



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

AGNALDO BERNARDO DOS SANTOS JÚNIOR

**ANÁLISE DE CUSTOS DIRETOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E
CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM ARARUNA-PB**

**ARARUNA
2017**

AGNALDO BERNARDO DOS SANTOS JÚNIOR

**ANÁLISE DE CUSTOS DIRETOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E
CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM ARARUNA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos

**ARARUNA
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S237a Santos Júnior, Agnaldo Bernardo dos
Análise de custos diretos entre alvenaria estrutural e concreto armado: Estudo de caso em Araruna-PB [manuscrito] / Agnaldo Bernardo dos Santos Júnior. - 2017.
28 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos, Departamento de Engenharia Civil".

1. Sistemas Construtivos. 2. Orçamento. 3. Economia. I.
Título.

21. ed. CDD 624.029 9

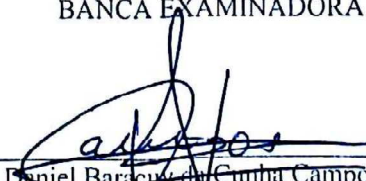
AGNALDO BERNARDO DOS SANTOS JÚNIOR

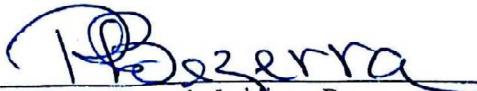
ANÁLISE DE CUSTOS DIRETOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO
ARMADO: ESTUDO DE CASO EM ARARUNA-PB

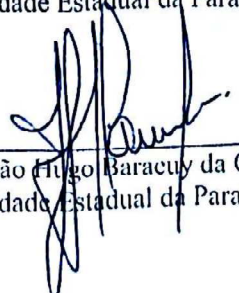
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel Engenharia Civil.

Aprovado em: 11/04/2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Raimundo Leidimar Bezerra
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. João Hugo Baracuy da Cunha Campos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meu pais, pela dedicação, companheirismo e amor,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte de todo esforço, persistência e fé, sem Ele os obstáculos teriam me derrubado durante esta caminhada.

Aos meus pais, Agnaldo Bernardo dos Santos e Lúcia Helena Moraes de Oliveira, por todo amor, apoio e incentivo dados a mim durante toda vida, mostrando-me sempre que a educação é o melhor caminho.

Ao meu irmão Nicholas Hanry Bernardo de Oliveira, que mesmo sem saber e sendo tão jovem me ajudou a continuar, todas as vezes que o ouvi dizer que queria ser engenheiro como eu.

À minha irmã Larissa Bernardo de Oliveira, que sempre diz que se orgulha de mim, o que me deixa extremamente lisonjeado e focado. Bem como, ao meu cunhado João Júnior, e o mais novo integrante da família meu primeiro sobrinho, Gustavo.

À minha namorada, Amanda Lima, por todas as vezes que me confortou com suas palavras e carinhos nos momentos ruins, mas comemorou comigo de forma ímpar as vitórias, como essa. Ela é a maior testemunha da minha batalha.

Ao meu tio, também engenheiro civil, Adailson Bernardo dos Santos por todo apoio e ensinamentos de sempre.

Aos meus avós, Maria Moraes dos Santos, Marcílio Gomes de Oliveira (*in memorian*), Manoel Paulo dos Santos e Maria da Conceição Bernardo dos Santos (*in memorian*), por terem me apresentado com o que eu tenho de mais importante na minha vida: meus pais, além de terem me apresentado os valores familiares que hoje possuo.

Aos meus amigos de todas as horas, Halan Fernandes, Júlio Rodrigues, Mauro Ponciano, Walter Ubiratan, Luan Moraes, Eduarda Caroline, Marysande Lima, Yann Victor, Edmilson Ribeiro, Senna Macedo, Kelle Lima e Thomas Kauam por todas as vezes que me fizeram rir e me fizeram esquecer, por um momento, as atividades que eu tinha para concluir.

Aos meus amigos e companheiros de vida acadêmica, Andreia da Silva, Romel Monteiro e Manoel Leandro, pelas madrugadas de estudo e projetos.

Aos demais companheiros de turma, e outras amizades feitas ao longo do curso.

Ao engenheiro Joaldo Batista pelo fornecimento das informações necessárias para conclusão deste trabalho.

A todos os professores que me lecionaram, os quais são responsáveis pela realização deste sonho. Em especial a Daniel Baracuy, orientador deste trabalho.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação
determina o que você conquista”.

(Aldo Novak)

SÚMARIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	OBJETIVO GERAL	8
2.1.	Objetivos Específicos	8
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3.1.	Concreto armado	9
3.2.	Alvenaria Estrutural	9
3.3.	Orçamentação na Construção Civil	11
4.	METODOLOGIA	11
4.1.	Estudo de caso	12
4.2.	Levantamento utilizando alvenaria estrutural	13
4.3.	Levantamento utilizando concreto armado	15
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6.	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	26
	ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO (PAV. 01)	28

ANÁLISE DE CUSTOS DIRETOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM ARARUNA-PB

Agnaldo Bernardo dos Santos Júnior¹

RESUMO

Investidores e construtoras brasileiras tem buscado cada vez mais economia nas execuções de empreendimentos, para que assim possam oferecer um preço mais atrativo ao consumidor. Atualmente o processo construtivo mais utilizado no Brasil é o concreto armado, entretanto outras alternativas estão sendo disseminadas na construção de edificações, sendo uma das principais a alvenaria estrutural. Nesse contexto o objetivo deste foi realizar uma análise orçamentária, comparando a estrutura de um pavimento de uma edificação localizada na cidade de Araruna-PB, feito de duas formas distintas: alvenaria estrutural e concreto armado para assim definir se a alvenaria estrutural, método escolhido pelo construtor da edificação, seria realmente o processo mais viável, levando em consideração o custo. A alvenaria estrutural pode ser executada de várias maneiras, sendo que na obra analisada optou-se pela execução em blocos cerâmicos com a presença de armadura. Os métodos utilizados para a montagem do orçamento foram à análise do projeto arquitetônico e estrutural, pesquisas com o construtor e ao software ORSE, para levantamento de preços e quantitativos. Os parâmetros analisados foram: mão de obra e materiais de construção. Como resultado deste estudo, foi obtido que o sistema construtivo realizado em alvenaria estrutural armada em blocos cerâmicos proporcionou uma economia de 29,15%, em relação ao concreto armado, sendo assim uma boa escolha por parte da construtora.

Palavras-Chave: Sistemas Construtivos. Orçamento. Economia.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia em todas suas vertentes, sempre buscou aplicar conhecimentos técnicos e científicos na resolução de problemas e inquietações da sociedade. Em um conceito moderno, passou-se a considerar não só a necessidade de utilizar tecnologias que proovessem materiais com características específicas e que apresentassem bom desempenho, mas que esses itens apresentassem também, sempre que possível, um melhor custo-benefício. Essa busca por redução de custos e eficiência, segundo Nunes e Junges (2008), tem levado ao surgimento de estudos comparativos dos métodos construtivos.

¹ Aluno de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII
Email: juniorbernardo9@gmail.com

Segundo Andrada e Longo (2008), o orçamento detalhado deve discriminar no maior grau de detalhamento possível os custos diretos e indiretos aplicados na obra de engenharia, com a utilização de composições de custos analíticas, nas quais os insumos que compõem os respectivos serviços sejam objetivamente identificados.

González (2008), afirma que em diversos segmentos da construção civil, há um número elevado de concorrentes, por exemplo, na produção de habitação vertical ou na área de manutenção industrial. Portanto, isso faz com que esta atividade econômica represente uma parcela importante do produto interno bruto de qualquer país e tem efeitos significativos na empregabilidade de pessoal (UNIEMP, 2010).

Considerando as várias etapas da construção de uma edificação, a concepção do projeto estrutural, bem como sua execução, é indispensável para que a edificação tenha estabilidade, fornecendo aos usuários, segurança e conforto. Tendo sido atendidos esses parâmetros, o próximo ponto a se considerar é o custo do processo construtivo a se escolher.

Atualmente o concreto armado é o sistema mais utilizado no Brasil, mas outras alternativas estão se popularizando no país, inclusive nos interiores, devido ao avanço das técnicas utilizadas nos sistemas de estruturas de aço, madeira e alvenaria estrutural. Este último sistema construtivo tem ganhado destaque devido ter execução semelhante à de alvenaria de vedação convencional, o que facilita a aquisição de mão de obra para os construtores.

2. OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise comparativa de custos diretos total entre alvenaria estrutural e concreto armado, em uma edificação localizada na cidade de Araruna-PB.

2.1. Objetivos Específicos

- ✓ Calcular os quantitativos de materiais de construção para concreto armado e alvenaria estrutural;
- ✓ Calcular os quantitativos de mão de obra para concreto armado e alvenaria estrutural;
- ✓ Pesquisar os preços unitários referentes à mão de obra e materiais de construção para concreto armado e alvenaria estrutural;
- ✓ Montar um orçamento detalhado, para análise de custos do sistema em concreto armado e em alvenaria estrutural.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Concreto armado

Segundo Pedroso (2009), estima-se que anualmente são consumidos mundialmente 11 bilhões de toneladas de concreto, o que dá, segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP), aproximadamente, um consumo médio de 1,9 toneladas de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos. Pilotto & Valle (2011) afirmam que o motivo da popularidade deste sistema construtivo no país, seria a familiaridade que os trabalhadores têm com esse sistema.

Faria e Silva (2016), afirmam que devido à sua baixa resistência à tração o concreto é reforçado com barras de aço formando o concreto armado, por isso a 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.

Três elementos básicos compõem uma estrutura convencional em concreto armado: lajes, vigas e pilares. As lajes recebem principalmente as cargas de revestimentos e as acidentais que lhe forem impostas, como pessoas, móveis e equipamentos, juntamente com seu peso próprio. As vigas recebem principalmente as cargas advindas das reações das lajes, seu peso próprio e paredes que estejam apoiadas sobre elas. Os pilares recebem todas as cargas das vigas, juntamente com seu peso próprio e as transmitem para as fundações (CARVALHO & FIGUEIREDO, 2004).

Segundo Bastos (2006), dentre as vantagens do concreto armado podem ser citadas: relativa economia, conservação, adaptabilidade, segurança contra o fogo, relativa rapidez na construção, impermeabilidade e resistência a choques e vibrações. Por outro lado, apresenta desvantagens como: peso próprio elevado, transmite calor e som, apresenta fissuração e as reformas e adaptações são de difícil execução.

3.2. Alvenaria Estrutural

O sistema construtivo de alvenaria é um dos mais antigos conhecidos pela humanidade, uma vez que há milhares de anos, as construções já eram produzidas por meio de empilhamento de pedras, amarrações com fibras naturais, e basicamente o barro como aglomerante.

Entretanto, analisando os últimos cem anos, é possível notar uma grande mudança na concepção de projetos e estruturas, sendo que no início do século XX, o concreto e o aço dominaram o setor da construção civil até os anos 60 (BORGES, 2012).

Camacho (2006) conceitua alvenaria estrutural como o processo construtivo na qual, os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional.

Segundo Pastro (2007), uma construção em alvenaria estrutural consiste basicamente em blocos dispostos uns sobre os outros unidos com argamassa e encaixe dos mesmos, formando um conjunto coeso e rígido, fazendo assim com que gere uma estrutura resistente e principalmente rígida o suficiente para suportar tal solicitação de cargas.

Tauil & Nesse (2010) classificam basicamente a alvenaria estrutural em três tipos, sendo os itens a e b os mais usuais na construção civil:

- a) alvenaria não armada - tipo de alvenaria que não recebe graute, mas os reforços de aço (barras, fios e telas) apenas por razões construtivas - vergas de portas, vergas e contravergas de janelas e outros reforços construtivos para aberturas - e para evitar patologias futuras: trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões;
- b) alvenaria armada ou parcialmente armada - tipo de alvenaria que recebe reforços em algumas regiões, devido a exigências estruturais. São utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e posteriormente grauteados, além do preenchimento de todas as juntas verticais;
- c) alvenaria protendida - tipo de alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-tensionada) que submete a alvenaria a esforços de compressão. Esse tipo de alvenaria é pouco utilizado, pois os materiais, dispositivos e mão de obra para a protensão têm custo muito alto para o nosso padrão de construção.

Pereira et al., (2014) afirmam que dentre as desvantagens da utilização da alvenaria estrutural, pontuam-se as fissuras que esse tipo de construção costuma apresentar e as restrições de possibilidades de mudanças não planejadas.

Segundo Camacho (2006), as principais vantagens técnicas e econômicas da alvenaria estrutural são: redução de custos, menor diversidade de materiais empregados, redução da diversidade de mão de obra especializada, maior rapidez na execução e robustez estrutural.

3.3. Orçamentação na Construção Civil

Mattos (2006) explana que a técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica. Porém, segundo Müller (2016), por ser um estudo, sempre haverá uma margem de incerteza no orçamento.

Nesse contexto, a comparação de custos na construção civil é dificultada porque o setor não produz um produto único e padronizado. Para cada obra há um projeto específico composto de materiais adequados à realidade desse projeto. Além das diferenças de projeto existem as diferenças de tamanho, tipos de obra, padrão de acabamento, velocidade de construção, entre outras. Também não se pode deixar de citar as variações dos preços de produtos e mão-de-obra, considerando as distintas localidades dos estados (SILVA, 2002).

Os orçamentos tradicionais geralmente dividem os custos da obra em custos diretos e indiretos, cujos custos diretos são todos aqueles referentes aos insumos da obra, como, por exemplo, os custos de materiais, equipamentos, mão-de-obra e encargos sociais, sendo os custos indiretos aqueles referentes à administração, ao financiamento e aos impostos (GOLDMAN, 1997; LIMMER, 1997; DIAS, 2003).

Quando se fala sobre custos indiretos é relevante conceituar o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), que segundo a cartilha do CREA-ES (2008) é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão-de-obra utilizada no custo direto.

Portanto, segundo González (2008), um orçamento é uma estimativa do custo ou do preço de uma obra, sendo o custo total da obra o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução e o preço sendo a soma do custo e da margem de lucro.

4. METODOLOGIA

Os tópicos a seguir apresentam os dados, procedimentos, considerações e especificações adotadas para a realização da comparação orçamentária entre os dois processos construtivos abordados neste estudo de caso. Tais informações foram colhidas por meio de visitas à obra, entrevista com o construtor, análise de projetos e consulta às normas técnicas.

4.1. Estudo de caso

O empreendimento imobiliário, objeto de estudo deste trabalho, localiza-se no centro de Araruna-PB.

A edificação possuirá garagem subterrânea, térreo e três pavimentos superiores. Na garagem subterrânea existirá vagas para três veículos, no térreo haverá mais seis vagas de garagem e um único apartamento do tipo 01 com 43,50 m², os três pavimentos superiores serão todos iguais, contendo três apartamentos cada: tipo 03 e 04 com 61 m² e tipo 02 com 40,6 m².

Há uma ressalva em relação ao apartamento tipo 04, pois no pavimento estudado ele possuirá uma área gourmet, de aproximadamente 37,84 m², o que aumentará sua área para 97,84 m². Entretanto, a execução deste espaço será realizada em alvenaria de vedação comum, independente do processo estrutural adotado, pois o mesmo não servirá de base estrutural para os pavimentos superiores, portanto não influenciará no estudo comparativo.

O construtor optou por realizar a execução da estrutura da edificação da seguinte forma: garagem subterrânea e térreo, feitas em concreto armado; os pavimentos 01, 02 e 03 feitos em alvenaria estrutural armada, utilizando blocos cerâmicos 29 cm de comprimento, 14 cm de largura e 19 cm de altura, conforme apresentado na Figura 02.

Figura 02 - Bloco cerâmico estrutural utilizado.



Fonte: Do autor (2017).

Este estudo de caso levou em consideração, para a realização dos orçamentos, apenas os custos diretos necessários à execução da parte estrutural do pavimento 01 da edificação, com exceção da laje que será executada da mesma maneira, independentemente da opção do processo construtivo.

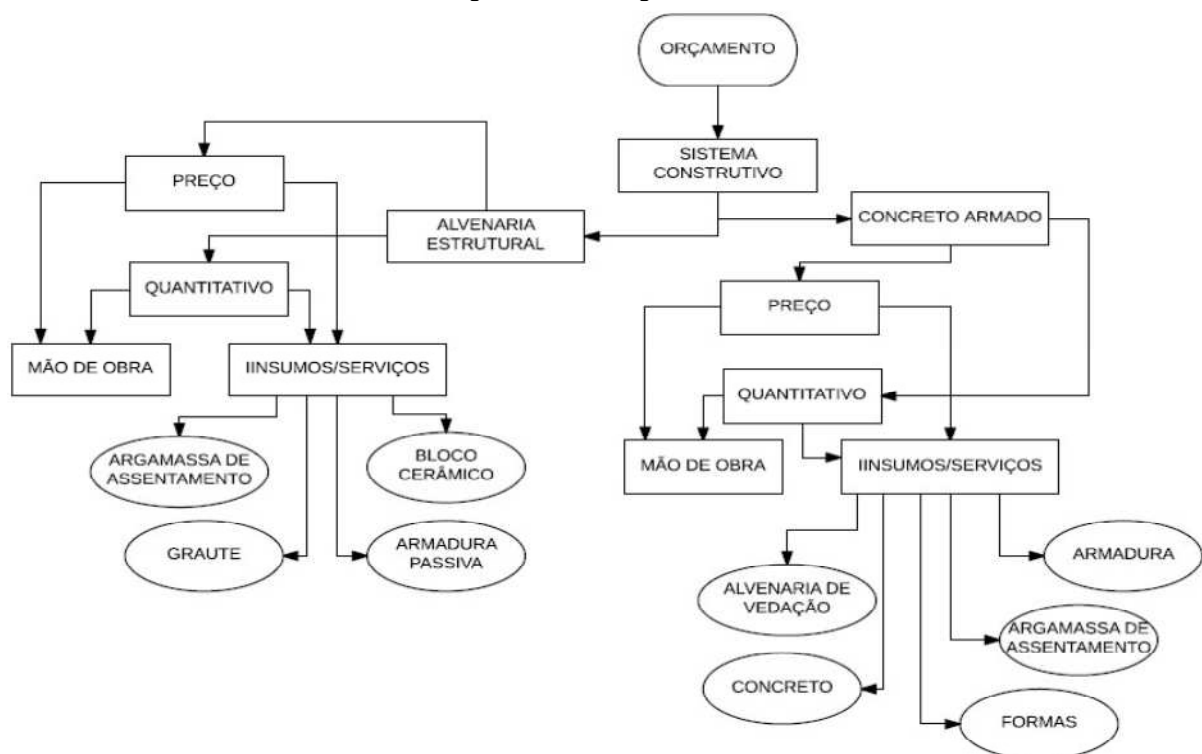
Julgou-se desnecessário a inclusão do BDI no orçamento, visto que como se trata de uma análise comparativa entre dois sistemas construtivos usuais, a porcentagem para as

despesas indiretas pode ser considerada igual, para os dois casos, bem como não foi necessária a extensão do estudo para os demais pavimentos, visto que apresentariam os mesmos resultados.

O software Excel 2013 foi utilizado para a montagem dos quantitativos, bem como para o orçamento final, após o levantamento dos preços.

Os dados para realização da orçamentação comparativa entre os dois sistemas construtivos foram obtidos levando em consideração o raciocínio idealizado no fluxograma exposto na Figura 03.

Figura 03 – Fluxograma base



Fonte: Do autor (2017).

4.2. Levantamento utilizando alvenaria estrutural

Analisou-se o projeto arquitetônico (Anexo 01) do empreendimento a fim de se realizar o quantitativo de blocos cerâmicos, através das áreas das paredes de cada apartamento do pavimento 01, subtraindo as áreas das esquadrias e sendo conhecida, por meio da fornecedora dos blocos, a quantidade de blocos por metro quadrado, para o tipo utilizado no empreendimento. Ressaltando que foi acrescentado dez por cento do resultado no número total de blocos encontrados, referentes às perdas e quantidade de meios-bloco.

O levantamento de argamassa foi realizado por meio de pesquisa com os trabalhadores da obra, onde será feito uma estimativa por meio da quantidade de blocos assentados com um

traço de argamassa 1:8 em volume, sendo uma lata de cimento (meio saco de 50 kg) e 8 latas de areia média, as latas possuem capacidade de 18 l.

A quantificação de armadura passiva foi feita pela contagem *in loco*, bem como, também será conhecido por este meio o diâmetro do aço utilizado neste serviço. A partir disto, com conhecimento da altura do pé direito, foi obtida a quantidade de aço em metros e posteriormente, a massa total, utilizando-se a massa nominal (kg/m), tabelada de acordo com o diâmetro da barra.

Para estimar-se a quantidade necessária de graute, considerou-se o preenchimento do volume de um dos orifícios do bloco cerâmico, onde a armadura passiva será fixada, ao longo de toda altura do pavimento. Sendo necessária apenas, após o conhecimento do volume em um orifício, a multiplicação pelo número de barras de armadura passiva, para obter-se o volume total. Sabendo-se, por meio do construtor, que os materiais de construção utilizados para a execução do graute serão: cimento, areia e cascalho, num traço de 1:2:2 em volume, pôde ser obtida a quantidade total, para este serviço, de cada insumo. A Figura 04 ilustra a fixação das armaduras passivas, bem como o preenchimento com o graute em um furo do bloco cerâmicos.

Figura 04 – Bloco cerâmico com graute e armadura passiva



Fonte: Do autor (2017).

O quantitativo de mão de obra realizou-se por meio de observação da quantidade média de blocos assentados por um pedreiro no período de uma hora. Considerando uma jornada de trabalho de 8 horas por dia, o resultado será multiplicado por este valor, sendo obtida então, a quantidade de assentamentos de blocos por dia.

Já em relação ao preço, almejando aproximar-se mais da realidade da região do empreendimento, foi feita uma entrevista com o construtor, onde foram obtidos os valores referentes aos insumos e mão de obra, deste processo construtivo.

4.3. Levantamento utilizando concreto armado

A estrutura em concreto armado foi quantificada através do projeto estrutural, onde estão contidos os quantitativos de concreto e de aço.

A quantificação das formas em madeira compensada, para a execução das peças estruturais desse sistema, foi feita pelo método do cálculo das áreas dos pilares e vigas, com o auxílio do software AutoCAD 2013.

Como este processo construtivo necessita de um material de vedação, considerou-se a utilização de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos furados com 39 cm de comprimento, 19 cm de altura e 9 cm de largura. Ressaltando-se que foi feito, para a quantificação dos blocos, o mesmo procedimento utilizado no sistema em alvenaria estrutural, sendo considerada também a subtração das áreas das vigas e pilares, quando necessário. A partir do número de blocos, estimou-se a argamassa de assentamento por meio do Software ORSE (versão 1.3.4.2 - atualização de dados de novembro de 2016).

O quantitativo de mão de obra para este sistema construtivo foi feito por meio do ORSE, de acordo com a descrição de cada serviço necessário à execução do mesmo. Bem como, também foi obtido através dele, os preços e quantidades dos insumos e serviços incomuns ao sistema em alvenaria estrutural. Entretanto, os preços dos materiais comuns aos dois sistemas construtivos, foram considerados iguais, ou seja, os preços cedidos pelo construtor na entrevista.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 01 apresenta os dados referentes ao quantitativo de área do apartamento tipo 02 do pavimento 01 para cálculo da quantidade total de blocos cerâmicos estruturais.

Tabela 01 – Quantitativo de área do apartamento 02.

CÔMODOS	ÁREA DAS PAREDES				ÁREA DAS ESQUADRIAS		ÁREA REAL* (m ²)
	PAREDE 1 (m ²)	PAREDE 2 (m ²)	PAREDE 3 (m ²)	PAREDE 4 (m ²)	PORTAS (m ²)	JANELAS (m ²)	
SALA	8,51	10,03	8,51	10,03	6,09	1,00	30,00
COZINHA	-	10,03	8,82	8,82	-	1,00	26,66
WC SUÍTE	-	4,71	4,71	-	1,47	0,25	7,70
SUÍTE	9,88	9,88	9,58	9,58	4,62	2,00	32,29
VARANDA	2,75	2,75	3,71	-	-	-	9,22
QUARTO 02	9,27	9,27	9,21	-	1,68	2,00	24,08
WC SOCIAL	7,42	7,42	-	-	1,47	0,75	12,62
*ÁREA DAS PAREDES MENOS ÁREA DAS ESQUADRIAS						TOTAL	142,56

Os dados referentes ao quantitativo de área do apartamento tipo 03 do pavimento 01 para cálculo da quantidade total de blocos cerâmicos estruturais são apresentados na Tabela 02.

Tabela 02 – Quantitativo de área do apartamento 03.

CÔMODOS	ÁREA DAS PAREDES				ÁREA DAS ESQUADRIAS		ÁREA REAL* (m ²)
	PAREDE 1 (m ²)	PAREDE 2 (m ²)	PAREDE 3 (m ²)	PAREDE 4 (m ²)	PORTAS (m ²)	JANELAS (m ²)	
SALA/COZINHA	14,90	10,18	12,10	-	-	0,90	36,28
QUARTO	9,12	9,12	14,90	-	1,68	0,90	30,56
WC SOCIAL	3,34	3,34	-	-	1,47	0,25	4,97
*ÁREA DAS PAREDES MENOS ÁREA DAS ESQUADRIAS						TOTAL	71,80

A Tabela 03 apresenta os dados referentes ao quantitativo de área do apartamento tipo 04 do pavimento 01 para cálculo da quantidade total de blocos cerâmicos estruturais.

Tabela 03 – Quantitativo de área do apartamento 04.

CÔMODOS	ÁREA DAS PAREDES				ÁREA DAS ESQUADRIAS		ÁREA REAL* (m ²)
	PAREDE 1 (m ²)	PAREDE 2 (m ²)	PAREDE 3 (m ²)	PAREDE 4 (m ²)	PORTAS (m ²)	JANELAS (m ²)	
SALA	8,51	10,03	8,51	10,03	6,09	1,00	30,00
COZINHA	-	10,03	8,82	8,82	-	1,00	26,66
WC SUÍTE	-	4,71	4,71	-	1,47	0,25	7,70
SUÍTE	9,88	9,88	9,58	9,58	4,62	2,00	32,29
VARANDA	2,75	2,75	3,71	-	-	-	9,22
QUARTO 02	9,27	9,27	9,21	-	1,68	2,00	24,08
WC SOCIAL	7,42	7,42	-	-	1,47	0,75	12,62
*ÁREA DAS PAREDES MENOS ÁREA DAS ESQUADRIAS						TOTAL	142,56

Os dados referentes ao quantitativo de área do hall da escada e do corredor do pavimento 01 para cálculo da quantidade total de blocos cerâmicos estruturais são apresentados na Tabela 04.

Tabela 04 – Quantitativo de área do hall da escada e do corredor.

ÁREA DAS PAREDES			ESQUADRIAS	ÁREA REAL* (m ²)
PAREDE 1 (m ²)	PAREDE 2 (m ²)	PAREDE 3 (m ²)	PORTAS (m ²)	
6,08	30,10	24,472	1,68	58,97
*ÁREA DAS PAREDES MENOS ÁREA DAS ESQUADRIAS				

Com base nas Tabelas 01, 02, 03 e 04, calculou-se a quantidade total de blocos cerâmicos necessários à execução do pavimento 01, conforme apresenta a Tabela 05.

Tabela 05 – Quantitativo de blocos cerâmicos estruturais.

BLOCOS POR m² (FORNECEDORA)	DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)	QUANTIDADE DE BLOCOS (und.)
17,00	APARTAMENTO 02	142,56	2424
	APARTAMENTO 03	71,80	1221
	APARTAMENTO 04	142,56	2424
	HALL E CORREDOR	58,97	1002
		TOTAL DE BLOCOS	7070
		TOTAL + 10%	7777

Constatou-se que na execução da armadura passiva foi colocada uma barra de aço CA-50 de 10 mm em cada encontro de parede e o quantitativo é apresentado na Tabela 06.

Tabela 06 – Levantamento de armadura passiva para execução de estrutura em alvenaria estrutural.

MASSA NOMINAL ADOTADA DO AÇO CA 50 - 10mm (kg/m)	Nº DE BARRAS	ALTURA	QUANTIDADE (m)	QUANTIDADE (kg)	TOTAL + 10% (kg)
0,617	54	3,04	164,16	101,29	111,42

O quantitativo de graute para fixação das armaduras passivas é apresentado na Tabela 07, bem como também se mostra a quantidade de cada insumo separadamente.

Tabela 07 – Levantamento quantitativo de graute para execução de estrutura em alvenaria estrutural.

Nº DE BARRAS	VOLUME UNITÁRIO DE GRAUTE PARA CADA BARRA (m³)	VOLUME DE GRAUTE TOTAL (m³)	VOLUME TOTAL +10% (m³)
54	0,01	0,80	0,88
CIMENTO (m³)	CASCALHO (m³)	AREIA MEDIA (m³)	RELAÇÃO l/kg DE CIMENTO ADOTADA
0,18	0,35	0,35	36 l/50 kg

A quantidade de cada insumo necessário à execução da argamassa de assentamento dos blocos cerâmicos estruturais é apresentada na Tabela 08.

Tabela 08 – Quantitativo de argamassa de assentamento para execução de estrutura em alvenaria estrutural.

QUANTIDADE MÉDIA DE BLOCOS ASSENTADOS COM UM TRAÇO DE ARGAMASSA (1:8 + 0,1 L de aditivo)	CIMENTO (m³)	CIMENTO (kg)	ADITIVO (L)	AREIA MEDIA (m³)
150	0,018	24,60	0,1	0,144
QUANTIDADE TOTAL DE BLOCOS	TOTAL DE CIMENTO (m³)	TOTAL DE CIMENTO (kg)	TOTAL ADITIVO (l)	TOTAL DE AREIA MEDIA (m³)
7777	0,93	1275,43	5,18	7,47

A Tabela 09 apresenta o quantitativo de mão de obra para execução da estrutura utilizando alvenaria estrutural, incluindo o assentamento dos blocos e a colocação de armadura passiva com preparo e execução de graute.

Tabela 09 – Quantitativo de mão de obra para execução da estrutura em alvenaria estrutural.

QUANTIDADE MÉDIA DE BLOCOS ASSENTADOS POR HORA	QUANTIDADE MÉDIA DE BLOCOS ASSENTADOS POR DIA	QUANTIDADE DE HORAS PARA O ASSENTAMENTO TOTAL DE BLOCOS
30	240	≅ 260

Foram assentados 240 blocos cerâmicos estruturais por dia, segundo a observação de assentamento médio por hora, ou seja, para a conclusão do serviço seriam necessárias 260 horas de trabalho de um pedreiro e um servente. Este resultado quantifica, na realidade do empreendimento, a mão de obra necessária para a execução no sistema em alvenaria estrutural.

A Tabela 10 apresenta o quantitativo de concreto para execução da estrutura em concreto armado, bem como os consumos de cada insumo necessários a este serviço.

Tabela 10 – Quantitativo para execução de concretagem em estrutura de concreto armado.

VOLUME UNITÁRIO DO PILAR (m³)	QUANT. DE PILARES	VOL. UNITÁRIO DA VIGA (m³)	QUANT. DE VIGAS	VOLUME DE CONCRETO TOTAL +10% (kg)
0,21	22,00	0,40	11	14,07
		1,85	2	
INSUMOS PARA EXECUÇÃO DE CONCRETO SIMPLES, fck= 25 MPA, FABRICADO NA OBRA, LANÇADO E ADENSADO EM SUPERESTRUTURA				
FORTE	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNID.	QUANT. UNITÁRIA (por m³)	QUANT. TOTAL
SINAPI	AREIA GROSSA	m³	0,59	8,30
SINAPI	CIMENTO PORTLAND CPII-32	kg	390,00	5488,03
SINAPI	PEDRA BRITADA N1	m³	0,40	5,59
SINAPI	PEDRA BRITADA N2	m³	0,40	5,59
SINAPI	SERVENTE	h	7,62	107,23
SINAPI	PEDREIRO	h	6,36	89,50

Na análise do projeto estrutural em concreto armado, notou-se que os pilares e vigas apresentaram as mesmas seções: 0,45 x 0,15 m. No caso dos pilares, todos também apresentaram o mesmo volume, visto que a altura é a mesma do pé direito mais a espessura da laje: 3,16 m. Por outro lado, as vigas apresentaram volumes diferentes, pois as duas que foram projetadas nas laterais da edificação possuíam dimensão longitudinal igual a 27,4 m e as onze projetadas transversalmente tinham 5,95 m.

A Tabela 11 apresenta as quantidades de aço CA-50 e CA-60 utilizadas para execução da estrutura em concreto armado, inclusive o quantitativo de cada insumo para realização deste serviço.

Tabela 11 – Quantitativo para a execução de armadura de aço em estrutura de concreto armado.

TIPO	MASSA NOMINAL (kg/m)	BITOLA (mm)	QUANT. (m)	QUANT. (kg)
CA-60	0,154	5	935,54	144,07
INSUMOS PARA EXECUÇÃO DE AÇO CA-60 Ø 4,2 A 9,5mm, INCLUSIVE CORTE, DOBRAGEM, E COLOCAÇÃO DE FERRAGENS NAS FORMAS, PARA SUPERESTRUTURA E FUNDAÇÕES				
FONTE	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNID.	QUANT. UNITÁRIA (por kg)	QUANT. TOTAL
SINAPI	AÇO CA-60 ϕ 4,2 a 9,5 mm	kg	1,00	144,07
SINAPI	ARAME RECOZIDO 18 BWG 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	0,02	2,88
SINAPI	ARMADOR	h	0,07	10,09
SINAPI	SRVENTE	h	0,07	10,09
TIPO	MASSA NOMINAL (kg/m)	BITOLA (mm)	QUANT. (m)	QUANT. (kg)
CA-50	0,395	8	766,90	302,93
	0,617	10	904,10	557,83
	0,963	12,5	93,30	89,85
INSUMOS PARA EXECUÇÃO DE AÇO CA-50 Ø 6,3 A 12,5mm, INCLUSIVE CORTE, DOBRAGEM, E COLOCAÇÃO DE FERRAGENS NAS FORMAS, PARA SUPERESTRUTURA E FUNDAÇÕES				
FONTE	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNID.	QUANT. UNITÁRIA (por kg)	QUANT. TOTAL
SINAPI	AÇO CA-50 ϕ 6,3 a 12,5 mm	kg	1,00	950,60
SINAPI	ARAME RECOZIDO 18 BWG 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	0,02	19,01
SINAPI	ARMADOR	h	0,08	76,05
SINAPI	SERVEnte	h	0,08	76,05

A Tabela 12 além de apresentar o número de unidades de blocos cerâmicos para execução da alvenaria de vedação na estrutura em concreto armado, também registra a quantidade de material e de mão de obra necessária para o assentamento dos referidos blocos.

Tabela 12 – Quantitativos para execução de alvenaria de vedação em estrutura de concreto armado.

ÁREA REAL TOTAL* (m ²)	ÁREA UNITÁRIA DA FACE DO PILAR (m ²)	QUANT. DE PILARES (m ²)	ÁREA UNITÁRIA DA FACE DA VIGA (m ²)	QUANT. DE VIGAS (m ²)	ÁREA REAL TOTAL CORRIGIDA** (m ²)
415,90	1,37	22,00	2,68	11	331,69
			12,33	2	
INSUMOS PARA EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO FURADO (9 cm x 19 cm x 39 cm), INCLUINDO ASSENTAMENTO.					
FONTE	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNID.	QUANT. UNITÁRIA (por m ²)	QUANT. TOTAL	
SINAPI	BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO COM FUROS NA VERTICAL, 9 cm x 19 cm x 39 cm - 4,5 mpa (NBR 15270)	UNID.	13,35	4428	
SINAPI	AREIA MÉDIA	m ³	0,013	4,31	
SINAPI	CIMENTO PORTLAND CII-32	kg	1,88	623,58	
SINAPI	CAL HIDRATADA	kg	1,97	153,43	
SINAPI	PEDREIRO	h	0,48	159,21	
SINAPI	SERVENTE	h	0,36	119,41	
*ÁREA DAS PAREDES MENOS ÁREA DAS ESQUADRIAS TOTAL (AP 02, AP 03, AP 04, HALL DA ESCADA E CORREDOR)					
**ÁREA REAL TOTAL MENOS ÁREA DOS PILARES E VIGAS					

O quantitativo de formas para execução da estrutura em concreto armado é apresentado na Tabela 13, a qual inclui os insumos e a mão de obra necessários para moldagem, montagem e desmontagem.

Tabela 13 – Quantitativos para execução das formas em estruturas de concreto armado.

ÁREA TOTAL UNITÁRIA DO PILAR (m ²)	QUANT. DE PILARES (m ²)	ÁREA TOTAL UNITÁRIA DA VIGA (m ²)	QUANT. DE VIGAS (m ²)	ÁREA DE FORMA TOTAL (m ²)
3,79	22,00	6,25	11	208,91
		28,37	2	
INSUMOS PARA EXECUÇÃO DE FORMA PLANA PARA ESTRUTURAS, EM COMPENSADO PLASTIFICADO DE 14 mm, 5 USOS, INCLUSIVE ESCORAMENTO				
FONTE	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNID.	QUANT. UNITÁRIA (por m ²)	QUANTIDADE TOTAL
SINAPI	COMPENSADO PLASTIFICADO 14mm	m ²	0,23	48,89
SINAPI	MADEIRA MISTA SERRADA (BARROTE) 6X6 cm	m	1,07	223,54
SINAPI	ARAME GALVANIZADO 14 BWG d = 2,11 mm (0,026 kg/m)	kg	0,15	31,34
SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS	h	0,97	203,27
SINAPI	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA	L	0,02	4,18
SINAPI	PEÇA DE MADEIRA DE 3ª QUALIDADE 2,5 x 10 cm NÃO APARELHADA	m	1,03	214,97
SINAPI	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21 (2 X 11)	kg	0,03	5,22
SINAPI	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	kg	0,10	20,89
SINAPI	SERVENTE	h	0,24	50,77
SINAPI	TÁBUA DE MADEIRA DE 2ª QUALIDADE 2,5 X 20 cm (1 x 8") NÃO APARELHADA	m	0,12	25,49

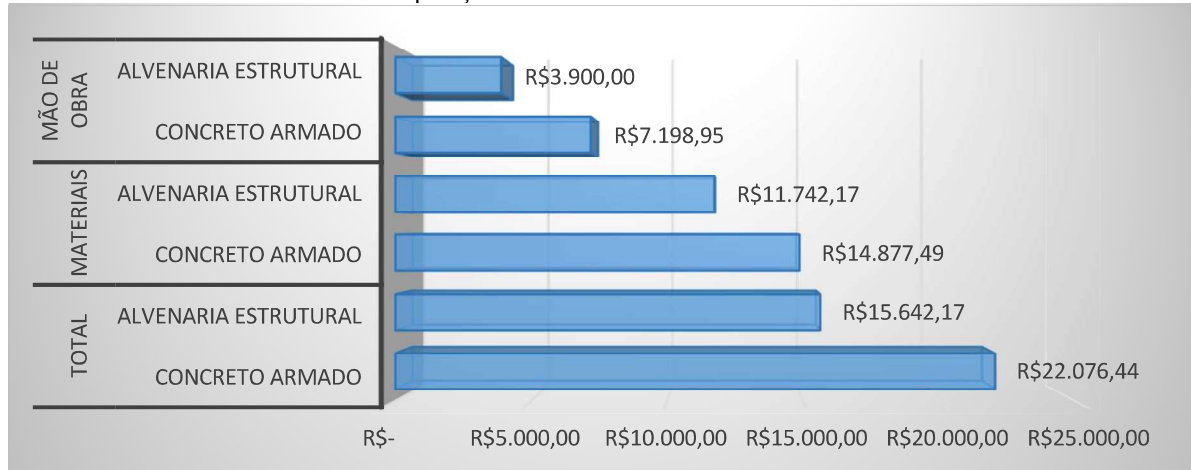
Com base nos quantitativos realizados nas Tabelas 01 a 13 calculou-se o custo total de cada um dos sistemas construtivos, somando todas as quantidades de materiais e mão de obra e multiplicando-as pelo preço unitário conhecido através do construtor ou do ORSE. A Tabela 14 apresenta o orçamento comparativo dos dois sistemas construtivos.

Tabela 14 – Orçamento dos dois processos construtivos.

ALVENARIA ESTRUTURAL						
INSUMO/MÃO DE OBRA	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	FONTE	PREÇO TOTAL (R\$)	
BLOCO CERÂMICO ESTRUTURAL (9x19x29 cm)	UNID.	7777	1,35	CONSTRUTOR	10.499,40	
CIMENTO PORTLAND CP II-32	kg	1521,41	0,38	CONSTRUTOR	578,14	
CASCALHO	m ³	0,35	155,00	CONSTRUTOR	54,86	
AREIA MÉDIA	m ³	7,47	25,00	CONSTRUTOR	186,75	
ADITIVO VEDACIT	L	5,18	13,00	CONSTRUTOR	67,34	
AÇO CA-50	kg	101,29	3,51	CONSTRUTOR	355,68	
PEDREIRO	h	260	10,00	CONSTRUTOR	2.600,00	
SERVENTE	h	260	5,00	CONSTRUTOR	1.300,00	
CONCRETO ARMADO						
INSUMO/MÃO DE OBRA	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	FONTE (PREÇO)	PREÇO TOTAL (R\$)	
BLOCO CERÂMICO DE VEDAÇÃO (9x19x39 cm)	UNID.	4428	0,99	SEINFRA	4.383,72	
CIMENTO PORTLAND CP II-32	kg	5488,03	0,38	CONSTRUTOR	2.085,45	
AREIA MÉDIA	m ³	4,31	25,00	CONSTRUTOR	107,75	
AREIA GROSSA	m ³	8,3	25,00	CONSTRUTOR	207,50	
PEDRA BRITADA Nº 1	m ³	5,59	60,00	SEINFRA	335,40	
PEDRA BRITADA Nº 2	m ³	5,59	60,00	SEINFRA	335,40	
CAL	kg	153,43	0,23	CONSTRUTOR	35,29	
AÇO CA-60	kg	144,07	3,96	SEINFRA	570,52	
AÇO CA-50	kg	950,6	3,51	CONSTRUTOR	3.336,61	
ARAME RECOZIDO 18 BWG 1,25 mm (0,01 kg/m)	kg	21,89	9,00	SEINFRA	197,01	
COMPENSADO PLASTIFICADO 14mm	m ²	48,89	32,35	SEINFRA	1.581,59	
MADEIRA MISTA SERRADA (BARROTE) 6X6 cm	m	223,54	4,68	SEINFRA	1.046,17	
ARAME GALVANIZADO 14 BWG d = 2,11 mm (0,026 kg/m)	kg	12,51	10,40	SEINFRA	130,14	
DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA	l	1,67	6,19	SEINFRA	10,33	
PEÇA DE MADEIRA DE 3ª QUALIDADE 2,5 x 10 cm NÃO APARELHADA	m	85,84	3,69	SEINFRA	316,76	
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 21 (2 X 11)	kg	2,09	7,93	SEINFRA	16,54	
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	kg	8,34	8,08	SEINFRA	67,41	
TÁBUA DE MADEIRA DE 2ª QUALIDADE 2,5 X 20 cm (1 x 8") NÃO APARELHADA	m	25,49	4,48	SEINFRA	114,20	
CARPINTEIRO DE FORMAS	h	203,27	10,00	CONSTRUTOR	2.032,70	
ARMADOR	h	86,14	10,00	CONSTRUTOR	861,40	
PEDREIRO	h	248,71	10,00	CONSTRUTOR	2.487,10	
SERVENTE	h	363,55	5,00	CONSTRUTOR	1.817,75	
PREÇO TOTAL DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	R\$	22.076,72		PREÇO TOTAL DA ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$	15.642,17

De acordo com os dados da Tabela 14, observou-se que o sistema construtivo em alvenaria estrutural foi 29,15% mais econômico em relação ao outro sistema analisado. O Gráfico 01, apresenta um comparativo de custos dos dois sistemas construtivos.

Gráfico 01 – Comparação de custos entre os dois sistemas construtivos.



O Gráfico 01 mostra que o processo construtivo em alvenaria estrutural é mais econômico nos dois parâmetros analisados: mão de obra e materiais de construção, apresentando maior percentual de economia em relação à mão de obra, chegando a proporcionar redução de custos em até 45,82%. Da mesma maneira, os materiais de construção utilizados neste processo, mesmo que em percentual menor, ainda são mais baratos que os utilizados em concreto armado, atingindo economia de 21,07%.

Pode-se afirmar que o motivo maior para que o processo em concreto armado seja tão oneroso é a necessidade da execução de formas para as moldagens das peças estruturais, chegando a precisar de mais de 203,27 horas de serviço de um carpinteiro para confecção de 208,91 m² de formas. O excesso de gasto se estende também aos materiais utilizados neste serviço, onde foram estimados gastos de R\$ 2944,52 para a aquisição de compensado, barrote e peças de madeira, que seriam utilizadas em chapas e escoras.

Além disso, percebe-se que a alvenaria estrutural também proporciona mais rapidez à obra, chegando a necessitar de 42,33% menos horas trabalhadas que o sistema construtivo em concreto armado, o que geraria um tempo de retorno de investimento menor ao construtor do empreendimento.

Silva (2002) assegura que para edifícios de quatro pavimentos a alvenaria estrutural pode reduzir os custos na faixa de 25 a 30% em comparação com a estrutura convencional de concreto.

Em estudos semelhantes Jacoby e Pelisser (2011) e Michels e Araújo (2016) encontraram redução de custos de 12% e 14,6%, respectivamente. A diferença entre estes resultados e os encontrados neste atual estudo pode ser explicada pela metodologia adotada em relação aos preços do processo em alvenaria estrutural, visto que os estudos acima citados levantaram os valores por meio do SINAPI e o presente estudo levantou os dados por meio de entrevista com o construtor. A variação de preços entre regiões pode ter influência no resultado final das pesquisas.

Jacoby e Peliesser (2011) ainda afirmam que a faixa de redução de custos entre 25 e 30%, são sustentados pela maioria das empresas fornecedoras dos blocos estruturais. Neste prisma, os resultados mais próximos aos obtidos neste estudo foram os de Olivier (2016) que encontrou uma vantagem econômica de 28% a favor da alvenaria estrutural.

6. CONCLUSÃO

Por meio da análise dos resultados apresentados, pode-se concluir que o sistema construtivo em alvenaria estrutural armada utilizando blocos cerâmicos é 29,15% mais econômico que o sistema comum executado em concreto armado e alvenaria de vedação. Essa diferença de custo foi unânime, tanto no preço total da mão de obra como nos valores referentes aos materiais de construção, pois esse sistema exige menor variedade e quantidade desses parâmetros para sua execução.

A economia no custo do sistema em alvenaria estrutural não foi a única encontrada, também se pode afirmar a diminuição do tempo de execução em 42,33%, sendo um fator primordial para atestar que a escolha do construtor do empreendimento, em optar por alvenaria estrutural, foi bem-sucedida.

Por outro lado, outros aspectos que influenciam na escolha do método de execução na construção civil, como: disponibilidade de materiais, distância de fornecedores, futuras patologias que a edificação possa apresentar (de acordo com os materiais utilizados na execução), qualidade padrão de acabamento e exigências do projeto arquitetônico. Isso faz com que a escolha levando em consideração a economia não possa ser levada em consideração em todos os casos, sendo necessária uma abordagem construtiva para cada empreendimento, de acordo com suas particularidades.

ANALYSIS OF DIRECT COSTS BETWEEN STRUCTURAL MASONRY AND REINFORCED CONCRETE: A CASE STUDY IN ARARUNA-PB

ABSTRACT

Investors and Brazilian construction companies have been looking for more and more savings in the execution of projects, so that they can profit more. Nowadays the most used constructive process in Brazil is the reinforced concrete, however other alternatives are being disseminated in the construction of buildings, being one of the main the structural masonry. In this context, the objective of this work was to carry out a budget analysis comparing the structure of a pavement of a building located in the city of Araruna-PB, made in two distinct forms: structural masonry and reinforced concrete to define whether structural masonry, by the builder of the building, would really be the most feasible process, taking into account the cost. The structural masonry can be executed in several ways, and in the work analyzed, it was opted for the execution in ceramic blocks with the presence of armor. The methods used to set up the budget were the analysis of the architectural and structural design, research with the manufacturer and the software ORSE, for price and quantity surveys. The analyzed parameters were: labor and construction materials. As a result of this study, it was obtained that the constructional system realized in structural masonry armed in ceramic blocks gave a saving of 29.15%, in relation to the reinforced concrete, being thus a good choice on the part of the constructor.

Keywords: Constructive Systems. Budget. Economy.

REFERÊNCIAS

- ANDRADA, B. L. C.; LONGO, O. C. **A relevância do orçamento detalhado no cumprimento de prazo de execução de contratos de obras públicas**. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- BASTOS P. S. S. **Fundamentos do concreto armado**, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, UNESP, São Paulo, 2006.
- BORGES, L. F. **Estudo de caso sobre fundações para edifícios em alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira: UNESP, 2006. Notas de aula. Disponível em: <<http://www.nepae.feis.unesp.br/Apostilas/Projeto%20de%20edificios%20de%20alvenaria%22estrutural.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2017.
- CARTILHA CREA-ES. **BDI – Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas**. CREA-ES. Vitória, 2009.
- CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118: 2003**. 2ª edição. São Paulo: Editora Edufscar, 2004.
- DIAS, P. R. V. **Preços de serviços de engenharia e arquitetura consultivo: empresas e profissionais**. 2. Ed., Rio de Janeiro: Copiare. 2003.
- FARIA, F. C.; SILVA, A. R. **Otimização das seções poligonais de elementos lineares de concreto armado sujeitas a flexão composta**. Anais do XXXVII Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, Brasília-DF, 2016.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3. Ed., São Paulo: PINI. 1997.
- GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de Planejamento e Orçamento de obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008.
- JACOBY, P. C.; PELISSER, F. **Comparação de custos de um edifício residencial executado em alvenaria estrutural e em concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense Criciúma, 2011.
- LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC. 1997.
- MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.

MICHELS, V. L.; ARAÚJO, J. F. B. **Estudo de caso – Comparativo dos custos diretos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e de concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

MÜLLER, D. A. **Levantamento quantitativo, orçamento e comparação de custos orçados x estimados pelo CUB em uma edificação residencial multifamiliar.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

NUNES, C. C.; JUNGUES, E. **Comparação de custo entre estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural de blocos de concreto para edifício residencial em Cuiabá-MT.** Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza-CE, 7 a 10 de outubro, 2008.

OLIVIER, B. G. **Estudo comparativo de custos entre um edifício executado em alvenaria estrutural e em concreto armado.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria estrutural: Sistema Construtivo.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de São Francisco, Itatiba, 2007.

PEDROSO, F. L. **Concreto: O Material construtivo mais usado no mundo. Concreto e Construções**, v.1, n.53, 2009.

PEREIRA, T. S.; ALVES, F. C.; GOMES, L. G.; SILVA, M. H.; ROSA, S. R.; SILVA, S. L. F.; PINTO, C. O. **Estudo Comparativo Entre Alvenaria Estrutural e Alvenaria de Vedação Comum.** Anais do VIII Encontro de Tecnologia da UNIUBE, Uberaba-MG, 28 a 30 de outubro, 2014.

PILLOTO, G. A.; VALLE, T. R. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

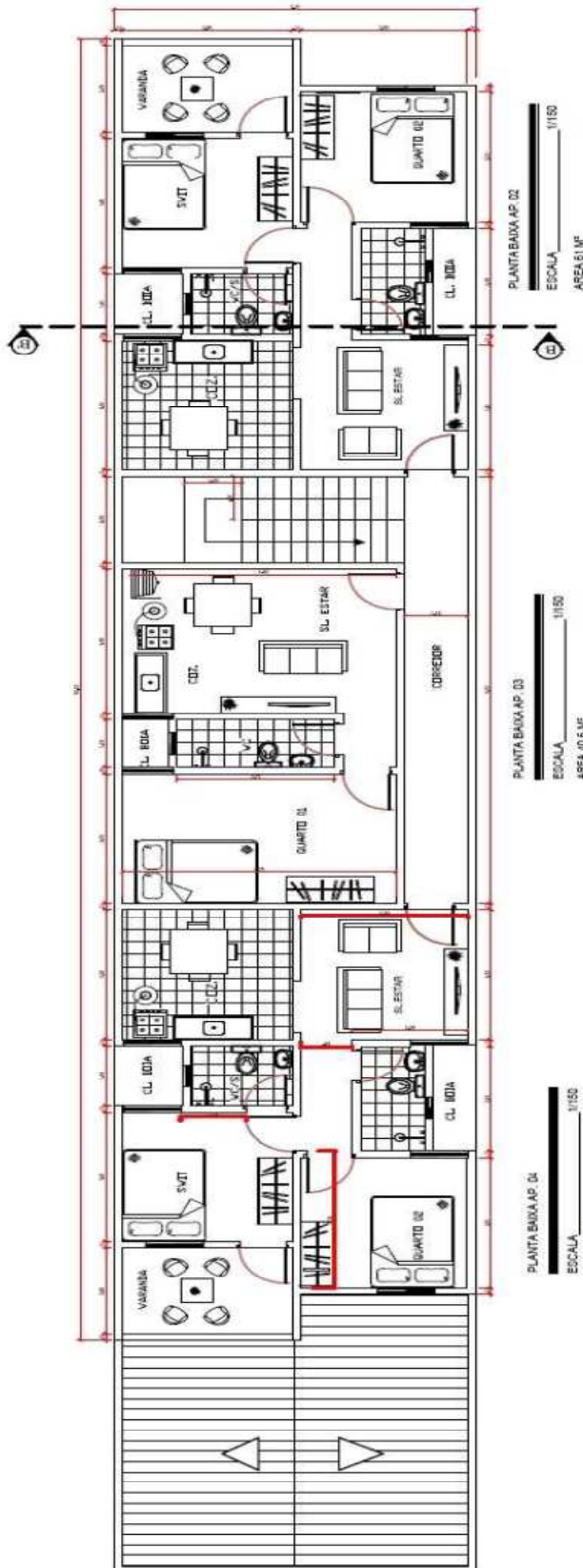
SILVA, A. H. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmicos e de concreto.** Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

TAUIL C. A.; NESSE F. J. M. **Alvenaria estrutural.** 1ª edição. São Paulo: Editora Pini, 2010.

UNIEMP. **Fórum Permanente das Relações Universidade-Empresa.** 2010.

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO (PAV. 01)

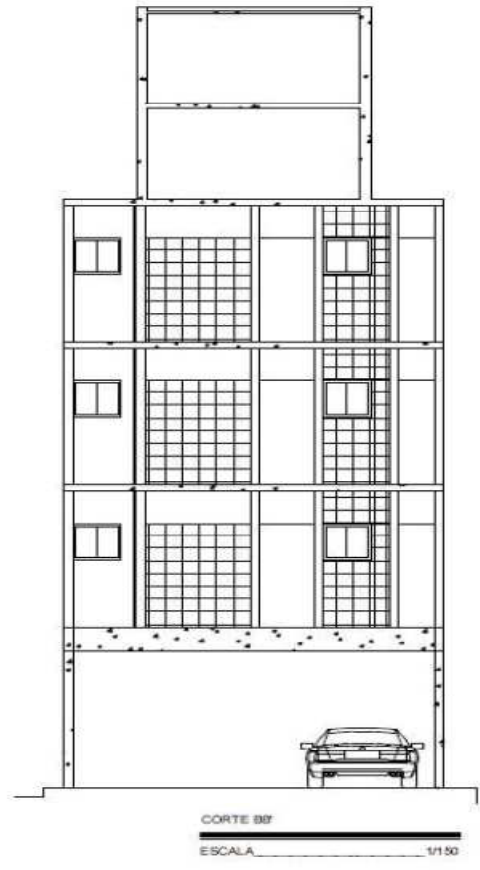
• PLANTA BAIXA E CORTE



PLANTA BAIXA AP 02
ESCALA 1/150
ÁREA 61 MF

PLANTA BAIXA AP 03
ESCALA 1/150
ÁREA 40,5 MF

PLANTA BAIXA AP 04
ESCALA 1/150
ÁREA 61 MF



CORTE BB
ESCALA 1/150