

# **COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE O MÉTODO CONSTRUTIVO DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM RELAÇÃO AO MÉTODO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO CERÂMICO PARA RESIDÊNCIAS DE PEQUENO PORTE**

Alexandre Dias de Melo <sup>1</sup>

Laísa C. Carvalho <sup>2</sup>

## **RESUMO**

Em projetos residenciais populares, um dos fatores mais relevantes é o custo. Diante deste fato, este artigo busca direcionar as vantagens econômicas que podem ser obtidas a partir da escolha correta do método construtivo, contrastando dois métodos, o método de concreto armado e alvenaria de vedação, tradicionalmente mais usado na cidade de Perdões - MG, com o método de alvenaria estrutural, que pode ser uma opção interessante a partir da oferta de blocos estruturais produzidos recentemente por uma empresa instalada na cidade. Este comparativo foi realizado a partir de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar com 58,6m<sup>2</sup>, o qual serviu de direcionamento para gerar os projetos estruturais, levantamento das composições de serviço baseado na tabela SINAPI, consumo de materiais e orçamentos com valores encontrados na cidade, conforme as características de cada método. Desta forma, esta pesquisa faz uma comparação quantitativa de consumo e custo de materiais e produção, buscando apresentar as vantagens e desvantagens econômicas de cada um dos sistemas, além de apresentar benefícios dos respectivos métodos.

**Palavras-Chave: Alvenaria estrutural; concreto armado; estruturas.**

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta um comparativo de custo entre o método construtivo de concreto armado e alvenaria de vedação em relação ao método de alvenaria estrutural com bloco cerâmico para residências de pequeno porte na cidade de Perdões, MG.

Ao iniciar um projeto residencial, um dos fatores mais preponderantes é o custo, especialmente em projetos populares. Escolher o método que melhor se adequa financeiramente ao projeto é fundamental, e é neste sentido que este trabalho busca esclarecer

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pelo UNIS

<sup>2</sup> Professora, Orientadora, Mestre e Coordenadora do curso de Engenharia Civil do UNIS.

se existe vantagem econômica ao utilizar o método de alvenaria estrutural se comparado ao método tradicional de estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação, em um projeto residencial unifamiliar de pequeno porte. Este tipo de obra é executada em ampla maioria em concreto armado, devido à cultura, a familiaridade dos técnicos e da mão de obra e materiais disponíveis na região nas últimas décadas. Porém, com o início da oferta de blocos estruturais por parte de uma indústria cerâmica instalada na cidade, abre-se a possibilidade do emprego da alvenaria estrutural, o que se faz necessário uma análise entre os métodos a fim de definir o melhor custo benefício.

A metodologia de pesquisa se dará de forma aplicada, buscando afirmar qual o melhor modelo de construção a ser empregado em residências de pequeno porte entre os métodos estudados, do ponto de vista econômico. O trabalho se apresenta também de forma explicativa quanto ao objetivo, expondo os motivos que dão vantagens e desvantagens a cada um dos métodos analisados e terá uma abordagem quantitativa, por basear-se em levantamento de custos de matérias, tempo e mão de obra para descrever a viabilidade do modelo de construção do ponto de vista econômico.

## **2 BREVE HISTÓRICO DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

Freitas Jr. (2013) descreve a alvenaria estrutural como um processo que tem como principal característica o uso da resistência das paredes como suporte principal das cargas, sendo construído sem pilares e vigas convencionais.

Segundo Mohamad et al. (2011), a alvenaria estrutural foi a principal técnica de construção desde a antiguidade até o início do século XX, sendo empregada de forma empírica em edifícios históricos e que resistem durante séculos, como as pirâmides do Egito, o Coliseu, a Catedral de Notre Dame, entre diversos outros monumentos.

A maior desvantagem deste processo no passado eram as grandes dimensões da largura das paredes para suportar o avanço vertical, que aumentava significativamente em função da altura a ser vencida, tendo mesmo em obras relativamente modernas o uso de paredes com 1,8m de largura nos primeiros andares como no caso do edifício Monadnock Building em Chicago, construído entre 1889 a 1893 para suportar seus 65m de altura.

No início do século XX, a alvenaria estrutural perde importância frente ao desenvolvimento do concreto armado, e em 1902 o engenheiro alemão Emil Mörsch pública

uma descrição com bases científicas do comportamento do concreto e ferro, desenvolvendo as primeiras teorias para dimensionamento e construção em concreto armado (BASTOS, 2006).

A alvenaria estrutural teve avanços técnicos significativos a partir das pesquisas e ensaios realizados na década de 1950, resultando em normas na Europa e América do Norte, gerando o desenvolvimento de elementos construtivos mais resistentes, e projetos mais bem elaborados, proporcionando paredes de dimensões reduzidas, aumentando a confiabilidade deste modelo construtivo (KALIL e LEGGERINI, 2009).

Segundo Silvestre (2013), no Brasil a alvenaria estrutural com o emprego de técnicas e elementos modernos só ganhou força no início da década de 1990 a partir da parceria de universidades e empresas para o desenvolvimento de equipamentos e materiais para a produção racional dos blocos estruturais, em concreto e em cerâmica. Ainda segundo o autor, o Brasil hoje é referência em edifícios altos neste sistema que tem seu melhor custo benefício em prédios de até 15 andares. Atualmente no Brasil existem edifícios que superam os 20 pavimentos construídos com alvenaria estrutural em blocos de concretos.

### **3 ELEMENTOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO CERÂMICO**

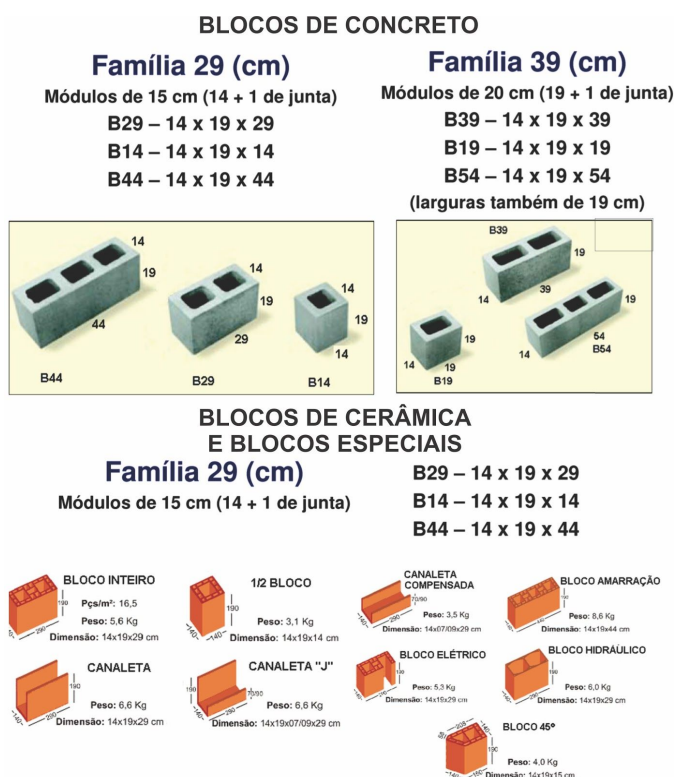
Na alvenaria estrutural todos os principais elementos têm a função de resistir às cargas do conjunto e estes elementos são os blocos estruturais, a argamassa, os grautes, as vergas, contravergas e cintas de respaldo. As normas que estabelecem os parâmetros para o projeto, execução e controle das obras em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos são as NBR 15812-1 e 15812-2 disponibilizadas em 2010.

#### **3.1 Blocos cerâmicos estruturais**

Os blocos estruturais mais comuns no mercado são fabricados em concreto e cerâmico e devem ter suas características dimensionais e resistências verificadas e certificado de acordo com as normas que os regem, pois eles são os elementos que devem resistir a todos esforços solicitados. A norma que regulariza estes elementos é a NBR 15961, 2011 para blocos de concreto e a NBR 15270, 2005 para blocos cerâmicos. A resistência mínima para o bloco ser considerado como estrutural é de 4,5 Mpa e pode superar a 16 Mpa em caso de construções de múltiplos pavimentos.

Os blocos são divididos por famílias, que são variações dimensionais de blocos desenvolvidos para permitir o encaixe modular. A figura 1 apresenta os dois grupos de blocos mais utilizados que são as famílias de blocos 29, que permitem a modulação a cada 15 cm e a família 39 permitindo modular a cada 20 cm.

Figura 1 - Famílias de blocos e blocos especiais



Fonte: Freitas Jr. 2013

É comum encontrar no mercado blocos especiais para facilitar a modulação, permitir a passagem de dutos e servir de formas em caso de grautes, vergas e cintas de respaldo.

Para a fixação dos blocos que forma a alvenaria utiliza-se a argamassa, que segundo a NBR 8798, é definida como sendo o elemento de ligação entre os blocos, destinado a distribuir de forma uniforme os esforços, sendo composto de cimento, agregado miúdo (areia), água e cal, podendo conter aditivos. Segundo a NBR 15812-1 a resistência da argamassa recomendada para alvenaria estrutural em bloco cerâmico é de no mínimo 1,5 MPa e no máximo 0,7 fbk (resistência a compressão do bloco) da área líquida do bloco. Para os projetos de alvenaria estrutural as juntas devem ser aplicada em forma de cordão com espessura de 10 mm e tolerância de 3 mm.

### **3.2 Grautes, vergas, contravergas e cintas de respaldo**

Os grautes são pontos verticais nos quais se anexam barras de aço e concreto usando a abertura dos blocos como forma, com a finalidade de aumentar a resistência e a rigidez da obra. A NBR 15812-2 determina que a dimensão mínima para o grauteamento é de 50 mm x 70 mm e a altura máxima para o lançamento do graute deve ser de 1,6 m, sendo necessário o lançamento em no mínimo duas etapas para completar a altura típica do pé direito. A norma ainda faz observações sobre a verificação e remoção de resíduos de argamassa nos furos, na necessidade de adensamento do concreto no momento do lançamento e na existência de ponto de verificação na base do graute para confirmar o seu correto preenchimento.

As vergas e contravergas segundo a NBR 15812 são vigas alojadas sobre e abaixo das aberturas (portas e janelas) com função exclusiva de transmitir as cargas para as paredes adjacentes. Este elemento se utiliza de blocos do tipo canaleta, servindo como forma para a inserção das barras de aço e concreto, dando rigidez e evitar trincas nas proximidades das aberturas. A mesma norma NBR 15812-2 determina o transpasse mínimo de 30 cm em cada extremidade das vergas e contravergas. Os mesmos elementos são usados nas cintas de respaldo contínuo, que são executados na finalização de todas as paredes do pavimento solidarizando o conjunto de paredes para resistir às cargas das lajes.

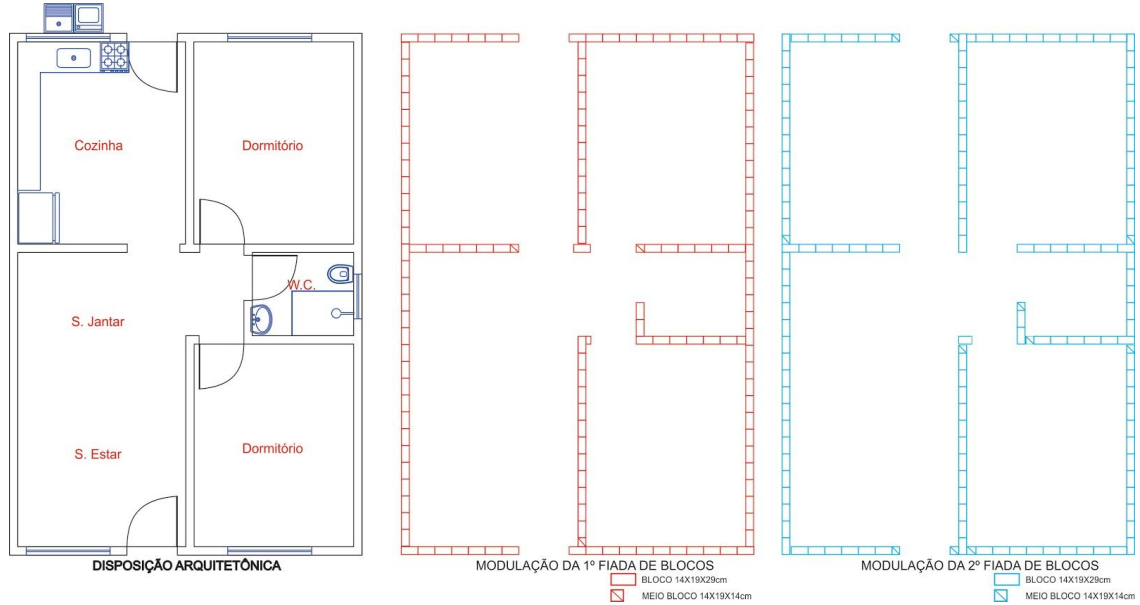
### **3.3 Projeto e modulação da alvenaria estrutural**

Cavalheiro (1999) define o projeto da alvenaria estrutural como sendo um sistema racionalizado, por exigir a integração dos projetos complementares na concepção estrutural e por não permitir adaptações e remoções no momento da execução, evitando assim desencontro de projetos. No projeto deve constar o posicionamento e as orientações das modulações descrevendo os elementos que devem ser usados em de cada trecho de parede, assim como deve ser executado as amarrações entre as alvenarias e pontos de reforço e grauteamento, proporcionando um claro entendimento na hora da execução.

O primeiro passo do projeto estrutural de alvenaria estrutural é a modulação dos blocos, que de uma forma simplificada é definir quais os blocos devem ser utilizados em um determinado grupo de paredes para atendendo a geometria do projeto arquitetônica. A NBR 5706 define como sendo uma técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as

medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular, e para isto deve se definir qual tipo de bloco será usado.

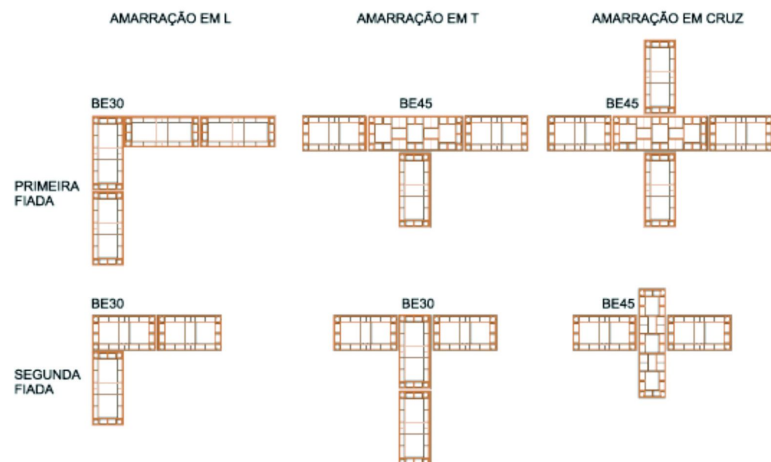
Figura 2 - Modulação horizontal



Fonte: O Autor

Outro fator fundamental no projeto é definir como serão realizadas as amarrações (ligações) entre as paredes. Freitas Jr. (2013) apresenta as amarrações em forma de “L”, “T” e em Cruz como sendo as tipicamente empregadas, estes modelos podem ser observados conforme figura 3.

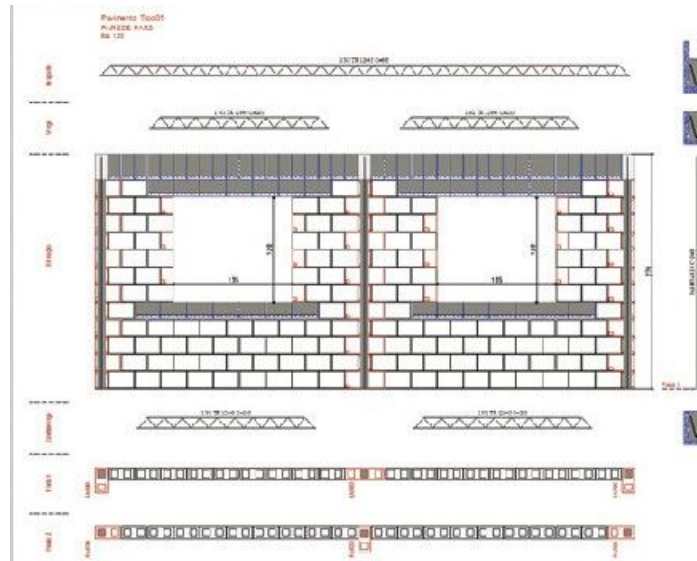
Figura 3 - Tipos de amarrações



Fonte: Pauluzzi Blocos Cerâmicos

Freitas Jr (2013) afirma que cada parede portante deve ter desenhada sua elevação, descrevendo a modulação vertical das paredes apresentando as fiadas. A figura 4 apresenta um exemplo de modulação vertical.

Figura 4 - Modulação vertical



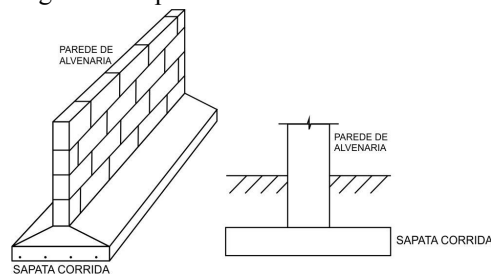
Fonte: Freitas Jr. (2013)

É fundamental na modulação vertical apontar os pontos de abertura, as vergas, contra vergas, cintas, assim como os pontos de graute e armaduras quando necessário.

### 3.4 Lajes e fundações

A alvenaria estrutural pode receber os sistemas de lajes tradicionais e comuns aos métodos construtivos similares, já as fundações normalmente são trabalhadas sobre sapatas corridas. A NBR 6122 define a sapata corrida como a “*sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento*”. Este tipo de fundação pode ainda conter ou não estacas, a fim de aumentar a área de distribuição das cargas lineares da alvenaria ao solo quando necessário. Bastos (2006) defende que a aplicação de sapatas corridas são mais comuns em construções de pequeno porte, onde o solo apresenta boa capacidade de resistência em suas camadas iniciais. A figura 5 apresenta uma representação simplificada dos elementos de sapata corrida e alvenaria.

Figura 5 - Sapata corrida e alvenaria



Fonte: O Autor

## **4 CONCRETO ARMADO E SEUS PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

O sistema construtivo de concreto armado faz uso de elementos compostos por aço envolvido por concreto, se baseando nas características resistentes destes materiais para resistir a todos os esforços solicitados. A NBR 6118 é a principal norma para projetos de estruturas de concreto e define o concreto armado como: “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”.

Segundo Bastos (2016) a primeira patente de um objeto criado a partir da junção dos elementos de concreto e aço aconteceu em meado do século 19 na França, e a partir de então, o aprimoramento da técnica vem sendo obtido através de ensaios e estudos, aprofundando a compreensão da sinergia entre os elementos, aprimorando os materiais e as técnicas de aplicações do concreto armado, sendo hoje uma das mais difundidas na construção civil.

Carvalho e Figueiredo Filho (2016) apresentam como as principais vantagens do sistema a boa resistência a maioria das solicitações, a boa trabalhabilidade dos elementos, a durabilidade, razoável relação de custo, a obtenção de estruturas monolíticas e a difundida técnica de execução utilizando estes elementos.

Bastos (2006) afirma que estes elementos podem ser classificados de acordo com sua geometria, exemplificando que quando uma das dimensões é preponderante as demais temos elementos lineares como barras, no qual se encaixa as vigas e pilares, quando o elemento apresenta duas dimensões muito superiores a terceira temos elementos bidimensionais como no caso de lajes, e quando as três dimensões apresentam a mesma ordem de grandeza dimensional temos elementos tridimensionais como é o caso dos blocos e sapatas de fundação.

### **4.1 Concreto armado**

Concreto é “um material de construção proveniente da mistura, em proporção adequada, de: aglomerantes, agregados e água”, (Pinheiro 2007). Os agregados são partículas minerais adicionados à mistura para aumentar seu volume e reduzir seu custo, sendo dividido entre agregados miúdos para materiais de dimensões entre 0,075mm e 4,8mm e agregados graúdo para materiais com dimensões superiores a 4,8mm.



Os aglomerantes segundo o mesmo autor são os elementos que unem os fragmentos de outros materiais, sendo no concreto portland o aglomerante mais empregado. A água tem a função de desencadear a reação química do cimento resultando no endurecimento em função do tempo.

Ainda segundo Pinheiro (2007), o cimento portland foi criado e patenteado pelo Inglês Joseph Asdin em 1824, desenvolvido a partir da queima de calcárias e argila. A massa obtida do composto de cimento apresentou alta resistência à compressão, porém não apresentou a mesma resistência quando submetido a tração.

O aço vem sendo aplicado em estruturas a partir do momento em que se tornou economicamente viável, o que aconteceu no final do século 18, com o avanço da revolução industrial. No século 19 o aço ganha empregabilidade em forma de barras junto ao concreto, formando o concreto armado, que possibilita a estes elementos resistir a esforços de tração e compressão, trabalhando de forma unificada (BASTOS, 2016).

A norma que especifica o aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado é a NBR 7480 e junto com a NBR 6118 e demais referências técnicas delimitam as aplicações de forma segura aos elementos de concreto armado.

## **4.2 Principais elementos do concreto armado**

Dentre os elementos que constitui uma obra residencial típica de concreto armado estão as lajes, vigas, pilares e os fundações como elementos portantes, que segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2016), são os responsáveis por resistir às diversas ações e garantir o equilíbrio das edificações. Estes elementos são normalmente associados a elementos de vedação, que podem ser compostos de blocos ou tijolos tipicamente feitos de material cerâmico ou concreto e com a finalidade de fechamento, proteção, privacidade e conforto.

Segundo Pinheiro (2007) as lajes são elementos em formato de placas as quais recebem as cargas permanentes e de ocupação e as transmitem aos apoios, estes elementos ainda exercem a função de contribuir com o contraventamento horizontal das estruturas. Bastos (2006) aponta a existência de diversas tipos de lajes, sendo as mais comuns denominadas como maciças, nervuradas, lisa e cogumelo. Dentre os tipos de lajes a que apresenta maior índice de aplicabilidade em residências de pequeno porte são as lajes nervuradas com treliças pré fabricadas.

Segundo a NBR 6118, as vigas “*são elementos lineares em que a flexão é preponderante*”. Bastos (2006) as descreve como barras horizontais, encarregadas de receber as cargas das ações das lajes, outras vigas, paredes, e eventualmente pilares, possibilitando vencer vãos livres e retransmitindo as cargas aos pilares. A largura mínima de uma viga deve ser de 12cm, podendo excepcionalmente chegar a 10 cm desde que seja seguida as condições estabelecidas no item 13.2.2 da NBR 6118.

A NBR 6118 define pilar como “*elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças são preponderantes*”. Estes elementos são responsáveis por transmitir todas as cargas da estrutura até as fundações. Bastos (2006) afirma que os pilares são os elementos de maior importância nas estruturas, especialmente pelo aspecto da segurança. A NBR 6118 especifica que sua menor dimensão admissível é de 360 cm<sup>2</sup>, sendo que sua menor dimensão não pode apresentar dimensão menor que 19 cm. A norma faz ressalvas para casos especiais, podendo este valor ser reduzido a até 14cm, desde que seja aplicado um coeficiente de majoração aos esforços solicitados de cálculo seguindo os valores da norma descritos no item 13.2.3.

Estruturas de concreto armado de pequeno porte, com baixa cargas normalmente utilizam-se de fundações superficiais para transmitir as cargas ao solo. A NBR 6122 define fundações superficiais como:

Elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Em fundação superficial para obras em concreto armado com cargas relativamente baixas onde o solo apresenta boa resistência um dos elementos mais comum são as sapatas. As sapatas são blocos armados e tem suas dimensões calculadas a partir do diagrama de tensão resistente do solo, sendo que a NBR 6122 exige as dimensões mínimas de 60cm nas duas direções, a armadura deve ser calculada para resistir a flexão e a altura deve estar de acordo com o item 22.6.4.1.2 da NBR 6118 no que trata da ancoragem da armadura de arranque para o pilar além da verificação de resistência ao puncionamento.

A norma NBR 15270-1 define os blocos cerâmicos de vedação como “*Componentes da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém*”, e que estes são aplicados em alvenarias externas e internas que não têm a função de resistir a cargas verticais, além do peso próprio da alvenaria a qual compõe. Os blocos são

ofertados em diversas dimensões, sendo algumas das dimensões mais comuns os blocos de 29cm por 19cm com as variações de profundidade variando entre 9 cm e 14 cm, sendo que suas dimensões deve se manter nas margens de 5mm de tolerância. A NBR 15270-1 determina que a resistência mínima de um bloco cerâmico de vedação seja 1,5 Mpa, e define ainda parâmetros de índice de absorção d'água, planeza, esquadro e espessura das paredes do bloco.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi executado a partir da criação de um projeto arquitetônico residencial hipotético com 58,6m<sup>2</sup>, apresentado na figura 6, instalado em terreno plano, com camada superficial do solo de boa resistência.

Figura 6 - Projeto arquitetônico

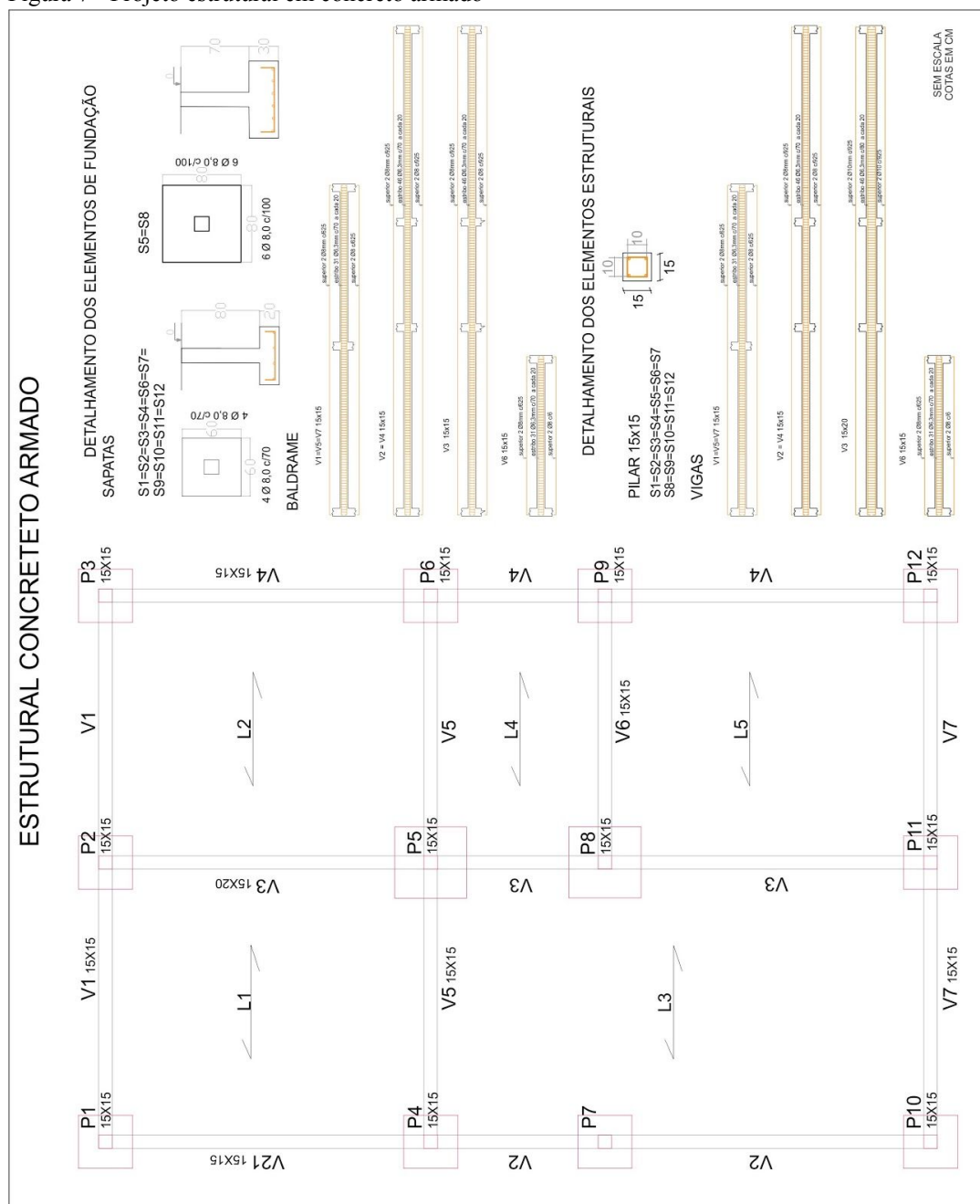


Fonte - O Autor

A partir do projeto arquitetônico foram realizados cálculos para o desenvolvimento dos projetos estruturais. Os projetos estruturais e suas respectivas verificações de cálculos foram baseados nas normas NBR 6118 para o projeto de concreto armado e na NBR 15812 para o projeto de alvenaria estrutural, e nas demais normas complementares.

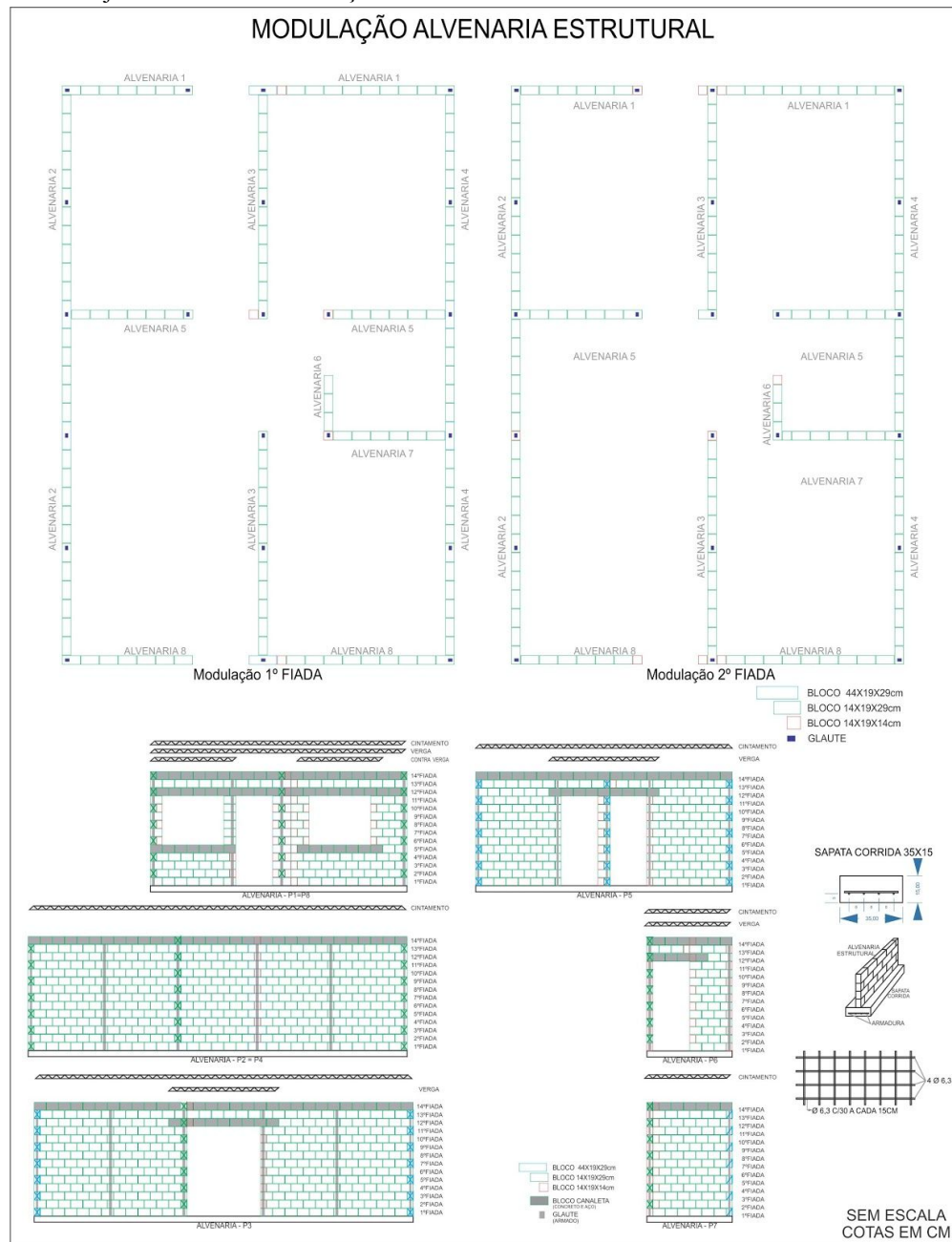
Algumas adaptações foram necessárias para a viabilidade do projeto de construções de pequeno porte, seguindo o discernimento da norma NBR 15575 que trata do desempenho das construções habitacionais, resultando nos projetos estruturais para concreto armado (figura 7) e projeto estrutural para alvenaria estrutural (figura 8).

Figura 7 - Projeto estrutural em concreto armado



Fonte - O Autor

Figura 8 - Projeto estrutural e modulação da alvenaria estrutural



Fonte - O Autor

Em posse dos projetos estruturais foram realizados os levantamentos quantitativos dos elementos relevantes, calculando o consumo dos materiais, como volume de escavação e de concreto de acordo com a soma dos volumes dos elementos, área de forma, de acordo com o necessário para a conformação dos elementos de concreto, peso total do aço somando as barras necessárias em todos elementos armados, número de blocos e argamassa de assentamento e reboque de acordo com a área de alvenaria, e a soma do consumo de tempo e custo da mão de obra obtidos através das composições de serviços. Para o comparativo entre os métodos construtivos, foram considerados as fundações, os elementos portantes da

estrutura, a alvenaria e o revestimento de argamassa (reboco). Foram excluídos deste comparativo as lajes, pisos, acabamentos e instalações gerais por se acreditar que os resultados têm potenciais de resultados similares em ambos os métodos.

Para possibilitar o comparativo entre os métodos construtivos foi levantado o consumo de concreto, aço, forma e volume escavado, e também levantado as etapas e composições necessárias para a execução dos itens a ser comparados, fazendo uso do catálogo de composição analítica do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). As composições detalhadas foram minimamente adaptadas, quando necessário, a fim de melhor se encaixar às necessidades dos projetos. Foram preenchidas com os dados obtidos dos projetos estruturais e com os valores referentes a cada item, obtido a partir da consulta do valor médio da mão de obra especializada, desconsiderando impostos e dos orçamentos realizados em empresas de comércio de materiais para a construção civil instaladas na cidade de Perdões. As composições em forma de tabela estão dispostas no apêndice A.

## **6 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Para possibilitar a reprodução e/ou o entendimento dos resultados dos projetos algumas considerações utilizadas pelo autor são importantes. A carga atuante nas vigas foram calculadas considerando o peso da laje, cobertura e carga acidental, resultando no valor de cálculo de  $4,5 \text{ kN/m}^2$ , distribuídas pelo método racional de cálculo de lajes armada em uma direção, e foi adicionado o peso próprio da viga no caso da estrutura em concreto armado, com exceção das vigas no envolto da laje 4 que foi adicionado a carga proveniente do reservatório de água de 500 L. Os momentos atuantes nas vigas e as reações nos pilares foram encontrados com o uso do software Ftool<sup>11</sup>. Os elementos de concreto armado foram calculados, verificadas e ajustados para atender a NBR 6118, com exceção da área mínima do pilar, que está abaixo dos  $360 \text{ cm}^2$  exigidos. A redução da seção está embasada na NBR 15575, no item 7.2.2.1.

As dimensões finais das vigas e pilares foram obtidas a partir de múltiplos de 5 cm buscando obter o máximo de padronização nas dimensões das formas e armaduras, para facilitar as armações e reduzir os custos operacionais.

---

<sup>1</sup> Ftool é uma ferramenta para análise estrutural bidimensional, desenvolvida na PUC - RIO

No caso do dimensionamento dos elementos portantes da alvenaria estrutural foram consideradas as mesmas cargas provenientes das lajes e coberturas, adicionando agora o peso próprio da parede, e foram seguidas as especificações da NBR 15270. Como elemento portante principal foi considerado os blocos estruturais cerâmicos de dimensões 14x19x29, com resistência nominal de 4,5Mpa. Para a verificação de resistências de prisma, foi considerando 0,75 da resistência nominal do bloco. Os elementos de graute não foram considerados nos cálculos, sendo adicionados apenas para aumentar a rigidez da obra nos pontos de vulnerabilidade, como próximo a aberturas e em grandes vãos de paredes.

Para o cálculo das fundações foi considerado o solo com resistência superficial de 3 kgf/cm<sup>2</sup>. Esta consideração possibilitou o dimensionamento de fundações rasas de sapatas isoladas no caso do concreto armado e sapatas corridas no caso da alvenaria estrutural, conforme descritas nos projetos estruturais, seguindo as especificações da NBR 6122. A sapata corrida teve um acréscimo de área por critério do projetista, a fim de atender uma recomendação comum no mercado de usar dimensão mínima igual a largura da parede mais 10 cm para cada lado.

Ambas as alvenarias foram utilizadas blocos com 14 cm de largura, porém, para o cálculo de consumo de argamassa de revestimento (reboco) foram considerados critérios diferentes nas paredes internas, sendo justificada o menor consumo nas paredes internas de alvenaria estrutural devido a superior qualidade dimensional comum aos blocos estruturais e na inevitável regularidade da execução da alvenaria estrutural, obtendo assim uma superfície mais regular e conseqüentemente necessitando de uma espessura inferior de revestimento. O mesmo critério não foi seguido nas paredes externas por ser recomendado aplicar uma camada mais espessa em ambas as alvenarias para evitar trincas e absorção de umidade.

Ao analisar os projetos estruturais, assim como as composições referenciadas na tabela SINAPI, ficam claras as diferenças de concepção e execução entre os métodos construtivos. Todavia é necessário uma verificação mais minuciosa a fim de entender quais pontos apresentam superior relevância do ponto de vista econômico.

Desta forma foi levantado os dados sobre consumo e/ou custos do concreto, aço, forma, argamassa, blocos, tempo de execução e custo da mão de obra, possibilitando estratificar a diferença de consumo entre os métodos construtivos, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de consumo

CONSUMO - ALVENARIA ESTRUTURAL								
	Concreto (m³)	Aço (Kg)	Forma (m²)	Escavação (m³)	Argamassa (m³)	Blocos (R\$)	Mão de obra (R\$)	Tempo (Dias)
Sapata corrida	2,72	76,15		2,72			1177,53	4,65
Groutes	0,36	25,44					136,04	0,82
Vergas e contra vergas	0,38	21,92					147,00	0,88
Cintamento	0,75	51,80					285,75	1,72
Alvenaria					1,70	2906,99	1987,73	10,44
Reboco					8,17		2657,41	16,92
Total	4,21	175,31	0,00	2,72	9,87	2906,99	6391,46	35,43
Total (R\$)	1276,65	979,98	0,00	217,73	259,59	2906,99	6391,46	

CONSUMO - EM CONCRETO ARMADO								
	Concreto (m³)	Aço (Kg)	Forma (m²)	Escavação (m³)	Argamassa (m³)	Blocos (R\$)	Mão de obra (R\$)	Tempo (Dia)
Sapatas e baldrames	2,27	157,86		6,01			1266,53	7,05
Pilares	1,03	70,93	27,36				1334,48	6,27
vigas	1,19	120,54	22,88				1140,70	5,10
Vergas e contra vergas	0,38	21,92					147,00	0,88
Alvenaria					1,44	1254,10	1838,40	9,60
Reboco					9,56		2924,18	16,92
Total	4,87	371,25	50,24	6,01	11,00	1254,10	8651,29	45,83
Total (R\$)	1476,78	2075,29	2200,80	479,86	289,19	1254,10	8651,29	

Fonte: O Autor

Comparando os dados da tabela 1, podemos observar que o método de alvenaria estrutural apresenta um menor consumo do concreto (13,55%), aço (52,78%), forma, escavação (54,63%), argamassa (10,24%), custo com mão de obra (26,12%) e tempo de execução, considerando 8 horas/dia de um servente e um pedreiro (22,69%).

O único ponto vantajoso ao método de concreto armado foi o valor gasto com blocos de vedação que apresenta valor inferior ao bloco estrutural, representando uma redução no custo de 56,86%, reduzindo assim o desequilíbrio entre os métodos.

A tabela 2 apresenta um resumo das composições, apresentando quais etapas foram consideradas em cada método e seus respectivos custos.

Tabela 2 - Resumo das composições.

RESUMO DA COMPOSIÇÕES - ALVENARIA ESTRUTURAL				RESUMO DAS COMPOSIÇÕES - ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO E ALVENARIA VEDAÇÃO			
COMPOSIÇÃO	UNI.	CONSUMO	CUSTO	COMPOSIÇÃO	UNI.	CONSUMO	CUSTO
ESCAVAÇÃO MANUAL	M3	2,725	217,7616	ESCAVAÇÃO MANUAL	M3	6,005	479,8746
CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3	M3	4,2124	1276,639	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3	M3	4,87	1475,936
LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENS. E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS	M3	4,2124	447,1252	LANÇAMENTO COM BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO	M3	4,87	516,9262
ARMAÇÃO, SAPATA CORRIDA	KG	70	612,5403	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA	KG	157,86	1381,366
ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29	M2	121	5254,714	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA	KG	191,47	1522,342
VERGAS E CINTAMENTO DE BLOCOS CANALETA ARMADA COM TRELIÇA TG8L	M	78,6	1624,993	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA	M2	27,36	1210,42
GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:1,6:1,9	M3	0,355	252,63	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA	M2	22,875	1002,12
MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, ESPESSURA DE 20MM,	M2	87,36	1701,162	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29CM	M2	122	3371,712
MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, ESPESSURA DE 10MM,	M2	166	2307,857	VERGA COM BLOCOS CANALETA ARMADA COM TRELIÇA TG8L	M	26,7	552,0014
<b>TOTAL</b>			<b>13695,42</b>	<b>TOTAL</b>			<b>16446,38</b>

Fonte: O Autor



Como pode ser observado na tabela 2, existe uma considerável diferença no custo final das composições (16,73%). A diferença econômica apresenta valor próximo do descrito na literatura e em estudos como o de Delatorre, (2014) e Silva et, al, (2017). O custo superior do concreto armado pode ser explicado pelas seguintes observações:

O maior consumo de concreto, aço e forma no método de concreto armado se explicam pela concepção do método, onde utiliza-se estes materiais na concepção dos elementos portantes, ao contrário da alvenaria estrutural que utiliza as paredes compostas por blocos estruturais como elemento portante.

Observando o resumo das composições (tabela 2), no método de concreto armado a maior diferença está nos custos de montagem de forma e na armação de pilares e vigas, fatores que são inexpressivos na alvenaria estrutural. Do ponto de vista da alvenaria estrutural a maior diferença no custo está na própria alvenaria, devido ao custo dos blocos estruturais, que são em média duas vezes maior que o bloco de vedação.

Entre as fundações, a sapata corrida apresentou um maior consumo de concreto, porém em função da baixa taxa de armadura se apresenta viável e economicamente mais interessante que a sapata isolada e a viga baldrame para este projeto (18%), outra vantagem no caso das sapatas corridas está na maior área de distribuição das cargas ao solo, reduzindo assim o risco de recalque parcial.

A alvenaria estrutural exige por norma blocos estruturais com menor tolerância dimensional, assim como o cuidado no alinhamento e prumo das paredes, a qualidade da alvenaria proveniente destas exigências promovem uma redução significativa no consumo de argamassa de reboco neste projeto (18,75%). No caso da alvenaria de vedação existe tradicionalmente um maior descuido nesta etapa, porém, tecnicamente o mesmo princípio pode ser aplicado a alvenaria de vedação, escolhendo bons fornecedores de blocos e fiscalizando / conscientizando os operadores, a fim de obter qualidade na execução da alvenaria e conseqüentemente redução no consumo de argamassa para reboco.

Por necessitar de um número menor de etapas, a alvenaria estrutural apresenta uma grande vantagem na utilização da mão de obra, tanto em tempo de execução, por apresentar um melhor equilíbrio das horas úteis de trabalho entre o ajudantes e o pedreiro, quanto em custo, por necessitar de um número menor de etapas que exige profissionais especialistas como armador e carpinteiro.

A alvenaria estrutural apresenta ainda algumas vantagens não quantificadas neste trabalho, e que podem ser objeto de estudos futuros, como a racionalização de materiais e a redução significativa no volume de entulho. A redução do desperdício se deve ao processo de modulação, estudo prévio da compatibilização dos projetos, o baixo uso de madeira para formas e por não admitir quebras parciais dos blocos e paredes portantes (Bastos, 2009). Estes fatores amplia a vantagem econômica do sistema e reduz o impacto ambiental.

Ambos os métodos apresentam vantagens e singularidades, mas observando os dados obtidos neste trabalho, fica claro que o método da alvenaria estrutural apresenta a melhor opção econômica para este projeto, assim como para projetos com características similares e deve ser estimulada.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conforme observado nos resultados deste trabalho, pode se afirmar que o método de alvenaria estrutural apresenta uma vantagem econômica se comparado ao sistema de concreto armado, e deve ser indicada ao cliente sempre que o projeto apresentar características compatíveis com o sistema, favorecendo entre outros aspectos a racionalização e economia de recursos.

Tecnicamente a alvenaria estrutural não apresenta um desafio superior se comparado ao concreto armado, nem em sua concepção e nem na execução, sendo em muitos aspectos similares, e aparentemente só não é mais utilizada na região por falta de conhecimento e interesse dos profissionais em apresentar soluções econômicas e diferentes das rotineiras, especialmente para pequenos projetos.

O comparativo entre os dois sistemas construtivos deste trabalho serve como estímulo para profissionais que pretendem ou atuam no ramo da construção civil, sinalizando a importância de estarem alinhados com o que o mercado oferece, buscando a ampliação e a reciclagem do conhecimento a todo momento.

É indiscutível que cada projeto apresenta particularidades que devem ser analisadas para que seja possível propor o método construtivo de acordo com as necessidades econômicas, estruturais e arquitetônicas, mas para isso é necessário buscar conhecimento diversificado e entender que as técnicas não são concorrentes no mercado da construção civil, e sim soluções que podem e devem ser estimuladas, inclusive com a aplicação de ambas no mesmo projeto, ou mesmo empregando outros elementos como pré-moldados diversos,

madeira e aço, assim aproveitando o melhor de cada sistema, possibilitando apresentar soluções criativas, seguras e econômicas.

**COMPARISON OF COST BETWEEN THE CONSTRUCTIVE METHOD OF  
REINFORCED CONCRETE AND MASONRY SEALING IN RELATION TO THE  
STRUCTURAL MASONRY METHOD WITH CERAMIC BLOCK FOR SMALL  
RESIDENCES.**

**ABSTRACT**

In popular residential projects, one of the most relevant factors is cost. Given this fact, this article seeks to direct the economic advantages that can be obtained from the correct choice of the constructive method, contrasting two methods: the method of reinforced concrete and masonry of sealing, traditionally most used in the Perdões city, Minas Gerais State, with the structural masonry method, which may be an interesting option from the supply of structural blocks recently produced by a company installed in the city. This comparative was carried out from an architectural project of a single-family residence with 58.6 m<sup>2</sup>, which served as a guide to generate the structural projects, survey of the services based on the SINAPI table, consumption of materials and budgets with values found in the city, according to the characteristics of each method. In this way, this research makes a quantitative comparison of consumption and cost of materials and production, seeking to present the economic advantages and disadvantages of each of the systems, besides presenting benefits of the respective methods.

**Keywords:** Structural masonry; reinforced concrete; structures.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos. NBR 15812-1, ABNT, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 1: Projetos. NBR 15961-1, ABNT, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras. NBR 15961-2, ABNT, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. NBR 15270-1, ABNT, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. NBR 15270-2, ABNT, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Coordenação Modular da Construção. NBR 5706, ABNT, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos: Projetos. NBR 6118, ABNT, 2014.

BASTOS, P. S. do S. Históricos e principais elementos estruturais de concreto armado. São Paulo. 2006. Disponível em:  
<[http://www.deecc.ufc.br/Download/TB798\\_Estruturas%20de%20Concreto%20I/HIST.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/TB798_Estruturas%20de%20Concreto%20I/HIST.pdf)>  
Acesso em: 06 Mar. 2018.

CARVALHO, R. C.; FIGUEREDO F., J. R.de. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de Concreto Armado: Segundo a NBR 6118:2014. 4ª ed. EduUFSCar, São Carlos, 2016.

CAVALHEIRO, O. P. Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual. Salvador: Jornal da ANICER - Edição Especial, p. 4, 30 ago. 1999.

DELLATORRE, L. A. Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

FREITAS JR., J. de A. Construção Civil II (TC-025): Alvenaria Estrutural. Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia. 2013. Disponível em:  
<[http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025\\_Alvenaria\\_estrutural\\_A\\_x.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025_Alvenaria_estrutural_A_x.pdf)>.  
Acesso em 07 Mar. 2018

KALIL, Sílvia Baptista; LEGGERINI, Maria Regina. Estruturas Mistas – Concreto Armado X Alvenaria Estrutural. 2009. Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MOHAMAD, G. et al. CONSTRUÇÕES EM ALVENARIA ESTRUTURAL - Materiais, projeto e desempenho. Ed. Blucher, São Paulo, 2015.

PINHEIRO, Libânio M. Fundamentos do Concreto e Projetos de Edifícios. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

SILVA D. B. M. et al. Análise comparativa entre alvenaria estrutural e concreto armado. Rev. Educ. Meio Amb. Saú. V.7 N 4 Out/Dez- 2017

SILVESTRE, Michelli. Alvenaria estrutural em pauta. 14 out .2013 Disponível em:  
<<http://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/alvenaria-estrutural-em-pauta/>>. Acesso em: 07 Nov 2018.

APÊNDICE A

COMPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL

COMPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EM ALVENARIA ESTRUTURAL		CUSTO		CUSTO	
QTD	UNID	UNID	UNID	UNID	UNID
96522	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE CORDOÃO OU SAPATA, SEM PREVISÃO DE FORMA. AF_06/2017	M6	2,725	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
		H	2,381	RS 7,50	RS 17,95
		H	4,147	RS 15,00	RS 62,20
			TOTAL	RS 217,76	
92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,000	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
		KG	1,110	RS 4,80	RS 5,33
		H	0,002	RS 7,50	RS 0,02
		H	0,016	RS 15,00	RS 0,24
			TOTAL	RS 5,59	
94964	CONCRETO FCK = 20MPa, TRAÇO 1:2:7:3 (CIMENTO, AREIA MÉDIA, BRTA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M6	4,212	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
370	AREIA MÉDIA - POSTO JAZI DA FORNECEDOR (RETI RAO VA JAZI DA, SEM TRANSPORTE)	M6	0,785	RS 80,00	RS 62,84
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	322,980	RS 0,40	RS 130,21
4721	PIEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM) POSTO PEDREIRA FORNECEDOR, SEM FRETE	M6	0,587	RS 120,00	RS 70,52
		H	2,530	RS 7,50	RS 18,98
		H	1,600	RS 7,50	RS 12,00
88830	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA 400 L. CAPACIDADE DE MISTURA 280 L. MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DI URNO. AF_10/2014	CHP	0,830	RS 6,00	RS 4,98
88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CH DI URNO. AF_10/2014	CH	0,780	RS 6,00	RS 4,68
			TOTAL	RS 176,64	
92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015	M6	4,212	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
88262	CARPITEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,846	RS 15,00	RS 27,69
		H	1,846	RS 15,00	RS 27,69
		H	5,538	RS 7,50	RS 41,54
90586	VI BRADOR DE 1 MERSA, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, - CHP DI URNO. AF_06/2015	CHP	0,672	RS 5,00	RS 3,36
90587	VI BRADOR DE 1 MERSA, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, - CH DI URNO. AF_06/2015	CH	1,174	RS 5,00	RS 5,87
			TOTAL	RS 447,13	
337	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA SAPATA CORRIDA 36X15 UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM	KG	70,000	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
39017	ESPACADOR / DI STANADOR C/ ROLLAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERSALHAO "4,2 A 12,5" - MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,967	RS 0,05	RS 0,10
		H	0,084	RS 6,00	RS 0,50
		H	0,195	RS 12,50	RS 2,44
		KG	1,000	RS 5,59	RS 5,59
			TOTAL	RS 632,54	
87369	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICAMENTE EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M6	1,000	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
370	AREIA MÉDIA - POSTO JAZI DA FORNECEDOR (RETI RAO VA JAZI DA, SEM TRANSPORTE)	M6	1,260	RS 80,00	RS 100,80
1106	CAL H DRATADA CH I PARA ARGAMASSAS	KG	188,940	RS 0,20	RS 37,79
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	181,070	RS 0,40	RS 72,43
		H	11,370	RS 7,50	RS 85,28
			TOTAL	RS 296,29	
89293	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29 (ESPESURA DE 14 CM, PAREDES COM ALTO LADO, MARGEM QUADRA, MARGEM, SEM VÁZIOS, UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2014	M2	121,000	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
34566	BLOCO ESTRUTURAL CERAMIC 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	15,600	RS 1,38	RS 21,43
34649	CAVALETA ESTRUTURAL CERAMIC 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	1,300	RS 1,50	RS 1,95
34788	MELIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMIC 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	0,710	RS 0,77	RS 0,55
87367	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICAMENTE EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M6	0,014	RS 296,29	RS 4,15
		H	0,510	RS 15,00	RS 7,65
		H	0,410	RS 7,50	RS 3,08
			TOTAL	RS 5,254,71	
VERGAS E ENTUMENTO MEDIANA (N LUGO COM UTILIZANDO DE BLOCOS CAVALETA PARA JANELAS COM ATE 1,5 M DE VAG)	M	78,600	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO	
CAVALETA CONCRETO 19 X 19 X 29 CM (CLASSE C - NBR 6156)	UN	3,330	RS 1,50	RS 4,99	
PIEDRA DE MADEIRA NATIVA / REG ONAL 7,5 X 7,5 CM (3X3) MO APARELHADA	M	0,352	RS 3,50	RS 1,23	
FORMA DE MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 15 CM (1 X 3"), NAO APARELHADA	M	0,176	RS 3,20	RS 0,57	
ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICAMENTE EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 600 L. AF_06/2014	M6	0,002	RS 296,29	RS 0,59	
PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,269	RS 15,00	RS 4,04	
SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,134	RS 7,50	RS 1,01	
GRAUTE FCK=20 MPA, TRAÇO 1:0,04:1,6:1,9 (CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRTA 0) - PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L. AF_02/2015	M6	0,014	RS 296,29	RS 4,15	
TRELIÇA TUBIL COM BANZO DIAMETRO DE 6,3 MM	M	1,000	RS 4,49	RS 4,49	
			TOTAL	RS 1.624,99	
87369	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, AREIA GROSSA, BRTA 0) PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM PAREDES INTERNAS DE PAREDES, ESPESURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALLAS. AF_06/2014	M2	0,36	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
132	ADITIVO PLÁSTICO RETARDADOR DE SECAGEM E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO	L	1,51	RS 9,44	RS 14,16
367	AREIA GROSSA - POSTO JAZI DA FORNECEDOR (RETI RAO VA JAZI DA, SEM TRANSPORTE)	M6	0,97	RS 80,00	RS 78,40
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	361,01	RS 0,40	RS 144,40
4720	PIEDRA BRITADA N. 0 (OU PEDRESCO (4,8 A 9,5 MM) POSTO PEDREIRA FORNECEDOR, SEM FRETE	M6	0,57	RS 120,00	RS 68,40
		H	2,96	RS 7,50	RS 22,20
88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DI URNO. AF_10/2014	CHP	0,91	RS 6,00	RS 5,46
88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRI FASE COM POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CH DI URNO. AF_10/2014	CH	2,05	RS 6,00	RS 12,30
		KG	71,38	RS 5,59	RS 399,13
			TOTAL	RS 252,63	
87369	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICAMENTE EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M6	87,360	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
370	AREIA MÉDIA - POSTO JAZI DA FORNECEDOR (RETI RAO VA JAZI DA, SEM TRANSPORTE)	M6	0,038	RS 296,29	RS 11,26
1106	CAL H DRATADA CH I PARA ARGAMASSAS	KG	0,470	RS 15,00	RS 7,05
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	0,171	RS 7,50	RS 1,28
			TOTAL	RS 1.701,16	
87369	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICAMENTE EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO. PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M6	166,000	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
370	AREIA MÉDIA - POSTO JAZI DA FORNECEDOR (RETI RAO VA JAZI DA, SEM TRANSPORTE)	M6	0,019	RS 296,29	RS 5,63
1106	CAL H DRATADA CH I PARA ARGAMASSAS	KG	0,470	RS 15,00	RS 7,05
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	0,171	RS 7,50	RS 1,28
			TOTAL	RS 2.307,86	



COMPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
92410	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIM LARES COM AREA MEDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> , PE- DI RETO SI MPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZANDO 20MM DE ESPESSURA DE TALAÇOS, EM MADEIRA SERRADA, DE BASE OLEOSA ENLUSI ONADA	L	0,017	R\$ 11,60	R\$ 5,40
2692	DESOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA ENLUSI ONADA EM AGUA	KG	0,027	R\$ 7,90	R\$ 5,84
40304	PREGO DE AÇO DILDO COM CABEÇA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 1 1/2)	H	0,428	R\$ 7,50	R\$ 87,42
	AJUDANTE DE CARPITEIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,324	R\$ 15,00	R\$ 953,77
92269	FABRICAÇÃO DE FORMAS PARA PILARES E ESTRUTURAS SIM LARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM AF 12/2015	M <sup>2</sup>	0,275	R\$ 21,00	R\$ 158,00
	TOTAL			R\$ 1.210,42	
92448	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PE DI RETO SI MPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZANDO 20MM DE ESPESSURA DE TALAÇOS, EM MADEIRA SERRADA, DE BASE OLEOSA ENLUSI ONADA	M <sup>2</sup>	22,88		
2692	DESOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA ENLUSI ONADA EM AGUA	L	0,017	R\$ 11,60	R\$ 4,51
6193	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20, COM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	0,328	R\$ 3,20	R\$ 24,01
40304	PREGO DE AÇO DILDO COM CABEÇA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 1 1/2)	KG	0,066	R\$ 7,90	R\$ 21,93
	AJUDANTE DE CARPITEIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,309	R\$ 7,50	R\$ 53,01
	CARPITEIRO DE FORMAS SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,686	R\$ 15,00	R\$ 578,51
92270	FABRICAÇÃO DE FORMAS PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM AF 12/2015	M <sup>2</sup>	0,419	R\$ 21,00	R\$ 201,28
92273	FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA, AF 12/2015	M	1,879	R\$ 3,00	R\$ 128,95
	TOTAL			R\$ 1.002,19	
87369	ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL, AF 06/2014	M <sup>3</sup>	1,00		
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZI DO FORNECEDOR (RETI RADO NA JAZI DA, SEM TRANSPORTAR)	M <sup>3</sup>	1,26	R\$ 80,00	R\$ 100,80
1106	CAL INCRUSTADA CH1 PARA ARGAMASSAS	KG	188,94	R\$ 0,20	R\$ 37,79
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP 11-32	KG	181,07	R\$ 0,40	R\$ 72,43
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	11,37	R\$ 7,50	R\$ 85,28
	TOTAL			R\$ 296,29	
	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS GERADOS COM FURADOS NA VERTI CAL DE 14X19X90CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM AREA LQUIDA MAIOR OU IGUAL A 0M <sup>2</sup> , SEM VAGOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COMO PREPARO MANUAL, COO LUBRIFICADO DE VEDAÇÃO COM FUROS NA VERTI CAL, 14 X 19 X 29 CM - 4, 5 MPa, LBR 15210	UN	13,35	R\$ 0,77	R\$ 1.254,10
87369	ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL, AF 06/2014	M <sup>3</sup>	0,0118		
	PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,75	R\$ 15,00	R\$ 1.372,50
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,375	R\$ 7,50	R\$ 343,13
	TOTAL			R\$ 3.371,71	
	VERGA MOLDA DA UNICA COM UTILIZANDO DE BLOCOS CANILETA PARA JANELAS COM ARE 1,5 M DE VAG, ARGAMASSA COM TRELÇA 108	M	26,70		
	CANILETA CONCRETO 19 X 19 X 29 CM (CLASSE C - NBR 6136)	UN	3,33	R\$ 1,50	R\$ 133,37
4491	PEÇA DE MADEIRA NATIVA / REG ONAL 7,9 X 7,50M (3X3) NAO APARELHADA (P-FLOREN)	M	0,352	R\$ 2,50	R\$ 23,50
6193	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 15, COM (1 X 8"), NAO APARELHADA	M	0,176	R\$ 3,20	R\$ 35,04
87294	ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL, AF 06/2014	M <sup>3</sup>	0,0019		
	PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,269	R\$ 15,00	R\$ 107,73
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,134	R\$ 7,50	R\$ 26,83
90279	GRUPE FOM-20 MPa, TRACO 1:0:04:1:8:1,9 (CIMENTO, CAL, AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L, AF 02/2015	M <sup>3</sup>	0,014		
	TRELÇA 108L COM BANCO DI ANMETRO DE 6,3 MM	M	1,00	R\$ 4,49	R\$ 119,75
	TOTAL			R\$ 552,00	
87550	MASSA UNICA PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLI CADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALAÇOS, AF 06/2014	M <sup>2</sup>	253,36		
87369	ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA ENBOCO MASSA UNICA ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL, AF 06/2014	M <sup>3</sup>	0,0376		
	PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,47	R\$ 15,00	R\$ 1.786,19
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,171	R\$ 7,50	R\$ 324,93
	TOTAL			R\$ 4.993,68	

COMPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
96822	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE CORONAMENTO OU SAPATA, SEM PREVISÃO DE FORMA, AF 06/2017	M <sup>3</sup>	6,005		
	PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,361	R\$ 7,50	R\$ 106,33
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,147	R\$ 15,00	R\$ 373,54
	TOTAL			R\$ 479,87	
92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DI ANMETRO DE 8,0 MM, UTILIZANDO EM LAJE, AF 12/2015	KG	1,00		
33	AÇO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	1,11	R\$ 4,80	R\$ 5,33
	AJUDANTE DE ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,023	R\$ 7,50	R\$ 0,02
	ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,016	R\$ 15,00	R\$ 0,24
	TOTAL			R\$ 5,59	
94964	CONCRETO FCK = 20MPa, TRACO 1:2:7:3 (CIMENTO, AREIA MEDIA, BRITA 1) - PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L, AF 07/2016	M <sup>3</sup>	4,49		
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZI DO FORNECEDOR (RETI RADO NA JAZI DA, SEM TRANSPORTAR)	M <sup>3</sup>	0,785	R\$ 80,00	R\$ 281,85
1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP 11-32	KG	322,98	R\$ 0,40	R\$ 579,81
4721	PEDRA BRITADA N.1 (9,5 a 19,0 MM) POSTO PEDREIRO FORNECEDOR, SEM FRETE	M <sup>3</sup>	0,587	R\$ 120,00	R\$ 316,13
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,53	R\$ 7,50	R\$ 85,16
	OPERADOR DE BETONEIRA ESTAGI ONAR A/M STURADOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,6	R\$ 7,50	R\$ 53,86
88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DI URNO, AF 10/2014	CHP	0,83		
88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CH DI URNO, AF 10/2014	CH	0,78		
	TOTAL			R\$ 21,00	
	TOTAL			R\$ 1.360,16	
92873	LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS, AF 12/2015	M <sup>3</sup>	4,49		
	CARPITEIRO DE FORMAS SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,846	R\$ 15,00	R\$ 124,33
	PEDREIRO SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,846	R\$ 15,00	R\$ 124,33
	SERVENTE SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5,538	R\$ 7,50	R\$ 186,49
90586	VIBRADOR DE TERSAÇÃO, DI ANMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DI URNO, AF 06/2015	CHP	0,672		
90587	VIBRADOR DE TERSAÇÃO, DI ANMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CH DI URNO, AF 06/2015	CH	1,174		
	TOTAL			R\$ 26,36	
	TOTAL			R\$ 476,59	
	ARMAZO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM, AF 06/2017	KG	157,86		
337	ARAME RECOZI DO 18 BVG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,025	R\$ 10,00	R\$ 39,47
39017	ESPACADOR / DI STANCADOR C/ ROLLER COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5" MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,9665	R\$ 0,05	R\$ 15,52
	AJUDANTE DE ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0635	R\$ 6,00	R\$ 60,14
	ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1945	R\$ 12,50	R\$ 363,80
92791	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DI ANMETRO DE 8,0 MM, UTILIZANDO EM ESTRUTURAS DI VERSAS, EXCETO LAJES.	KG	1	R\$ 5,59	R\$ 882,44
	TOTAL			R\$ 1.361,37	
92777	ARMAZO DE PILAR OU VIGA DE LIMA, ESTRUTURA COM ENCOI ONAL DE CONCRETO MI - MONTAGEM, AF 12/2015	KG	191,47		
337	ARAME RECOZI DO 18 BVG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,025	R\$ 7,50	R\$ 35,90
39017	ESPACADOR / DI STANCADOR C/ ROLLER COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5" MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,743	R\$ 0,13	R\$ 19,06
	AJUDANTE DE ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0209	R\$ 7,50	R\$ 30,01
	ARMAZOR SEM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1278	R\$ 15,00	R\$ 367,05
92790	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DI ANMETRO DE 8,0 MM, UTILIZANDO EM ESTRUTURAS DI VERSAS, EXCETO LAJES, AF 12/2015	KG	1	R\$ 5,59	R\$ 1.070,32
	TOTAL			R\$ 1.522,34	