66	8,12	6.915,48
Tábua 1"x12" (espessura: 25mm / largura: 300mm)	m	491,68	5,83	2.866,49
Betoneira elétrica, potência 2HP (1,5kW), capacidade 400l - vida útil 10 000h	h prod.	10,80	1,44	15,55
Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2 - 25MPa	kg	99,70	296,16	29.528,28
Vibrador de imersão elétrico, potência 1HP (0,75kW) vida útil 20000h	h prod.	18,99	0,86	16,33
Espaçador circular de plástico	uni.	65,19	0,07	4,56
Barra de aço CA50 6,3mm	kg	530,11	3,73	1.977,32

Continuação (...)

Quadro 10 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em alvenaria estrutural

MATERIAIS PARA SUPERESTRUTURA				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Barra de aço CA50 8mm	kg	62,91	3,38	212,63
Barra de aço CA50 10mm	kg	29,93	3,28	98,17
Barra de aço CA60 5mm	kg	2.962,33	3,73	11.049,50
Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm/bitola: 18 BWG)	kg	53,86	8,72	469,66
			TOTAL R\$	93.590,85

Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

Quadro 11 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em alvenaria estrutural

MATERIAIS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Areia lavada tipo média	m ³	25,97	77	1.999,69
Pedra britada 2	m ³	5,42	57,5	311,65
Cimento Portland CP II E 32	kg	9.999,42	0,54	5.399,69
Barra de aço CA 50 10mm	kg	271	3,28	888,88
Canaleta de concreto de vedação	uni	1355	1,6	2.168,00
Argamassa pré fabricada	kg	36.984,57	0,78	2.8847,96
Pedrisco	m ³	13,71	73,42	1.006,58
Cal hidratada CH III	kg	450	0,48	216
Bloco grade 11,5x19x5,5	uni	171	1,51	258,21
Bloco grade 11,5x19x12	uni	185	1,65	305,25
Bloco grade 11,5x19x18,5	uni	4.250	1,71	7.267,5
Bloco 2 furos 11,5x19x25	uni	13.110	2,08	27.268,8

Continuação (...)

Quadro 11 - Custos de materiais para execução da superestrutura no método construtivo em alvenaria estrutural

MATERIAIS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL				
Insumo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Bloco 3 furos 11,5x19x38	uni	2.053	2,05	4.208,65
Bloco grade 14x19x21	uni	625	2,45	1.531,25
Bloco grade 14x19x29	uni	1.052	1,38	1.451,76
Bloco 2 furos 14x19x29	uni	587	2,22	1.303,14
Bloco 1 furo 14x19x29	uni	805	2,33	1.875,65
Bloco 3 furos 14x19x44	uni	233	3,72	866,76
			TOTAL (R\$)	87.175,43

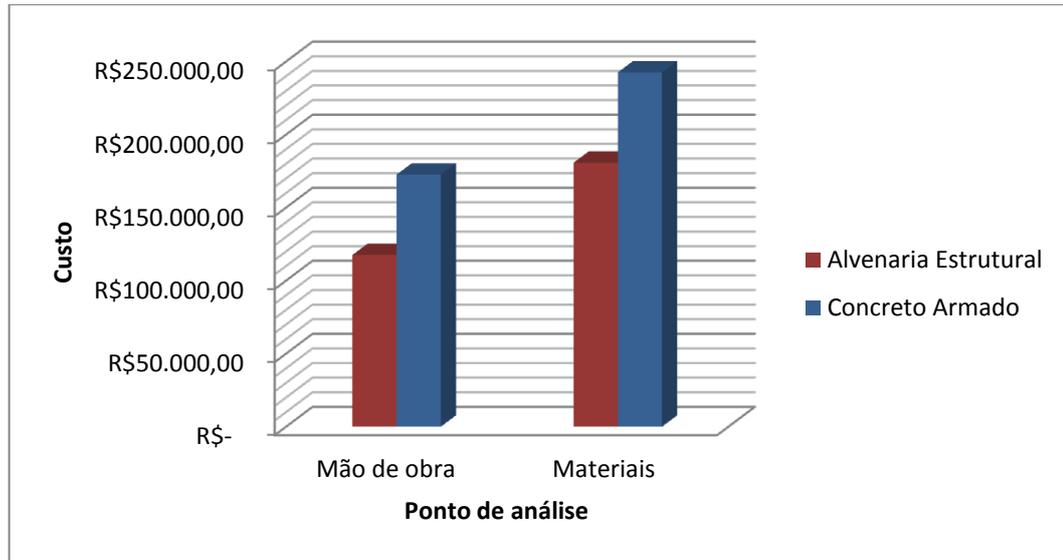
Fonte: Adaptado de TCPO (2010) e SINAPI (2016)

O que difere o orçamento do método construtivo anterior para este em alvenaria estrutural, é que neste não houve a necessidade de contabilizar formas, armaduras e concreto para pilares e vigas, e as lajes foram consideradas como pré-fabricadas, e não moldadas *in loco* como para a estrutura em concreto armado com fechamento em alvenaria convencional.

Analisando os 3 pontos calculados, tem-se um valor total de R\$ 298.311,41 para o custo de execução do edifício em alvenaria estrutural.

Os resultados podem ser visualizados via comparativo realizado no Gráfico 1 apresentado na sequência.

Gráfico 1 – Comparação dos custos por ponto analisado



Fonte: A autora (2016)

Como se pode observar, mesmo a alvenaria estrutural tendo um custo muito maior para a execução da alvenaria em si, a economia que este método gera com mão de obra, e a não utilização dos pilares e vigas são os pontos que sobressaíram no custo total da obra.

Dessa forma, com o edifício dimensionado em concreto armado custando um total de R\$ 415.174,67 e a outra hipótese de projeto em alvenaria estrutural custando R\$ 298.281,81, o método construtivo em alvenaria estrutural mostrou uma economia de aproximadamente 28%.

5. CONCLUSÃO

De acordo com a literatura, o método construtivo em alvenaria estrutural pode gerar uma economia de até 30% em relação ao método construtivo em concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação.

Neste estudo, a economia gerada foi de aproximadamente 28% considerando apenas mão de obra e materiais para a análise realizada. Ou seja, houve uma redução de custos dentro do valor esperado, obtendo assim, êxito no objetivo geral proposto no início do estudo.

Esta economia é obtida, a princípio, pela redução da necessidade de mão de obra, já que são necessários menos horas para armadores e carpinteiros na alvenaria estrutural, devido à diminuição de formas e armaduras.

Esta análise foi possível graças ao redimensionamento do projeto de alvenaria estrutural em estruturas de concreto armado pelo Software Eberick V8. Possibilitando assim, o levantamento do quantitativo de materiais para em seguida obter a comparação desejada.

Portanto, a partir dos dados aqui apresentados, pode-se afirmar que o método mais viável economicamente para o edifício analisado é o método em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.

REFERÊNCIAS

ACCETTI, Kristiane Mattar. **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**. 1998. 261 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ALBUQUERQUE, Augusto Teixeira. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. São Carlos, 1999. 97 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

ALTOQI (Florianópolis). **O que é o Eberick V8**. Disponível em: <<http://www.altoqi.com.br/software/projeto-estrutural/eberick-v8>>. Acesso em: 03 set. 2016.

ARAÚJO, Hércules Nunes; MUTTI, Cristine do Nascimento. **Análise da competitividade da Indústria da Construção Civil a partir da Teoria da Firma no Setor**. In: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005. Porto Alegre. 2005. p. 1 - 8.

ARAÚJO, H. N. **Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: um estudo de caso**. 1995. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15961-1: Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto - Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro, 2011. 42 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1985. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-2: Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado — Especificação**. Rio de Janeiro, 2007. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, **ABCP**, 2009. Disponível em \leq <http://www.abcp.org.br/> \geq Acesso em: 18 ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7ed. São Paulo, 2002. 28p.

ASSOCIAÇÃO DAS CERÂMICAS DE TATUÍ E REGIÃO, **ACERTAR**. Disponível em < <http://www.acertar.org.br>> Acesso em: 15 set. 2016.

BASTOS, Paulo Sérgio Santos. **Fundamentos do Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2006. 98 p. Notas de Aula (Doutor) – Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, 2006.

BRANDES ENGENHARIA. **Projeto de Edifício Residencial em Alvenaria Estrutural**. Canoinhas, 2007.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. In: Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE. Anais. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2006.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2003**. 3.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (Org.). **Blocos de concreto e pisos intertravados**. 2014. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/produtos-servicos/20/blocos-de-concreto-e-pisos-intertravados.html>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

FRANCISCO, Martim. **Bloco pode ser 30% mais barato**. Goiás, 12 dez 2002. Entrevista a Gazeta Popular. Disponível em: <<http://notes.abcp.org.br:8080/producao/clipp/clipp.nsf/59dac160bc7df2ba03256aef00407549/fbd7a15e9fad501502256c940057a686>>. Acesso em: 07 jun 2016.

FRIGO, André William Conrado. **Viabilidade econômica de construções de edifícios em alvenaria estrutural em relação a edifícios em concreto armado e alvenaria convencional**. Joinville: SOCIESC, 2014. 93 p. Tese (Graduação)

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

RAMALHO, Marcio Antonio; CORRÊA, Márcio Roberto Silva. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos – Formulação e Aplicação de uma Metodologia**. São Paulo: USP, 1989. 207 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

GURGACZ, Glaci; NASCIMENTO, Z. M. de A. **Metodologia do Trabalho Acadêmico com Enfoque nas Ciências Exatas**. Joinville: Sociesc, 2007.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Alvenaria Estrutural: Debates técnicos**. Jan 2009. Entrevista a Construção Mercado. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/41/alvenaria-estrutural-281680-1.aspx>>. Acesso em: 08 jun 2016.

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo José M.. **Concreto: Estrutura, Propriedades, Materiais**. São Paulo: Pini, 1994. 236 p.

MORAIS, António. **Alvenaria Estrutural: Novo Processo Construtivo**. 2006. 11 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitectura UT Lisboa, Lisboa, 2006.

NUNES, Claudio Cruz; JUNGES, Elisabeth. **Comparação de custos entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT**. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. 2008. p. 1 - 10.

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS (Rio Grande do Sul) (Org.). **Blocos cerâmicos**. 2012. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Fundamentos do concreto e projetos de edifícios**. 2004. 380 p. (notas de aula) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

SELECTA BLOCO – **EMPRESA DO GRUPO ESTRUTURAL**, 2009. Disponível em: <<http://www.selectablocos.com.br>> Acesso em: 01 ago 2016.

SINAPI. (Org.). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2016. Disponível em: <<https://www.sipci.caixa.gov.br/SIPCI/servlet/TopController?processo=insumos&acao=LoginInternetPublicol&login=S&pageNumber=1&numeroNIS=000000000000>>. Acesso em: 16 out. 2016.

TABELA DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS, **TCPO**. 13. Ed. São Paulo: Pini, 2010.

THOMÉ, Brenda Bressan (Ed.). **Orçamento de obras: invista seu tempo nessa importante fase**. 2015. Disponível em: <<http://www.sienge.com.br/blog/porque-e-importante-investir-mais-tempo-na-elaboracao-do-orcamento-de-obras/>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

UFRGS. Rio Grande do Sul. **Alvenaria Estrutural**. 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria/blocos_ceramicos.php>. Acesso em: 26 mai 2016.

ANEXOS

ANEXO A- Relação do consumo de chapas compensadas para pilares em relação ao aproveitamento

03110.8.3. FÔRMA feita em obra para PILARES, com chapa compensada plastificada, e=12 mm – unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			APROVEITAMENTOS		
			1	3	5
			03110.8.3.1	03110.8.3.2	03110.8.3.3
*03110.8.27.1	Fabricação de fôrma feita em obra para pilares, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	0,333	0,20
*03110.8.28.1	Montagem de fôrma feita em obra para pilares, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
*03110.8.29.1	Desmontagem de fôrma feita em obra para pilares, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS					
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,44	0,24	0,20
01270.0.19.1	Carpinteiro	h	1,76	0,96	0,80
03110.3.1.1	Chapa compensada plastificada (espessura: 12 mm)	m ²	1,35	0,45	0,27
05060.1.20.11	Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,20	0,067	0,04
06062.3.2.4	Pontaletes 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	6,20	2,065	1,24
06062.3.4.5	Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	8,20	2,731	1,64
03125.3.1.1	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,02	0,02	0,02
05060.3.20.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,20	0,20	0,20
05060.3.2.2	Arame galvanizado (bitola: 12 BWG)	kg	0,18	0,18	0,18

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO B - Relação do consumo de chapas compensadas para vigas em relação ao aproveitamento

03110.8.4. FÔRMA feita em obra para VIGAS, com chapa compensada plastificada, e=12 mm – unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			APROVEITAMENTOS		
			1	3	5
			03110.8.4.1	03110.8.4.2	03110.8.4.3
*03110.8.30.1	Fabricação de fôrma feita em obra para vigas, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	0,333	0,20
*03110.8.31.1	Montagem de fôrma feita em obra para vigas, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
*03110.8.32.1	Desmontagem de fôrma feita em obra para vigas, em chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS					
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,498	0,298	0,258
01270.0.19.1	Carpinteiro	h	1,992	1,192	1,032
03110.3.1.1	Chapa compensada plastificada (espessura: 12 mm)	m ²	1,20	0,40	0,24
05060.3.20.11	Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,20	0,067	0,04
06062.3.4.5	Sarrafo 1" x 3" (altura: 75 mm / espessura: 25 mm)	m	1,00	0,333	0,20
06062.3.5.20	Tábua 1" x 6" (espessura: 25 mm / largura: 150 mm)	m	2,00	0,666	0,40
03125.3.1.1	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,02	0,02	0,02
05060.3.20.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,10	0,10	0,10

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO C - Relação do consumo de chapas compensadas para lajes em relação ao aproveitamento

03110.8.5. FÔRMA feita em obra para LAJES, com chapa compensada plastificada, e=12 mm – unidade: m ²					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			APROVEITAMENTOS		
			1	3	5
			03110.8.5.1	03110.8.5.2	03110.8.5.3
*03110.8.41.1	Fabricação de fôrma feita em obra para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	0,333	0,20
*03110.8.34.1	Montagem de fôrma feita em obra para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
*03110.8.35.1	Desmontagem de fôrma feita em obra para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS					
01270.0.1.1.1	Ajudante de carpinteiro	h	0,406	0,206	0,166
01270.0.19.1	Carpinteiro	h	1,624	0,824	0,664
03110.3.1.1	Chapa compensada plastificada (espessura: 12 mm)	m ²	1,25	0,416	0,25
06062.3.2.4	Pontalete 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	2,60	0,866	0,52
06062.3.5.18	Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm / largura: 200 mm)	m	1,30	0,433	0,26
03125.3.1.1	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,02	0,02	0,02
05060.3.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	kg	0,05	0,05	0,05

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO D - Relação do consumo de chapas compensadas para escadas em relação ao aproveitamento

03110.8.6. FÔRMA feita em obra para ESCADAS, com chapa compensada plastificada, e=12 mm – unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			Aproveitamentos		
			1	3	5
			03110.8.6.1	03110.8.6.2	03110.8.6.3
*03110.8.36.1	Fabricação de fôrma feita em obra para escadas, com chapa compensada plastificada, e= 12 mm	m ²	1,00	0,333	0,20
*03110.8.37.1	Montagem de fôrma feita em obra para escadas, com chapa compensada plastificada, e= 12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
*03110.8.38.1	Desmontagem de fôrma feita em obra para escadas, com chapa compensada plastificada, e= 12 mm	m ²	1,00	1,00	1,00
COMPOSIÇÃO DETALHADA INCLUINDO A PRODUÇÃO DE INSUMOS					
01270.0.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,712	0,512	0,472
01270.0.19.1	Carpinteiro	h	2,844	2,044	1,884
03110.3.1.1	Chapa compensada plastificada (espessura: 12 mm)	m ²	1,20	0,40	0,24
05060.3.20.11	Prego 17 x 21 com cabeça (comprimento: 48,3 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,20	0,067	0,04
05062.3.2.4	Pontalete 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	8,80	2,93	1,76
05062.3.5.18	Tábua 1" x 8" (espessura: 25 mm / largura: 200 mm)	m	2,20	0,733	0,44
03125.3.1.1	Desmoldante de fôrmas para concreto	l	0,02	0,02	0,02
05060.3.20.18	Prego 17 x 27 com cabeça dupla (comprimento: 62,1 mm / diâmetro da cabeça: 3,0 mm)	kg	0,20	0,20	0,20
05060.3.20.5	Prego 15 x 15 com cabeça (comprimento: 34,5 mm / diâmetro da cabeça: 2,4 mm)	kg	0,05	0,05	0,05

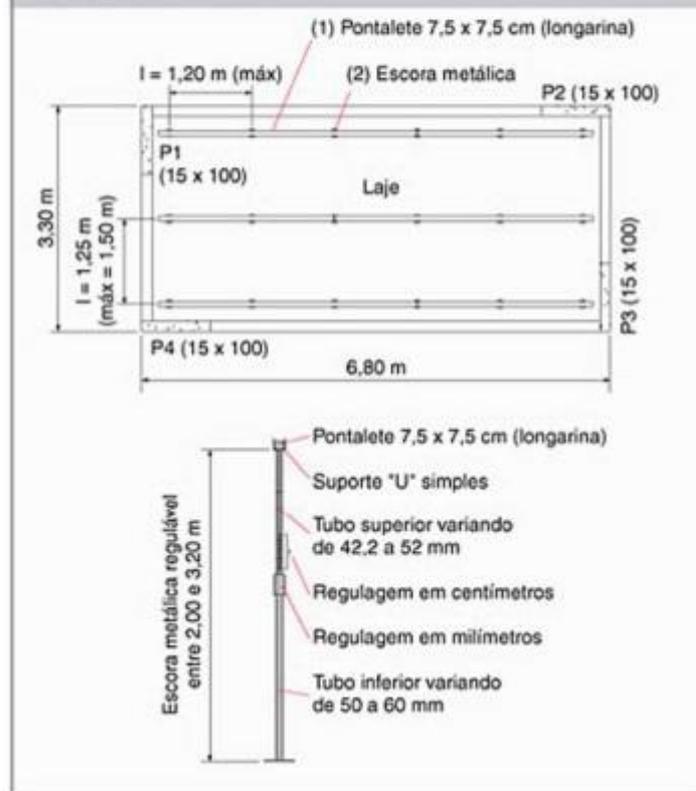
Fonte: TCPO (2010)

ANEXO E - Relação de carga horária e consumo de material para escoramento metálico de lajes

03140.8.2.2 ESCORAMENTO METÁLICO para lajes de edificação com pé-direito entre 2,00 m e 3,20 m – unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.8.1.1.1	Ajudante de carpinteiro	h	0,20
03140.7.1.1	Escora metálica (altura – intervalo: 2,00 m a 3,20 m)	loc/un/mês	0,85
06062.3.2.4	Pontalete 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	1,10

Composição 03140.8.2.2



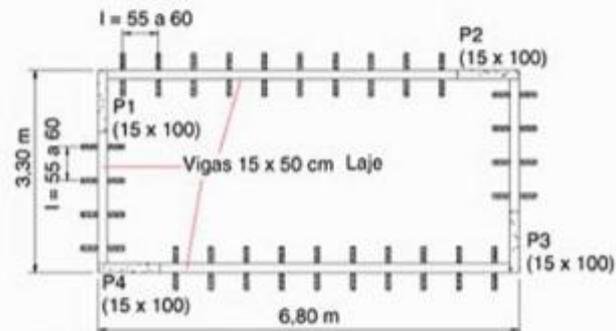
Fonte: TCPO (2010)

ANEXO F - Relação de carga horária e consumo de material para escoramento metálico de vigas

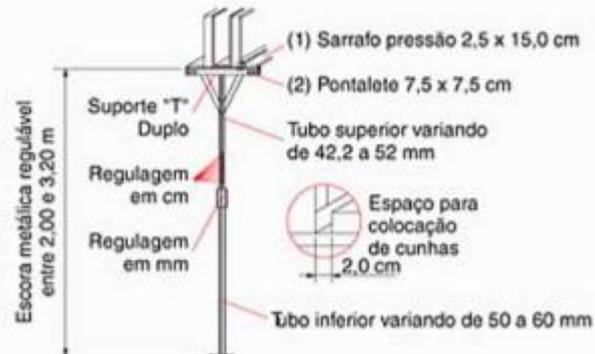
03140.8.2.1 ESCORAMENTO METÁLICO para vigas de edificação com pé-direito entre 2,00 m e 3,20 m – unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.8.1.11	Ajudante de carpinteiro	h	0,20
03140.7.1.1	Escora metálica (altura – intervalo: 2,00 m a 3,20 m)	loc/un/ mês	1,15
06062.3.2.4	Pontaletes 3" x 3" (altura: 75,00 mm / largura: 75,00 mm)	m	0,50
06062.3.5.20	Tábua 1" x 6" (espessura: 25 mm / largura: 150 mm)	m	2,00

Composição 03140.8.2.1



Escoramentos adotados para:
pontaletes 7,5 x 7,5 cm; eucalipto ϕ 10 cm e escoras metálicas



Fonte: TCPO (2010)

ANEXO G - Relação da carga horário do armador, para corte e dobra do aço, por kg

03210.8.1.3 ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 8,0 mm, corte e dobra na obra – unidade: kg

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,08
01270.0.25.1	Armador	h	0,08
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	11,40
03210.3.2.5	Barra de aço CA-50 5/16" (bitola: 8,00 mm / massa linear: 0,395 kg/m)	kg	1,10
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,02

03210.8.1.5 ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra – unidade: kg

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,10
01270.0.25.1	Armador	h	0,10
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	1,82
03210.3.2.4	Barra de aço CA-50 3/4" (bitola: 20,00 mm / massa linear: 2,466 kg/m)	kg	1,10
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,03

03210.8.1.4 ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro até 10,0 mm, corte e dobra industrial, fora da obra – unidade: kg

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,06
01270.0.25.1	Armador	h	0,06
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	11,40
03210.1.2.1	Serviço de corte/dobra industrializado para aço CA 50/60	kg	1,05
03210.3.2.2	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola: 10,00 mm / massa linear: 0,617 kg/m)	kg	1,05
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,02

03210.8.1.6 ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-60, diâmetro 5,0 mm, corte e dobra na obra – unidade: kg

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,07
01270.0.25.1	Armador	h	0,07
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30 mm)	un	29,20
03210.3.5.2	Barra aço CA-60 (bitola: 5,00 mm / massa linear: 0,154 kg/m)	kg	1,10
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	0,02

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO H – Relação do consumo de alvenaria de vedação a partir da metragem das paredes

04211.8.2. ALVENARIA de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm, juntas de 12 mm com argamassa industrializada - unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	
			ESPESSURA DA PAREDE (CM)	
			9	19
			04211.8.2.19	04211.8.2.20
01270.0.40.1	Pedreiro	h	1,00	1,50
01270.0.45.1	Servente	h	1,00	1,50
04060.3.2.1	Argamassa pré-fabricada para assentamento de alvenaria	kg	19,60	60,90
04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9 x 19 x 19 (altura: 190 mm / comprimento: 190 mm / largura: 90 mm)	un	25,70	51,00

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO I – Relação do consumo de alvenaria estrutural a partir da metragem das paredes

04212.8.1. ALVENARIA estrutural com blocos cerâmico, juntas de 10 mm com argamassa industrializada - unidade: m²

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	
			DIMENSÕES (CM)	
			14 X 19 X 39	19 X 19 X 39
			ESPESSURA DA PAREDE (CM)	
			14	19
			04212.8.1.5	04212.8.1.6
01270.0.40.1	Pedreiro	h	0,70	0,74
01270.0.45.1	Servente	h	0,70	0,74
04060.3.2.2	Argamassa pré-fabricada para assentamento de alvenaria estrutural	kg	21,00	28,60
04212.3.1.	Bloco cerâmico vazado estrutural - bloco inteiro	un	13,10	13,10

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO J – Consume de Grout de acordo com o volume dos pontos de grauteamento

04070.8.1.1 GROUT – preparo e lançamento com argamassa de cimento, cal hidratada, areia sem peneirar e pedrisco traço 1:0,1:3:2 – unidade: m³

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.40.1	Pedreiro	h	5,00
01270.0.45.1	Servente	h	18,00
02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m ³	0,685
02060.3.6.1	Pedrisco	m ³	0,457
02065.3.2.1	Cal hidratada CH III	kg	15,00
02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32,00 MPa)	kg	297,00

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO K – Consumo de mão de obra e equipamento para movimentação do concreto

03310.8.13.1 TRANSPORTE, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura - unidade: m³

CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.40.1	Pedreiro	h	1,65
01270.0.45.1	Servente	h	4,50
22300.9.10.1	VIBRADOR de imersão, elétrico, potência 1 HP (0,75 kW) - vida útil 20.000 h	h prod	0,20

Fonte: TCPO (2010)

ANEXO L – Consumo de concreto estrutural

03310.8.2_ CONCRETO estrutural dosado em central – unidade: m ³					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (F _{cd})		
			10 MPA	13,5 MPA	15 MPA
			03310.8.2.1	03310.8.2.2	03310.8.2.3
03310.3.1_	Concreto dosado em central convencional britas 1 e 2	m ³	1,05	1,05	1,05
			RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (F _{cd})		
			18 MPA	20 MPA	25 MPA
			03310.8.2.4	03310.8.2.5	03310.8.2.6
03310.3.1_	Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2	m ³	1,05	1,05	1,05
			RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (F _{cd})		
			30 MPA	35 MPA	
			03310.8.2.7	03310.8.2.8	
03310.3.1_	Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2	m ³	1,05	1,05	
			RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (F _{cd})		
			40 MPA	45 MPA	
			03310.8.2.9	03310.8.2.10	
03310.3.1_	Concreto dosado em central convencional brita 1 e 2	m ³	1,05	1,05	

Fonte: TCPO (2010)