

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RAFAEL SACARDO

**ALVENARIA ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO
DE CUSTOS E SATISFAÇÃO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

**Alegrete
2014**

RAFAEL SACARDO

**ALVENARIA ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO
DE CUSTOS E SATISFAÇÃO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^a. Me. Elvira Luiza A. Ribeiro Mancini

**Alegrete
2014**

RAFAEL SACARDO

**ALVENARIA ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO
DE CUSTOS E SATISFAÇÃO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Engenheiro Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 13 de Março de 2014.

Banca examinadora:

Prof^a. Me. Elvira Luiza A. Ribeiro Mancini
Orientadora
UNIPAMPA

Prof. Me. Jaelson Budny
UNIPAMPA

Prof. Dr. Fladimir Fernandes dos Santos
UNIPAMPA

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, em especial a meus pais, Milton e Rosemari, e a meus irmãos, Ricardo e Michely, por acreditarem em mim e sempre estarem a meu lado, me apoiando e incentivando nos momentos difíceis. A vocês, Muito Obrigado.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me dado a graça de ter concluído este trabalho com êxito.

Agradeço aos meus pais, Milton e Rosemari, pela total confiança depositada em mim todos estes anos. Sem o apoio de vocês com certeza eu não teria chegado hoje ao término deste trabalho de conclusão de curso. Também agradeço pela educação e exemplos dados a mim todos esses anos, pois, se hoje sou uma pessoa de caráter, tenham a certeza que só foi possível pelo bom exemplo dado por vocês, e pela estrutura sólida e harmônica de nossa família. A vocês, Muito Obrigado.

Agradeço a meus irmãos Ricardo e Michely, que tiveram que enfrentar juntos, todos esses anos as dificuldades geradas em decorrência de eu estar fora de casa estudando. Também agradeço pela enorme receptividade com que me recebiam sempre que voltava para casa. A vocês, Muito Obrigado.

Agradeço a minha namorada Tatieli, a qual foi muito importante ao longo dessa caminhada, pois, em todos os momentos difíceis sempre esteve presente, pronta para me ajudar, fazendo com que eu erguesse a cabeça e superasse os obstáculos. Sempre esteve a meu lado, me incentivando, apoiando, e em muitas vezes me aguentando também. Obrigado por estar sempre a meu lado e por ter acreditado em minha capacidade. Te Amo!

Agradeço aos meus Tios, que sempre estiveram comigo, e quando precisei, não hesitaram em me ajudar, em especial a Laércio, Dalmará, Mauro, Mirtes, Rejane, e também ao meu Avô Pedro. A vocês meu Muito Obrigado, pois, tiveram grande contribuição para que esse dia se concretizasse.

Agradeço a meu Tio, Luiz Carlos “Tio Cai” (*In memoriam*), que sempre esteve disposto em me ajudar, não importando a hora, lugar ou distância. Tua passagem por este mundo trouxe muitos ensinamentos a quem teve o prazer de conviver ao teu lado. Com certeza levarei para o resto de minha vida o exemplo de luta e vontade de viver, que você passou no decorrer da tua vida. A você, meu Muito Obrigado.

Agradeço a minha Avó, Ilda Catarina (*In memoriam*), que foi a primeira a incentivar e instigar que eu seguisse nessa carreira. Sei que em todos esses anos olhou por mim e, com certeza, esteja onde estiver, está feliz em ver que esse sonho hoje está se concretizando. Obrigado.

Agradeço a todos os amigos que fiz em Alegrete, que tornaram esses anos de faculdade menos difíceis, e, que compartilharam junto a mim muitos momentos de alegrias. Em especial ao amigo Guilherme, o qual considero como um irmão, pois, esteve comigo todos esses anos, tanto nas horas boas, quanto nas ruins. Obrigado.

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Me. Elvira Luiza A. Ribeiro Mancini, pela atenção, paciência e disponibilidade dedicados ao término desse trabalho. Obrigado.

Aos professores Jaelson Budny e Fladimir Fernandes dos Santos, pela disponibilidade e atenção, nas consultas prestadas e dúvidas tiradas. Obrigado. Por fim, Agradeço a todos os professores, que nesses anos transmitiram seus conhecimentos com dedicação e empenho. A vocês, Muito Obrigado.

“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver”.

Dalai Lama

RESUMO

Em face do elevado déficit habitacional, das facilidades de crédito para aquisição de imóveis, especialmente voltado para população de baixa renda, e da boa fase da economia no País, a construção civil vive um bom momento. Em virtude disso, as empresas da construção civil estão buscando alternativas para alcançar maior produtividade e custos mais baixos, garantindo sua competitividade diante do mercado. Ainda é preciso atentar para qualidade final nos projetos e na execução tratando-se de habitações de interesse social, pois, a Constituição Brasileira assegura a todos o direito de moradia qualificada, não interessando a condição financeira familiar. De tal forma, as habitações precisam ser pensadas e executadas atendendo aspectos estruturais, ergonômicos, térmicos, entre outros. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar um estudo comparativo de custos e satisfação dos usuários, entre os Sistemas Construtivos em Alvenaria Estrutural e Estrutura de Concreto Armado com alvenaria de vedação, de duas obras de interesse social, já concluídas no Município de Alegrete/RS. A metodologia adotada preocupou-se, primeiramente, em analisar os projetos básicos de ambos os sistemas construtivos, levantar os quantitativos e, junto às tabelas do Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), obter as composições e os custos de cada estrutura. Posteriormente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com objetivo de montar um questionário para a avaliação pós-ocupação, com o intuito de descobrir como está a satisfação dos moradores/usuários com suas habitações. E, finalmente, realizou-se o comparativo dos custos gerados pelos orçamentos de cada sistema construtivo. Nesta fase, ainda foi desenvolvido o comparativo entre os dados coletados na pesquisa de avaliação pós-ocupação, confrontando-os e comparando-os entre os dois sistemas construtivos. Realizadas estas etapas, concluiu-se que, baseado nos dados analisados, para o caso específico das moradias estudadas não houve grande diferença relacionada a satisfação dos usuários a favor de nenhum sistema construtivo, pois, os dados mostram que eles se assemelham muito, com alguns pontos se sobressaindo em um sistema, e outros no outro. No entanto, a análise de custos, demonstra que a escolha do sistema construtivo é importante, pois, para as etapas construtivas analisadas, de uma residência de interesse social, unifamiliar, térrea, o simples fato da escolha do sistema construtivo, reduziu os custos em

13,5%, neste caso, sendo vantajoso o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Palavras-Chave: Alvenaria Estrutural. Concreto Armado. Sistema Construtivo. Custos. Avaliação Pós-Ocupação.

ABSTRACT

In view of the high housing deficit of credit facilities for the acquisition of real estate, especially geared to low-income people, and good phase of the economy in the country, the construction industry is going through a good moment. As a result, the construction companies are seeking alternatives to achieve higher productivity and lower costs, ensuring their competitiveness on the market. We still need to pay attention to final quality in projects and implementation in the case of social housing, because the Brazilian Constitution guarantees everyone the right to a qualified property, no matter the family's financial condition. Such housing must be designed and implemented structural view, ergonomic, thermal aspects, among others. Given the above, the present study aims to conduct a comparative study of cost and user satisfaction between the Building Systems in Structural masonry and reinforced concrete structure with masonry fencing, two works of social interest, already completed in the City Alegrete / RS. The methodology adopted was concerned primarily with analyzing the basic designs of both building systems, survey the number, and next to the National System of Costs and Indexes of Construction (SINAPI) tables, to obtain the compositions and the cost of each structure. Subsequently, a literature search was performed, in order to assemble a questionnaire for post - occupancy evaluation, in order to find out if the system used constructively interferes with the degree of user satisfaction. And finally there was the comparison of the costs generated by the budgets of each building system. In this step, the comparison between the data collected in the survey of post- occupancy evaluation has yet been developed, confronting them and comparing them between the two building systems. Performed these steps, it was concluded that based on the data analyzed for the specific case of the houses studied, there was no significant difference related to user satisfaction in favor of any building system, therefore, the data show that they are very similar, with some points jutting into a system, and others in another. However the cost analysis, concluded that the choice of building system is of great importance because, for the case analyzed, a house of social interest, detached, single storey, the simple fact of choosing the constructive system, reduced costs by 13.5 % in this case being advantageous to the use of structural masonry construction system.

Keywords: Structural masonry. Reinforced Concrete. Construction System. Costs. Post-Occupancy Evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Edifício Monadnock	26
Figura 2 – Tipos de blocos	31
Figura 3 – Argamassa de assentamento.....	32
Figura 4 – Grauteamento de cinta intermediária	34
Figura 5 – Alvenaria estrutural armada	35
Figura 6 – Edifício A Noite no Rio de Janeiro.....	39
Figura 7 – Ponte Baumgart em Santa Catarina.....	40
Figura 8 – Esquema estrutural em concreto armado	48
Figura 9 – Tipo de funcionamento das lajes.....	49
Figura 10 – Elementos de armadura da viga.....	50
Figura 11 – Exemplo de pilar recebendo carregamentos de vigas.....	51
Figura 12 – Fachada Unidade Habitacional com Estrutura em Alvenaria Estrutural	67
Figura 13 – Planta Baixa Unidade Habitacional com Estrutura em Alvenaria Estrutural.....	67
Figura 14 – Fachada Unidade Habitacional com Estrutura em Concreto Armado ..	68
Figura 15 – Planta Baixa Unidade Habitacional com Estrutura em Concreto Armado	69
Figura 16 – Unidade Habitacional com Estrutura em Alvenaria Estrutural.....	78
Figura 17 – Unidade Habitacional com Estrutura em Concreto Armado	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Característica das barras de aço	47
Tabela 2 – Déficit Habitacional 2008	55
Tabela 3 – Orçamento Habitação com Estrutura em Alvenaria Estrutural	71
Tabela 4 – Orçamento Habitação com Estrutura em Concreto Armado	72
Tabela 5 – Comparativo de Custos por m ² entre Habitações	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Cimento Portland produzidos no Brasil	43
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo de Custos entre Etapas Construtivas das Unidades Habitacionais	74
Gráfico 2 – Peso de cada Etapa Construtiva no Custo Global da Obra	74
Gráfico 3 – Comparativo de Custos Global entre os Sistemas Construtivos	76
Gráfico 4 – Satisfação dos usuários em relação a suas casas	81
Gráfico 5 – Comparativo entre a última habitação do usuário e a atual	81
Gráfico 6 – Relação entre o número de cômodos e o de moradores	82
Gráfico 7 – Cômodos utilizados como dormitórios	82
Gráfico 8 – Necessidade de alterações na moradia	83
Gráfico 9 – Tempo de uso dos imóveis	84
Gráfico 10 – Modificações na residência	84
Gráfico 11 – Patologias em função de modificações nas casas	85
Gráfico 12 – Dificuldade de alterações nas residências	85
Gráfico 13 – Problemas decorrentes de aberturas em alvenaria	86
Gráfico 14 – Patologias nas fundações	86
Gráfico 15 – Segurança quanto a estabilidade global da estrutura	87
Gráfico 16 – Focos de umidade	88
Gráfico 17 – Temperatura da residência no inverno	88
Gráfico 18 – Temperatura da residência no verão	89
Gráfico 19 – Barulho vindo de áreas externas	89
Gráfico 20 – Classificação do barulho	90
Gráfico 21 – Número de habitantes do imóvel	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contextualização do tema, do problema e da questão de pesquisa	18
1.2	Objetivo Geral	19
1.3	Objetivos Específicos	20
1.4	Justificativa	20
1.5	Estrutura do Trabalho	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Caracterização dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Estrutural e Estrutura de Concreto Armado	23
2.2	Técnica, Método, Processo e Sistema Construtivo	23
2.3	Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural	24
2.3.1	Histórico	24
2.3.2	Tipos de Paredes em Alvenaria Estrutural	26
2.3.3	Tipos de Alvenaria	27
2.3.4	Aspectos Técnicos do Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural	28
2.3.5	Parâmetros a serem seguidos para adoção do Sistema	28
2.3.6	Componentes empregados na Alvenaria Estrutural	29
2.3.6.1	Unidade	30
2.3.6.2	Argamassa	31
2.3.6.3	Graute	33
2.3.6.4	Armaduras	35
2.3.7	Pontos Positivos do Sistema	35
2.3.8	Pontos Negativos do Sistema	37
2.4	Sistema Construtivo em Estrutura de Concreto Armado	38
2.4.1	Histórico	38
2.4.2	Características relevantes do Concreto Armado	41
2.4.2.1	Cimento	42
2.4.2.2	Agregados	44
2.4.2.3	Água	44
2.4.2.4	Aditivos	45
2.4.2.5	Armaduras	46
2.4.3	Estrutura de Concreto Armado	47

2.4.3.1 Lajes	48
2.4.3.2 Vigas.....	49
2.4.3.3 Pilares.....	50
2.4.3.4 Fundações	51
2.4.4 Pontos Positivos do Sistema	52
2.4.5 Pontos Negativos do Sistema	53
2.5 Habitação de Interesse Social e Déficit Habitacional.....	54
2.6 Custos	56
2.7 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil..	58
2.8 Avaliação Pós-Ocupação.....	59
3 METODOLOGIA	61
3.1 Classificação da Pesquisa.....	61
3.2 Planejamento da Pesquisa	61
3.2.1 Procedimentos de Coleta e Interpretação de Dados.....	62
3.2.2 Etapas da Pesquisa.....	63
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA	66
4.1. Apresentação das Unidades Habitacionais	66
4.1.1 Apresentação da Unidade Habitacional em Alvenaria Estrutural	66
4.1.2 Apresentação da Unidade Habitacional em Concreto Armado	68
4.2 Orçamento Comparativo dos Custos entre as Unidades Habitacionais	69
4.3 Análise de Resultados entre os Custos de cada Sistema Construtivo	72
4.4 Apresentação da Pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação	77
4.5 Análise de Resultados da Pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação	80
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	94
REFERÊNCIAS.....	95
APÊNDICE A – Questionário Avaliação Pós-Ocupação (APO)	101
APÊNDICE B – Resultado dos Dados Analisados dos Questionários de Ambos os Sistemas Construtivos	103

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma sucinta discussão do tema de pesquisa, abordando, brevemente, os sistemas construtivos adotados, bem como a contextualização do problema e da questão de pesquisa, além dos objetivos gerais e específicos e a justificativa que motivou a realização deste trabalho.

1.1 Contextualização do tema, do problema e da questão de pesquisa

Em face do déficit habitacional, das facilidades de crédito para aquisição de imóveis, especialmente voltado para a população de baixa renda, e da boa fase da economia no País, a construção civil vive um bom momento, visto que esse setor encontra-se aquecido. Em virtude disso, as empresas da construção civil estão buscando alternativas frente às exigências do mercado, pois é necessário construir com maior produtividade e custos mais baixos, para que, assim, as mesmas consigam ser competitivas (SILVA, 2011).

Essa necessidade faz com que as empresas busquem novas técnicas, métodos e sistemas construtivos que propiciem a produção em larga escala, além de aumento na racionalidade, podendo, assim, construir um maior número de habitações em menor tempo, visto que, nesse tipo de obra, as margens de ganho são pequenas e estão estritamente relacionadas à quantidade de unidades produzidas (ARCARI, 2010). Nesse contexto é importante a necessidade da escolha de um sistema construtivo a ser utilizado, uma vez que o mesmo está diretamente ligado ao custo final da obra.

Devido a uma série de aspectos positivos, como redução de fôrmas, armação e revestimentos, limpeza do canteiro de obras, redução de desperdícios, entre outros, as empresas do ramo da construção civil começaram a demonstrar crescente interesse no sistema construtivo em alvenaria estrutural, vendo nele uma alternativa competitiva para a construção de habitações (ACCETTI, 1998). Pode-se dizer que esse sistema construtivo é completo, por possuir elevado grau de racionalidade que suporta e organiza os outros subsistemas de uma construção (MANZIONE, 2007).

No entanto, não se pode esquecer do sistema construtivo em concreto armado, pois, atualmente este é o segundo material mais utilizado no mundo, perdendo apenas para a água. Apresenta também diversos pontos positivos em

função da facilidade de alcançar formas plásticas, além de suas propriedades mecânicas que possibilitam a construção de obras de diversos tipos, ademais, quando utilizado de acordo com os procedimentos de projeto e execução, esse sistema consegue atingir uma longa vida útil (ANDRADE, 2006).

Tratando-se de habitações de interesse social é preciso atentar para a qualidade final nos projetos e na execução de obras desse tipo, pois, a Constituição Brasileira assegura à todos o direito de moradia qualificada, não interessando a condição financeira familiar. De tal forma, as habitações precisam ser pensadas e executadas atendendo aspectos estruturais, ergonômicos, térmicos, entre outros, não importando em qual sistema construtivo a mesma foi construída (BERNY, 2006).

Em face a essas considerações, esse trabalho tem dois pontos principais como tema de pesquisa. O primeiro visa a comparação de custos entre duas obras executadas com sistemas construtivos diferentes, localizadas no Loteamento Ayrton Senna II, na cidade de Alegrete – RS, sendo uma em alvenaria estrutural e a outra em concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação, ambas as obras de interesse social. Essa comparação tem como finalidade responder a seguinte questão de pesquisa: qual sistema construtivo apresenta um menor custo de construção de cada unidade habitacional?

O segundo objeto de pesquisa é referente a realização de uma avaliação pós-ocupação em uma amostra de habitações desses sistemas construtivos desiguais, visando uma resposta para as seguintes questões de pesquisa: Como está a satisfação dos moradores com suas habitações? Ao comparar os sistemas construtivos, percebe-se alguma diferença em algum elemento que pode ter influenciado na satisfação dos moradores com suas habitações?

1.2 Objetivo Geral

Este trabalho de produção tem como objetivo geral a realização de um estudo comparativo de custos e satisfação dos usuários entre os Sistemas Construtivos em Alvenaria Estrutural e Estrutura de Concreto Armado com alvenaria de vedação, de duas obras de interesse social, já concluídas no Loteamento Ayrton Senna II, no Município de Alegrete/ RS.

1.3 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- apresentar os Sistemas construtivos em Alvenaria estrutural e Concreto armado com Alvenaria de vedação;
- definir Avaliação Pós-Ocupação;
- quantificar os materiais e mão de obra, referente aos projetos de cada sistema construtivo, para confecção dos orçamentos com auxílio do SINAPI (índices da construção civil);
- comparar os custos finais dos orçamentos de ambas as obras;
- elaborar e aplicar um questionário de pesquisa referente à satisfação dos moradores após ocupação;
- comparar os dados obtidos da pesquisa de Avaliação Pós Ocupação, dos dois sistemas construtivos.

1.4 Justificativa

Devido ao crescimento da concorrência no setor da construção civil, a economia na execução de empreendimentos passou a ser uma das mais importantes prioridades das empresas do ramo da construção. Construir passou a ser uma questão de controle de custos, isso porque as empresas precisam economizar para poder viabilizar o repasse do imóvel à seus clientes.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural vem crescendo e se desenvolvendo dia a dia, porém, sua utilização ainda não se dá em larga escala, principalmente em cidades menores do interior do estado, visto que, ainda, há falta de conhecimento técnico e mão de obra qualificada para execução de edificações nesse sistema construtivo.

Por outro lado, o sistema construtivo em concreto armado, com fechamento em alvenaria de vedação, é amplamente difundido e utilizado, por não precisar de uma mão de obra tão bem qualificada e, principalmente, pelo maior domínio que se possui da técnica em construir com esse sistema.

No entanto, o fato do sistema construtivo em concreto armado ser mais difundido não significa que ele é a melhor opção quando deseja-se ganhos, pois, como supracitado, as obras de interesse social possuem lucros baixos e os mesmos

dependem da quantidade de unidades produzidas, o que torna necessário a escolha mais adequada do sistema construtivo a ser utilizado, pois este está estritamente ligado ao custo final da obra.

Portanto, esse trabalho tem por finalidade aumentar as fontes de pesquisas, visto que o mesmo contribuirá com valores comparativos reais entre os dois sistemas, podendo ajudar empreendedores do ramo da construção civil, e até mesmo a população, na hora da escolha do sistema construtivo a ser utilizado.

Posto isso, não se pode perder de vista o objetivo final da edificação que é o de ser moradia para um usuário. Assim, também há a necessidade de se analisar a qualidade das edificações, por meio de uma avaliação pós-ocupação, nos dois sistemas construtivos, afim de avaliar se as soluções em questão interferem na satisfação de seus usuários.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido da maneira em que segue:

- a. No capítulo I foi apresenta-se a introdução, com uma sucinta discussão do tema de pesquisa, com a contextualização do problema e das questões de pesquisa, além dos objetivos gerais e específicos e a justificativa que motivou a realização deste trabalho.
- b. No capítulo II apresentada a revisão bibliográfica, contendo as definições e características básicas dos sistemas construtivos em alvenaria estrutural e estrutura de concreto armado, abordando-se ainda: habitação de interesse social, déficit habitacional, custos, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e avaliação pós ocupação.
- c. O capítulo III contém a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, explicando os passos, os métodos e as ferramentas utilizadas para seu desenvolvimento.
- d. No capítulo IV está exposta a apresentação da pesquisa e a análise de resultados, descrevendo as residências dos dois sistemas construtivos focos desta pesquisa, além do comparativo de custos entre as mesmas e a descrição da pesquisa de avaliação pós-ocupação, ainda é apresentado e analisado os resultados obtidos no estudo realizado, isto é, o comparativo de

custos entre as moradias e o comparativo dos resultados obtidos com a avaliação pós-ocupação.

- e. Fechando este trabalho, o capítulo V traz as considerações finais, mostrando as conclusões que se chegou com o estudo realizado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se os dois sistemas construtivos, de Alvenaria Estrutural e de Estrutura de Concreto Armado, abordando-se as vantagens e desvantagens de cada método, além de uma breve abordagem sobre habitação de interesse social, déficit habitacional, custos, sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil e avaliação pós-ocupação.

2.1 Caracterização dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Estrutural e Estrutura de Concreto Armado

2.2 Técnica, Método, Processo e Sistema Construtivo

Para o entendimento deste trabalho julga-se necessário a definição de alguns termos que são frequentemente usados e que podem causar insegurança na hora de sua utilização. Diante do exposto, de acordo com Sabbatini (1989), seguem as seguintes definições:

- a. *Técnica construtiva*: é entendida como o conjunto de procedimentos seguidos por um operário de construção para realizar algo. Por exemplo: levantar uma parede de alvenaria, construir uma forma para moldar uma viga de concreto, construir a estrutura de um telhado, assentar um piso cerâmico, etc.
- b. *Método construtivo*: é o conjunto de técnicas construtivas que dependem uma das outras, adequadamente organizadas dentro de um processo utilizado na construção de parte de uma edificação. Um exemplo seria o método construtivo para se executar uma estrutura reticulada de concreto armado, onde há um conjunto ordenado de técnicas específicas que interagem e que possui uma sequência bem definida e adequada para construir a estrutura de uma edificação. Este conjunto de técnicas abrangeria, por exemplo, os procedimentos para se montar as formas, armar as peças estruturais, escorar o conjunto de formas, concretar as peças, curar, desformar, etc.
- c. *Processo construtivo*: é um modo planejado e bem delimitado de construir um edifício. Caracterizado pelo seu específico conjunto de

métodos, empregados na construção da estrutura e das vedações da obra. Usando esta conceituação pode-se referir, por exemplo, a um processo construtivo de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, onde estará se definindo um modo de construir a estrutura e vedações de uma edificação com o uso de paredes resistentes de alvenaria, edificadas com um determinado bloco cerâmico.

- d. *Sistema construtivo*: é um determinado processo construtivo com elevado nível de industrialização e organização. Também é composto por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo. Baseado nesta definição pode-se dizer que um sistema construtivo é um processo construtivo com superior complexidade, bem determinado e tecnologicamente mais avançado.

Cavalheiro (1996 apud SANTOS, 1998, p.23) ressalta que “Sistema Construtivo pode ser compreendido e utilizado como uma forma de macro identificar o tipo de estrutura. Assim, têm-se os sistemas construtivos em Concreto Armado, Concreto Protendido, Metálico, Madeira, Alvenaria Estrutural, etc”.

Definido os conceitos supracitados, pode-se dar sequência ao trabalho, apresentando-se os aspectos positivos e negativos dos dois sistemas construtivos que serão abordados, o de Concreto Armado e o de Alvenaria Estrutural.

2.3 Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural

Alvenaria estrutural é um sistema construtivo onde as paredes não tem apenas a função de vedação da estrutura, mas também de receber carregamentos e transferi-los uniformemente às fundações. O principal conceito de estrutura relacionado ao emprego da alvenaria estrutural é a transmissão de ações através de tensões de compressão (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

2.3.1 Histórico

A alvenaria tem sido empregada desde o início da atividade de executar estruturas para os mais diversos fins, se tornando um sistema tradicional, com a

utilização de blocos de vários tipos de materiais, como: pedra, argila, entre outros, sendo realizadas obras que atravessaram séculos, desafiando o tempo, chegando até os dias contemporâneos como monumentos de grande importância histórica (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A história da alvenaria estrutural pode ser contada por meio de exemplos de obras importantes que se tornaram verdadeiros marcos, por atravessarem séculos e ainda existirem. Ramalho e Corrêa (2003) definem alguns exemplos de obras consideradas importantes para o desenvolvimento do sistema construtivo em estudo: “Pirâmides de Guizé”, construídas em blocos de pedra e que datam aproximadamente 2600 a.C.; “Farol de Alexandria” que foi construído aproximadamente 280 a.C.; “Coliseu” que é um grande anfiteatro com capacidade para 50.000 pessoas e possui 500m de diâmetro e 50m de altura, construído por volta do ano 70 d.C.; entre outras.

Já na construção de edifícios em alvenaria estrutural, o Edifício “Monadnock”, mostrado na Figura 1, tornou-se um símbolo da moderna alvenaria estrutural, construído em Chicago de 1889 a 1891, com 16 pavimentos, totalizando 65m de altura. Foi considerada uma obra ousada, como se explorasse os limites de dimensionamento possíveis para a época, devido aos métodos empíricos de dimensionamento empregados até então. As paredes na base tinham espessura de 1,80m, onde, se fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados na atualidade, com os mesmos materiais, poderia ser reduzida essa espessura de paredes para menos de 30 cm (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Figura 1 - Edifício Monadnock



Fonte: Quemelli (2007, não paginado)

“O desenvolvimento da técnica e o seu uso racional foram impedidos pela pouca trabalhabilidade dos blocos de pedra utilizados, como também pela falta de conhecimento sobre o comportamento das alvenarias” (CAMPOS, 1993 apud SANTOS, 1998, p.09).

De acordo com os autores Ramalho e Corrêa (2003), no Brasil, esse sistema construtivo começou a ser utilizado no início do século XVI, trazido pelos portugueses. Mas o sistema construtivo dirigido para obtenção de edificações racionais e econômicas demorou a encontrar seu espaço. Os primeiros edifícios realizados com blocos vazados estruturais surgiram somente em 1966, em São Paulo, com apenas quatro pavimentos. Em seguida, foram realizados edifícios mais altos, no ano de 1972, com 12 pavimentos, também na cidade de São Paulo, e com 16 pavimentos, em São José dos Campos.

2.3.2 Tipos de Paredes em Alvenaria Estrutural

Richter (2007) afirma que na alvenaria estrutural as paredes são os elementos estruturais, tendo seu comprimento maior que cinco vezes sua espessura, sendo definidas como elemento laminar vertical apoiado de modo

contínuo em toda a sua base. O autor destaca ainda que as paredes podem ser classificadas quanto a função estrutural que exercem, sendo definidas como:

- a. *Paredes de vedação*: são aquelas que não possuem função estrutural, isto é, resistem apenas ao seu peso próprio e têm por finalidade a separação de ambientes internos ou de fechamento externo;
- b. *Paredes Estruturais*: têm por finalidade resistir aos esforços verticais, a elas impostos, seja pelo peso próprio da estrutura ou por carregamentos acidentais aplicados sobre elas;
- c. *Paredes de contraventamento*: são paredes estruturais que tem a função de suportar carregamentos horizontais impostos a ela, originados principalmente pela ação do vento paralelo ao seu plano;
- d. *Paredes enrijecedoras*: têm a função de dar mais rigidez as paredes estruturais contra o efeito de flambagem;
- e. *Pilares de alvenaria*: são elementos estruturais em que as secções retangulares usadas no cálculo do esforço resistente, possuem relação de lados inferior ou igual a cinco.

2.3.3 Tipos de Alvenaria

Como o sistema em alvenaria estrutural não possui pilares e vigas, e as paredes é que possuem a função estrutural, é necessário conhecer os tipos de alvenaria para que possa ser elaborado um projeto detalhado, compatibilizando a utilização de produtos normalizados e mão de obra qualificada. Conforme Tauil e Nese (2010), a alvenaria estrutural se subdivide em:

- a. *Alvenaria não armada*: é o tipo de alvenaria que não é executado com graute, apenas reforços de aço por razões construtivas em vergas de portas e contravergas de janelas e outros reforços construtivos para aberturas. Além disso, também serve para evitar futuras patologias como trincas e fissuras provenientes da acomodação da estrutura, movimentação por efeitos de vento, efeitos térmicos e concentração de tensões;
- b. *Alvenaria armada ou parcialmente armada*: é o tipo de alvenaria que, por exigências estruturais, necessita receber reforços em alguns pontos onde são utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas

de aço no interior dos blocos, e, posterior a isso, os mesmos são grauteados, além de preenchidas todas as juntas verticais;

- c. *Alvenaria protendida*: é o tipo de estrutura em que a alvenaria é submetida a esforços de compressão causados pelo pré-tensionamento de uma armadura ativa. Os materiais, dispositivos e mão de obra para protensão têm um custo muito elevado para nosso padrão de construção o que faz com que esse tipo de alvenaria seja pouco utilizado.

2.3.4 Aspectos Técnicos do Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural

A utilização da alvenaria estrutural para construção de edifícios parte de um conceito que diz respeito em transformar a alvenaria, originalmente com a única finalidade de vedação, na própria estrutura, evitando, assim, a existência de pilares e vigas que são o que dão suporte a uma estrutura convencional em concreto armado (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

A principal diferença entre o uso tradicional da alvenaria e o processo construtivo em alvenaria estrutural é que este último é dimensionado, o que acaba gerando uma construção racional. Contrário a este, na alvenaria convencional, as estruturas são dimensionadas e construídas empiricamente. O dimensionamento por meio do cálculo estrutural, com fundamentação técnico-científica, possibilita a garantia de edifícios com segurança estrutural conhecida, similar à obtida nas estruturas de concreto armado (SABBATINI, 2003).

Para Ramalho e Corrêa (2003), a alvenaria passa a ter função de vedação e suporte para edificação, o que, em princípio, possibilita obter-se economia. No entanto, a resistência da alvenaria precisa ser controlada para garantir a segurança da edificação, o que acaba ocasionando a utilização de materiais mais caros e uma execução mais cautelosa, e, conseqüentemente, acarreta num aumento do custo de produção em relação à alvenaria de vedação.

2.3.5 Parâmetros a serem seguidos para adoção do sistema

Na hora da escolha da alvenaria estrutural como sistema construtivo é preciso prestar a atenção em certos detalhes, para que esse sistema não se torne oneroso,

pois, não pode-se dizer que apenas um sistema construtivo seja adequado para todo tipo de edificação (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Ramalho e Corrêa (2003) destacam ainda as principais características que devem ser consideradas para a escolha do sistema construtivo mais adequado.

- a. *Altura da edificação*: pode-se afirmar que o emprego da alvenaria estrutural em edifícios é adequado para até 15 pavimentos, pois, estruturas maiores teriam uma demanda de blocos com resistência a compressão acima da ofertada pelo mercado. Além disso, devido à altura elevada, também surgiriam tensões de tração, necessitando um aumento da taxa de armaduras e da seção de grauteamento, o que acarretaria no comprometimento da economia da obra. Para construções de habitação de interesse social, essa característica não interfere na escolha do sistema construtivo, devido às edificações serem baixas;
- b. *Arranjo arquitetônico*: nesse sentido é preciso ser considerada a densidade de paredes estruturais por m² de pavimento, sendo de 0,5 a 0,7 m de paredes um valor indicado;
- c. *Tipo de uso*: o uso de grandes vãos em edificações de alto padrão faz com que esse sistema não seja adequado, sendo mais viável sua utilização em edificações de padrão médio e baixo, onde, normalmente, os vãos são menores. A adoção desse sistema em edifícios comerciais também não é aconselhável, devido à falta de flexibilidade no rearranjo de paredes, que é normal nesse tipo de edificação.

2.3.6 Componentes empregados na alvenaria estrutural

“Entende-se por um componente da alvenaria uma entidade básica, ou seja, algo que compõe os elementos que, por sua vez, compõem a estrutura” (RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.06).

Segundo Camacho (2006), as unidades ou blocos, a argamassa, o graute e as armaduras são os principais componentes utilizados na execução de edificações em alvenaria estrutural, podendo, ainda, serem empregados outros elementos pré-fabricados, como é o caso de vergas, coxins, contravergas, entre outros. Os

elementos são frações mais elaboradas, formados por dois ou mais componentes que constituem a estrutura (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Tendo definido o que são os componentes, será apresentado, na sequência, as principais características de cada um.

2.3.6.1 Unidade

As unidades são consideradas os componentes mais importantes, visto que, são elas que compõem a alvenaria estrutural. Estas têm a função de resistir às tensões de compressão e, ainda, delas, depende os procedimentos para técnica de coordenação modular dos projetos (CAMACHO, 2006).

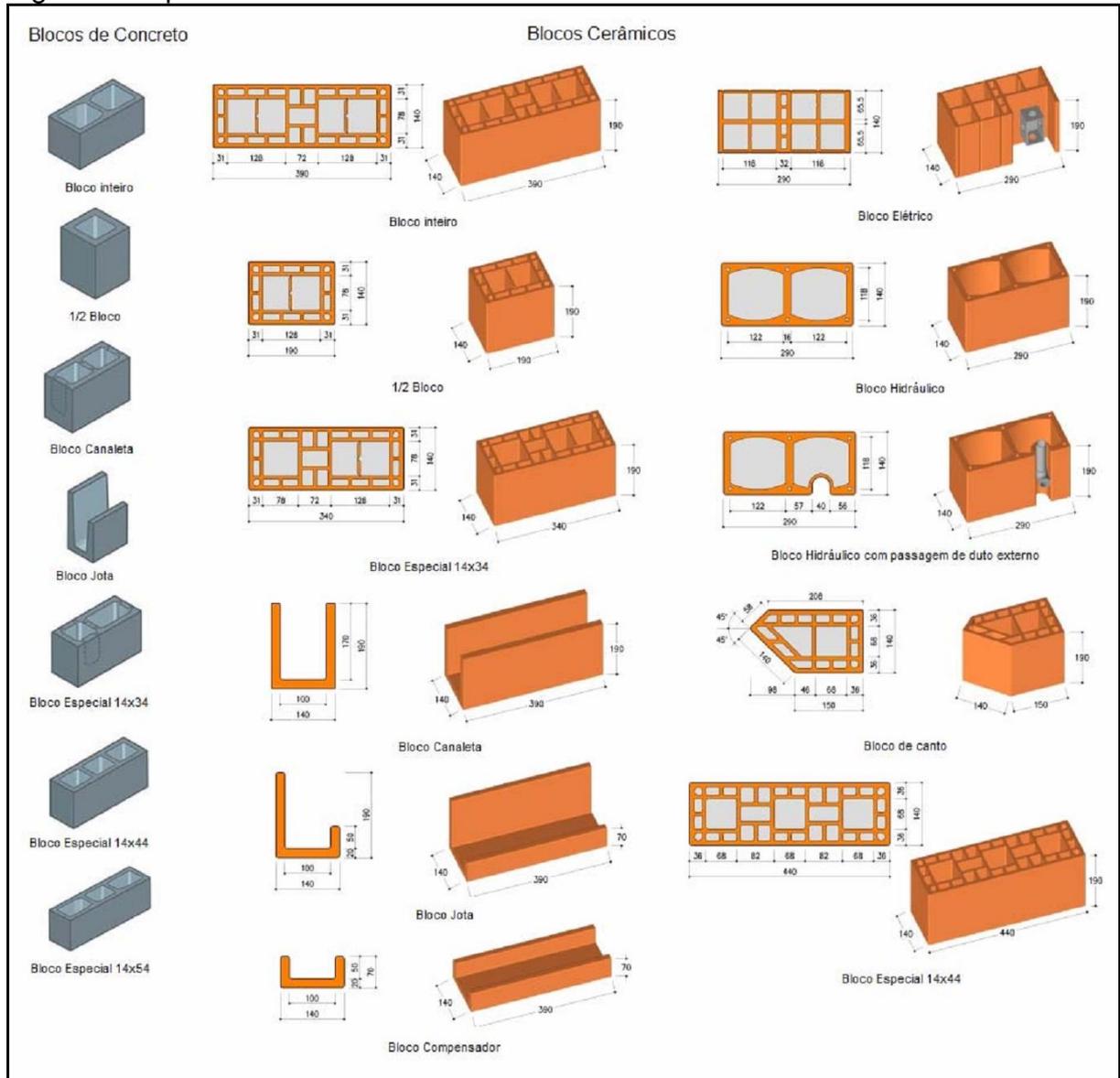
Em relação ao material constituinte das unidades, no Brasil é empregado, basicamente, unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcáreas. As unidades ainda são classificadas quanto sua forma em: maciças (tijolos) e vazadas (blocos) (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Outra classificação importante das unidades, conforme Ramalho e Corrêa (2003), é quanto a aplicação, onde as mesmas se dividem em estruturais e de vedação. Segundo a NBR 6136 (ABNT, 2007), Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural, para uso geral de paredes externas expostas a intempéries acima ou abaixo do nível do solo sem revestimento, o bloco deverá possuir uma resistência mínima a compressão de 6 MPa, e para paredes internas ou externas com revestimento o bloco deverá possuir resistência mínima a compressão de 4,5 Mpa. Já a NBR 15270-2 (ABNT, 2005), Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural, define que a resistência mínima a compressão que os blocos devem possuir é a partir de 3MPa.

É importante levar em consideração a classificação dos blocos conforme suas dimensões, onde os mesmos se dividem em dois grupos: blocos modulares, que possuem comprimento igual a duas vezes a largura mais a junta, e blocos não-modulares. Os blocos modulares possuem vantagens sobre os não-modulares, no que diz respeito a coordenação modular, pois facilitam esse processo, além de facilitar o trabalho na obra devido a redução da diversidade de blocos com medidas especiais (MANZIONE, 2007).

Na Figura 2 observa-se alguns tipos de blocos, tanto cerâmicos como de concreto, além de blocos especiais para passagem de instalações hidráulicas e elétricas.

Figura 2 - Tipos de blocos



Fonte: Camacho (2006, p. 10)

2.3.6.2 Argamassa

A argamassa de assentamento normalmente é composta de areia, cimento, cal e água. Tem por finalidade solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões atuantes entre as unidades de alvenaria, além de resistir a pequenas

deformações e evitar a entrada de vento e água nas edificações (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Como a argamassa necessita ser assentada sobre materiais com superfícies absorventes para que haja aderência entre a argamassa e a unidade, e ainda pode perder água por efeitos de evaporação, é preciso ter cuidado para que essa perda de água seja por absorção ou evaporação, e que não ultrapasse certos limites indispensáveis à hidratação do cimento (RICHTER, 2007).

Segundo Camacho (2006), pela argamassa ser o agente ligante que integra a alvenaria, ela deve ser durável, forte e capaz de garantir a estanqueidade e integridade da mesma. Além disso, a argamassa também deve possuir propriedades como trabalhabilidade, elasticidade, capacidade de retenção de água para que, quando submetida a elevada absorção, não tenha suas funções primárias afetadas pelo excesso de perda de água. E, por fim, resistência para absorver os esforços atuantes na parede após o assentamento. A Figura 3 ilustra a utilização de argamassa para assentamento de blocos de concreto.

Figura 3 - Argamassa de assentamento



Fonte: Obra24Horas (2006, não paginado)

Para Kalil [200-?], a argamassa deve possuir as seguintes propriedades no estado fresco:

- Trabalhabilidade – não se tem um método direto de medir trabalhabilidade da argamassa. Ela é definida como sendo a facilidade de manuseio e espalhamento sobre as superfícies das unidades, adesão, manutenção da consistência, facilidade para se alcançar espessura da junta desejada e

manutenção da espessura da mesma. A trabalhabilidade depende da combinação de vários fatores, tendo como principais: a consistência, coesão, quantidade de água utilizada na mistura, granulometria, forma dos grãos, e do tipo e teor de aglomerante;

- Consistência – é a propriedade que indica o quanto mole ou rígida é a argamassa;
- Retenção de Água – capacidade que a argamassa possui de reter água, contra sucção exercida pelas unidades de alvenaria, para que haja água suficiente para completa hidratação do cimento;
- Tempo de Endurecimento – se dá em função do endurecimento da argamassa, causado pela reação química entre o cimento e a água, o mesmo é função da temperatura, pois temperaturas muito altas aceleram o endurecimento, já temperaturas muito baixas retardam o mesmo;

Conforme Richter (2007), as argamassas no estado endurecido devem possuir as seguintes propriedades:

- Aderência – a resistência de aderência se constitui da capacidade que a ligação bloco-argamassa possui de absorver tensões tangenciais e normais a ela impostas sem romper;
- Resiliência – capacidade que a argamassa possui no estado endurecido de deformar-se sem romper macroscopicamente, pelas ações que a alvenaria está sujeita, onde podem ocorrer microfissuras, porém, as mesmas não são prejudiciais às propriedades da alvenaria;
- Resistência à compressão – propriedade na qual a argamassa deve possuir resistência suficiente para suportar os esforços aos quais a parede é submetida, porém, não deve exceder a resistência dos blocos da parede, pois as fissuras que podem ocorrer por expansões térmicas ou por outros movimentos da parede devem ocorrer na junta;

2.3.6.3 Graute

Graute é um concreto constituído por agregados de pequena dimensão e relativamente fluido, utilizado eventualmente para o preenchimento dos vazios dos

blocos como mostra a Figura 4, com a finalidade de aumentar a seção transversal das unidades ou solidarizar eventuais armaduras posicionadas nos seus vazios. Com o grauteamento dos vazios das unidades é possível aumentar a capacidade de resistência à compressão ou possibilitar que as armaduras, quando empregadas, resistam a tensões de tração, que a alvenaria por si só não conseguiria resistir (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Figura 4 - Grauteamento de cinta intermediária



Fonte: EquipaObra (2012, não paginado)

Conforme Manzione (2007), a resistência do graute é determinada pelo calculista da estrutura, e tem relação estrita com a resistência do bloco, pois, segundo a NBR 10837, o graute deve possuir resistência característica duas vezes maior que a do bloco. Ainda é imprescindível esclarecer que o graute não pode ser considerado como sendo um pilar convencional, uma vez que o mesmo não tem por função trabalhar como pilares.

É necessário observar que a norma NBR 10837, citada pelo autor, foi cancelada e substituída, a norma vigente, atualmente, é a NBR 15961-1, Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto (ABNT, 2011).

Quando se pensa em produtividade de alvenaria, se tem uma diminuição no ritmo de produção devido ao grauteamento, por esse motivo é importante que o projetista estrutural tente reduzir ao mínimo possível o uso do graute, o que também irá refletir em economia de material (MANZIONE, 2007).

2.3.6.4 Armaduras

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que as barras de aço utilizadas em construções em alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas nas obras em concreto armado, como mostra a Figura 5, porém, envolvidas por graute para garantir que este conjunto trabalhe monoliticamente com o restante da alvenaria.

Figura 5 - Alvenaria estrutural armada



Fonte: Porto (2013, não paginado)

As barras de aço têm por finalidade a absorção de esforços de tração, os quais devem ser compatíveis com a deformação da alvenaria, sendo adotadas tensões pequenas. Outra forma utilizada de armaduras são os grampos, os quais têm a finalidade de amarração entre paredes, o que não impede o surgimento de patologias na estrutura. Por esse motivo a melhor situação é a amarração das alvenarias (MANZIONE, 2007).

2.3.7 Pontos Positivos do Sistema

Conforme os autores Ramalho e Corrêa (2003) e Lisboa (2008), os principais pontos atribuídos ao uso da alvenaria estrutural são os que seguem:

- Economia de fôrmas: as mesmas podem até deixar de existir, a não ser quando a execução das lajes necessite ser moldada “*in loco*” e, nesse caso, são utilizadas fôrmas lisas, baratas e com grande reaproveitamento. Ainda, nesse caso, consegue-se ter um ganho em

relação à redução do cimbramento, pelo apoio parcial das formas sobre as paredes.

- Armadura: Ao contrário do concreto armado, onde há um grande consumo de armaduras, na alvenaria estrutural esse consumo é bem menor e, quando necessário, são utilizadas barras com ancoragens retas, sem a necessidade de ganchos ou dobros.
- Redução nos revestimentos: devido ao maior controle na execução e pela melhor qualidade dos blocos utilizados há uma redução significativa nos revestimentos. Em alguns casos, chapisco e emboço podem até ser dispensados, sem prejudicar a uniformidade na espessura. Usualmente o revestimento interno de paredes pode ser feito com uma camada de gesso aplicada diretamente sobre a mesma. No caso de optar-se por revestimentos com azulejos, os mesmos também podem ser colados diretamente sobre a superfície dos blocos. Porém para que esses resultados sejam alcançados é necessário mão de obra qualificada.
- Redução de desperdícios de materiais e mão de obra: com as instalações elétricas e hidráulicas passando dentro das paredes sem que haja necessidade de rasgos na alvenaria, possibilita uma grande redução de desperdícios. A mão de obra também é reduzida devido a simultaneidade das etapas de execução, o que induz a polivalência do operário mediante a treinamento, que possibilita também a redução do número de especialistas, visto que o mesmo pedreiro pode desenvolver várias funções, como colocar a ferragem e eletrodutos nos vazados dos blocos.
- Flexibilidade no ritmo de execução da obra: no caso de lajes pré-moldadas, o andamento da obra estará desligado do tempo de cura necessário no caso de peças de concreto armado. Além disso, a simultaneidade de etapas gera uma grande economia de tempo, que pode chegar a 50%, na execução, até as instalações básicas.

Camacho (2006) destaca que a robustez da estrutura decorrente da própria característica estrutural acaba gerando maior resistência a possíveis patologias decorrentes de movimentações, além de possuir uma maior segurança frente a

ruínas parciais. O autor ainda enfatiza que a redução de custos que se pode ter está estritamente ligada à adequada aplicação de técnicas de projeto e execução, podendo chegar até a 30%.

Pode-se perceber em termos gerais, que a racionalidade do sistema executivo é a principal vantagem na utilização da alvenaria estrutural, em função disso há uma redução no consumo de materiais e desperdícios, que normalmente ocorreriam em obras de concreto armado (LISBOA, 2008).

2.3.8 Pontos Negativos do Sistema

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), apesar de serem relevantes as vantagens do sistema em alvenaria estrutural, o mesmo também possui desvantagens em relação a estruturas convencionais em concreto armado, e as principais são:

1. Quanto ao uso: existe certa dificuldade no rearranjo arquitetônico para um novo uso, devido às paredes serem partes constituintes da estrutura, o que acaba se tornando um inconveniente ao longo da vida útil da edificação, pois, muitas vezes mudanças na arquitetura são tecnicamente impossíveis.
2. Interferência entre projetos: como esse sistema é em função do módulo, a alteração do mesmo provoca grande interferência em outros projetos, diretamente o projeto arquitetônico, mas, devido a impossibilidade de se furar ou rasgar paredes sem um devido cuidado, acaba limitando também os projetos de instalações hidráulicas e elétricas.
3. Mão de obra qualificada: para se evitar falhas que comprometam a segurança da edificação é necessário, antes de tudo, o treinamento da equipe que irá realizar a execução da estrutura, pois a mesma deverá ser qualificada e apta a usar os instrumentos adequados para execução da obra.

2.4 Sistema Construtivo em Estrutura de Concreto Armado

2.4.1 Histórico

O concreto armado, conhecido na atualidade, é ainda um material novo, visto que, até o final do século XIX, os principais sistemas construtivos eram em alvenaria e em madeira (CARVALHO, 2008).

Um avanço ocorreu em 1824, na Inglaterra, quando Joseph Aspdin criou o processo de fabricação de um material aglomerante denominado cimento Portland, que tinha a propriedade de endurecer com a água, tornando-se possível a fabricação de uma “pedra” artificial chamada concreto. Com o estabelecimento do processo de fabricação do cimento Portland, o mesmo passou a ser reproduzido em todo mundo (CLÍMACO, 2008).

Como as construções necessitavam de duas características básicas, que eram a durabilidade e a resistência, surgiu a necessidade de aliar a durabilidade da pedra, que tem boas propriedades a compressão, porém baixa resistência a tração, com a alta resistência do aço, que tinha pouca durabilidade devido a corrosão (BASTOS, 2006).

Segundo Bastos (2006), o material composto, denominado concreto armado, possuía as características ideais para construções, podendo ser moldado com facilidade e rapidez, para se obter qualquer forma, além do aço estar agora protegido contra corrosão por encontrar-se envolto em concreto. Com a união do ferro e do concreto, o conjunto passou a ter boa resistência a tração, o que proporcionou novas possibilidades de aplicação desse material.

É apresentado, a seguir, um resumo cronológico dos fatos mais importantes do início da utilização do concreto armado. 1824: o francês J. Aspdin inventa o cimento Portland; 1855: o francês J. L. Lambot constrói um barco com argamassa de cimento reforçada com ferro; 1861: o francês J. Monier constrói um vaso de flores de concreto com armadura de arame. F. Coignet, também francês, publica os princípios básicos para construções em concreto armado; 1867: J. Monier obtém uma patente para seus vasos; nos anos seguintes obtém outras para tubos, placas etc. F. Coignet apresenta, na Exposição Internacional de Paris, vigas e tubos de concreto armado; 1873: o americano W. E. Ward constrói em Nova York uma casa de concreto armado – o Ward's Castle -, existente até os dias atuais; 1888: Dohring, de Berlim, obtém uma patente segundo a qual é possível aumentar a resistência de placas e pequenas vigas por meio de protensão da armadura; com ela, aparece pela primeira vez o conceito de protensão provocada deliberadamente; 1900: início do desenvolvimento da teoria do

concreto armado por Koenen; posteriormente, Mörsch desenvolve a teoria iniciada por Koenen, com base em numerosos ensaios. Os conceitos desenvolvidos constituíram-se, ao longo de décadas e em quase todo o mundo, nos fundamentos da teoria do concreto armado, que, em seus princípios fundamentais, são válidos até hoje; 1904: são publicadas, na Alemanha, as instruções provisórias para preparação, execução e ensaio de construções de concreto armado (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012, p. 20).

No Brasil, o desenvolvimento do concreto armado se deu no início do século XX, tendo como principais eventos, a primeira ponte de concreto armado, chamada Hennebique, construída no Rio em 1908. Posterior a isso, em 1912, a Riedlinger se tornou a primeira firma a construir edificações com estrutura em concreto armado. Já em 1913 a Wayss e Freytag transformam a Riedlinger em uma filial. Uma obra que teve grande destaque nesse período foi a conclusão do Edifício “A Noite”, mostrado na Figura 6, em 1908, no Rio de Janeiro, que acabou sendo durante muito tempo o edifício com estrutura de concreto armado mais alto do mundo (CLÍMACO, 2008).

Figura 6 - Edifício A Noite no Rio de Janeiro



Fonte: Barbosa (2013, não paginado)

Outra grande obra da época foi a construção, pelo engenheiro Emílio Baumgart, em 1908, em Santa Catarina, da ponte Baumgart mostrada na Figura 7.

Alguns anos depois, entre 1955 e 1960, a construção de Brasília marcou a história, pelos monumentos e edificações com estruturas de concreto armado e protendido, extremamente arrojados e esbeltos para época, os quais acabaram sendo um marco para o desenvolvimento mundial nesse tipo de solução construtiva (CLÍMACO, 2008).

Figura 7 - Ponte Baumgart em Santa Catarina



Fonte: Luiz (2012, não paginado)

Com o crescimento desse novo sistema construtivo surge a necessidade da elaboração de regras de trabalho a serem seguidas, pois, no princípio, as mesmas foram estruturadas empiricamente, a partir da prática de cada profissional. Ao longo dos anos as técnicas foram sendo refinadas pelos conhecimentos científicos e passaram a ser tratadas como tecnologias, cujo objetivo é o estudo das regras de trabalho das técnicas, a qual passou a ser entendida como a técnica baseada no conhecimento científico (FUSCO, 2008).

Em 1940 surge a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em consequência disso é elaborada a Norma para o projeto e execução de estruturas de concreto armado (NB-1). A partir daí surgem vários estudos, que desencadeiam uma série de acontecimentos. Conforme Fusco (2008), os principais são os que seguem:

- Em 1950 surge a Federação Internacional da Protensão (FIP), além disso, cria-se também o Comitê Europeu do Concreto (CEB), do qual o Brasil passa a participar.
- Em 1970 são publicadas as Recomendações Internacionais, fruto da primeira síntese de resultados do trabalho coordenado pelo Comitê Europeu do Concreto.
- Em 1973 foi realizado o Curso Internacional CEB-FIP, em Lisboa, com o objetivo da divulgação dos novos conhecimentos, para que as 50 pessoas de várias partes do mundo, que estavam presentes, pudessem levar esses conhecimentos e retransmitir aos seus países.
- Em 1978 foi publicado o Código Modelo CEB-FIP para estruturas de concreto armado, após a segunda sistematização de conhecimentos. A mesma teve forte influência na engenharia de estruturas brasileira, pois, nesse mesmo ano terminou-se a revisão da NB-1, surgindo a NB-1/78.
- Em 1990 há uma nova sistematização. Em consequência da mesma é publicado o Código Modelo CEB-FIP/90.
- Por fim, em 1998, as duas associações, CEB e FIP, juntam-se formando a *Fédération Internationale du Béton* (FIB), a qual permanece até os dias de hoje liderando o progresso das estruturas de concreto.

2.4.2 Características relevantes do Concreto Armado

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2012, p. 25), o “concreto é obtido, por meio da mistura adequada de cimento, agregado fino, agregado graúdo e água”. Conforme o autor, em certas situações ainda podem ser incorporados produtos químicos ou outros componentes como polímeros e microsílica, com a finalidade de melhorar certas propriedades do concreto, tais como: retardar a velocidade das reações químicas que ocorrem no concreto, aumentar a trabalhabilidade e resistência.

No entanto, é preciso salientar que o concreto é um material que possui alta resistência a compressão, porém, apresenta baixa resistência a tração, cerca de 10% da sua resistência a compressão, o que torna necessário acrescentar ao concreto algum material que tenha grande resistência a tração. Normalmente são

empregadas então, barras de aço junto ao concreto, formando-se um material composto denominado concreto armado, onde as barras de aço são responsáveis pela absorção das tensões de tração e o concreto em resistir as tensões de compressão (BASTOS, 2006).

A qualidade final de uma estrutura de concreto armado está relacionada à característica dos materiais empregados e da engenharia envolvida na utilização destes materiais (GRAZIANO, 2005). Visto que grande parte dos defeitos que aparecem em obras são devido à falta de qualidade dos materiais empregados, seja pelo uso inadequado aos quais os mesmos se destinam ou ainda ao ambiente onde vão estar expostos, pode-se dizer que as patologias estão relacionadas aos componentes do concreto ou devido ao mau emprego dos mesmos, através de dosagem ou execução deficientes, o que irá repercutir negativamente em suas resistências mecânicas, em sua estabilidade dimensional, e o principal, em sua durabilidade (VILASBOAS, 2004).

Tendo esses conceitos claros, será apresentado nesse trabalho, sucintamente, as definições e características básicas que os principais componentes do concreto armado necessitam ter para que se evite, ou se diminua ao máximo futuras patologias decorrentes do mau uso dos mesmos.

2.4.2.1 Cimento

O cimento Portland é um aglomerante obtido pela moagem do clínquer, que quando misturado com água, reage lentamente, gerando um composto sólido. O mesmo é assim chamado por apresentar cor e propriedades de solidez e durabilidade semelhante às das rochas da ilha britânica de Portland (COÊLHO, 2008).

Existem diversos tipos de cimentos existentes no mercado, porém, há a possibilidade de fabricá-los para atender necessidades específicas de algum tipo de aplicação, ou ainda para aproveitar subprodutos de indústrias, um exemplo disso é a escória de alto forno (FUSCO, 2008). O cimento vendido no mercado apresenta na embalagem uma descrição com sigla, letras e algarismos romanos, as quais servem para identificação do tipo de cimento, além de um número em algarismo arábico que indica a resistência mínima do cimento a compressão aos 28 dias de idade (SOUZA JÚNIOR, 200-?).

Estão apresentados no Quadro 1, os tipos de cimentos Portland que são produzidos e comercializados no Brasil, com as respectivas normas que regulamentam suas produções.

Quadro 1 - Tipos de Cimento Portland produzidos no Brasil

Descrição	Sigla-tipo-classe	Norma da ABNT	Tipo de adição
COMUM	CPI-S-32 CPI-S-40	NBR 5732	Escória, pozolana ou fíler (até 5%)
COMPOSTO	CPII-E-32 CPII-E-40	NBR 11578	Escória (6%-34%)
	CPII-Z-32	NBR 11578	Pozolana (6%-14%)
	CPII-F-32 CPII-F-40	NBR 11578	Fíler (6%-10%)
ALTO FORNO	CPIII-32 CPIII-40	NBR 5735	Escória (35%-70%)
POZOLÂNICO	CPIV-32	NBR 5736	Pozolana (15%-50%)
ALTA RESISTÊNCIA INICIAL	CPV-ARI	NBR 5733	Material carbonático (até 5%)
RESISTENTES SULFATOS	São designados pela sigla original acrescida de (RS)	NBR 5737	
BAIXO CALOR DE HIDRATAÇÃO	São designados pela sigla original acrescida de (BC)	NBR 13116	
BRANCO	CPB-32	NBR 12989	Estrutural
	CPB		Não estrutural

Fonte: Coêlho (2008, p. 12)

O cimento necessita de cuidados especiais na hora de sua estocagem, como a conservação do mesmo em sua embalagem original até ser utilizado. Além disso, o empilhamento dos sacos não deve exceder o limite máximo de 10 sacos, exceto quando o tempo de armazenamento dos sacos não ultrapassar 15 dias, onde então a pilha pode atingir 15 sacos. Ainda é preciso ter cuidado quanto as épocas de recebimento de cada lote, pois, é recomendado que sejam armazenados separadamente para que sejam utilizados em ordem cronológica de recebimento (YAZIGI, 2009).

Também convém observar que o cimento portland deve ser armazenado em local protegido da umidade do solo, da ação de intempéries e de outros agentes nocivos que possam afetar sua qualidade (COÊLHO, 2008). Antes do seu uso é necessária uma verificação para averiguação se o cimento está apto para utilização.

Por fim, cabe observar que o tempo entre o início da mistura e seu lançamento na obra não deve superar duas horas e meia, evitando assim que o concreto inicie sua pega antes de ser lançado nas formas (YAZIGI, 2009).

2.4.2.2 Agregados

Segundo Yazigi (2009, p. 218), “entende-se por agregado o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia”. Os agregados podem ser divididos em grãos (brita) e miúdos (areia), conforme sua composição granulométrica, devendo ser armazenados em baias separadas (COELHO 2008).

Os mesmos são importantes na constituição do concreto uma vez que cerca de 70% de sua composição se dá pelos agregados, os quais tem menor custo em relação aos outros componentes (BASTOS, 2006). Além disso, é necessário que se tenha conhecimentos de propriedades fundamentais dos agregados como composição granulométrica, massa específica e teor de umidade, pois estas são indispensáveis na hora da dosagem do concreto (VILASBOAS, 2004).

Outras características dos agregados como absorção de água, porosidade resistência a compressão, forma e textura superficial das partículas, módulo de elasticidade e os tipos de substâncias danosas presentes no mesmos, são importantes para que se tenha um controle tecnológico do concreto, pois estas características são determinantes para as propriedades do concreto tanto no estado fresco como endurecido. Ademais, é importante uma análise visual na hora da utilização dos agregados para confecção do concreto, observando se os mesmos estão isentos de substâncias como matéria orgânica, argila, entre outras, que são prejudiciais ao concreto podendo afetar as reações de pega e o endurecimento do mesmo (VILASBOAS, 2004).

2.4.2.3 Água

A água é um elemento indispensável na confecção do concreto, pois ela é a responsável por fazer a lubrificação entre as partículas dos componentes possibilitando assim o manuseio do concreto. Além disso, sem ela não seria possível as reações químicas do cimento chamadas de reações de hidratação, as quais

garantem as propriedades de durabilidade e resistência do concreto (BASTOS, 2006).

É preciso saber que a água que será utilizada para amassamento do concreto deverá ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas, pois, agentes agressivos que a mesma possa conter podem ser muito prejudiciais ao concreto depois de endurecido. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2007), água potável é considerada satisfatória para ser utilizada na confecção do concreto (FUSCO, 2008).

Quando for utilizadas águas de rios, fontes, da chuva, entre outras, e se tenha dúvidas quanto ao uso da mesma no local onde será realizado a obra, é conveniente que se faça ensaios comparativos em igualdade de condições, com a água suspeita e água potável. Por fim, é recomendado que a água que será utilizada no concreto seja guardada em caixas estanque e tampada, para que se possa evitar possíveis contaminações por substâncias estranhas (COÊLHO, 2008).

2.4.2.4 Aditivos

Aditivos são substâncias que podem ser incorporadas ao concreto, com a intenção de melhorar ou reforçar certas propriedades do mesmo, facilitando seu preparo e utilização (SOUZA JÚNIOR, 200-?). Devido à grande quantidade de efeitos produzidos por apenas um produto, torna-se muito difícil a classificação dos aditivos, por isso, os mesmos são classificados conforme a ação que causam sobre as propriedades do concreto (VILASBOAS, 2004). Para Souza Júnior [200-?], os principais casos de utilização de aditivos são:

- aumento da durabilidade;
- acréscimo de resistência;
- melhora na trabalhabilidade;
- melhora na impermeabilidade;
- diminuição do calor de hidratação (retardamento ou aceleração da pega);
- diminuição da retração;
- aditivos plastificantes ou superplastificantes;
- aditivos incorporadores de ar;
- possibilidade de retirada de fôrmas em curto prazo, etc.

Cabe observar que aditivos contendo cloreto em sua composição não podem ser utilizados em estruturas de concreto armado, uma vez que esse composto químico é perigoso para corrosão das armaduras (FUSCO, 2008). Sabendo-se de todos estes fatores, caberá ao engenheiro civil a escolha em função da aplicação e do produto a ser utilizado.

2.4.2.5 Armaduras

A armadura dos elementos de concreto armado é composta por barras de aço, chamadas normalmente de ferro de construção ou vergalhões, que tem a finalidade de integrar o concreto para resistir aos esforços de tração (LISBOA, 2008). Normalmente as armaduras são posicionadas no interior da forma, e posterior a isso, é feito o lançamento do concreto em estado plástico, que envolve as barras, formando depois de endurecido um elemento de concreto armado. As armaduras também servem para absorver tensões de cisalhamento causadas por esforços cortantes ou momentos de torção, sendo capaz ainda de ajudar o concreto a resistir as tensões de compressão (ALMEIDA, 2002).

Segundo Almeida (2002), o uso conjunto do concreto simples e do aço só é possível em virtude da coincidência de ambos os materiais oferecerem aderência mútua e de seus coeficientes de dilatação serem aproximadamente iguais, fazendo com que essa aderência impeça o escorregamento entre os materiais, assim, transmitindo os esforços de um para o outro.

Conforme Lisboa (2008), as Normas Técnicas brasileiras classificam os vergalhões utilizados para concreto armado de acordo com sua resistência. São ofertados no mercado 3 categorias de aço CA 25, CA 50 e CA 60, nos quais o número indica a resistência do vergalhão. Os mesmos são normalmente vendidos em barras retas ou dobras, com 10 a 12 metros de comprimento. O Quadro 2 apresenta algumas características de barras de aço.

Tabela 1 - Característica das barras de aço

Fios	Barras Ø (mm)	Diâmetro (cm)	Peso (daN/m - Kg/m)	Perímetro (cm)	Área (cm ²)
3,2	-	0,32	0,063	1,00	0,080
4,0	-	0,40	0,100	1,25	0,125
5,5	5,5	0,55	0,186	1,73	0,240
6,3	6,3 (1/4")	0,63	0,248	2,00	0,315
8,0	8,0 (5/16")	0,80	0,393	2,50	0,500
10,0	10,0 (3/8")	1,00	0,624	3,15	0,800
-	12,5 (1/2")	1,25	0,988	4,00	1,250
-	16,0 (5/8")	1,60	1,570	5,00	2,000
-	20,0 (3/4")	2,00	2,480	6,30	3,150
-	22,5 (7/8")	2,25	3,120	7,10	4,000
-	25,0 (1")	2,50	3,930	8,00	5,000
-	32,0 (1,25")	3,20	6,240	10,00	8,000

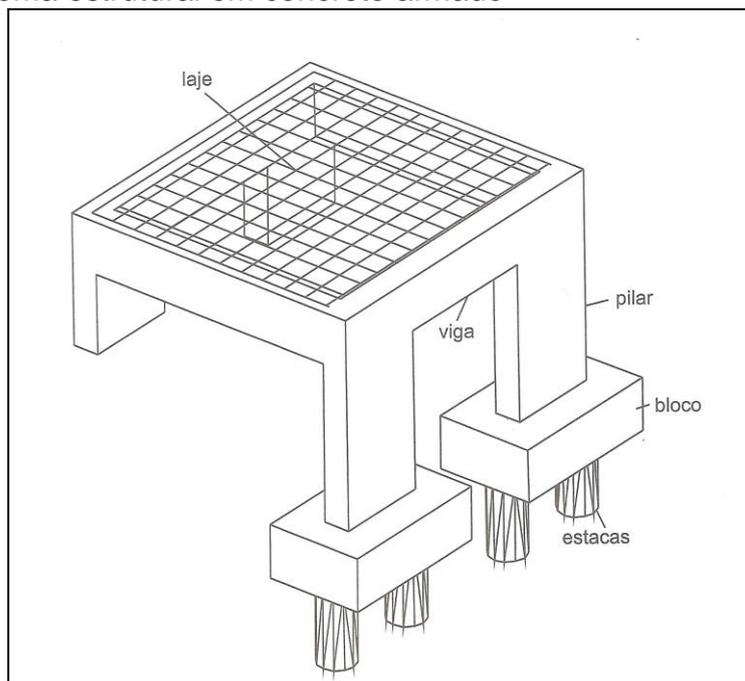
Fonte: Carvalho e Figueiredo Filho (2012, p. 156)

Por fim, é necessário que o engenheiro responsável pelas operações de concretagem tome alguns cuidados para assegurar as propriedades essenciais, tais como aderência entre o aço e o concreto, homogeneidade da concretagem, cobrimento mínimo das armaduras, entre outras (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

2.4.3 Estrutura de Concreto Armado

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2007, p.74), as estruturas “podem ser idealizadas como a composição de elementos estruturais básicos, classificados e definidos de acordo com a sua forma geométrica e sua função estrutural”. Para Clímaco (2008), é fundamental conhecer o comportamento das peças ou elementos estruturais de concreto armado para assegurar a capacidade resistente de uma estrutura, pois a mesma é denominada como o conjunto das partes consideradas resistentes de uma edificação. A Figura 8 ilustra os principais elementos estruturais que estão presentes na maioria das estruturas de edificações.

Figura 8 - Esquema estrutural em concreto armado



Fonte: Carvalho e Figueiredo Filho (2012, p. 22)

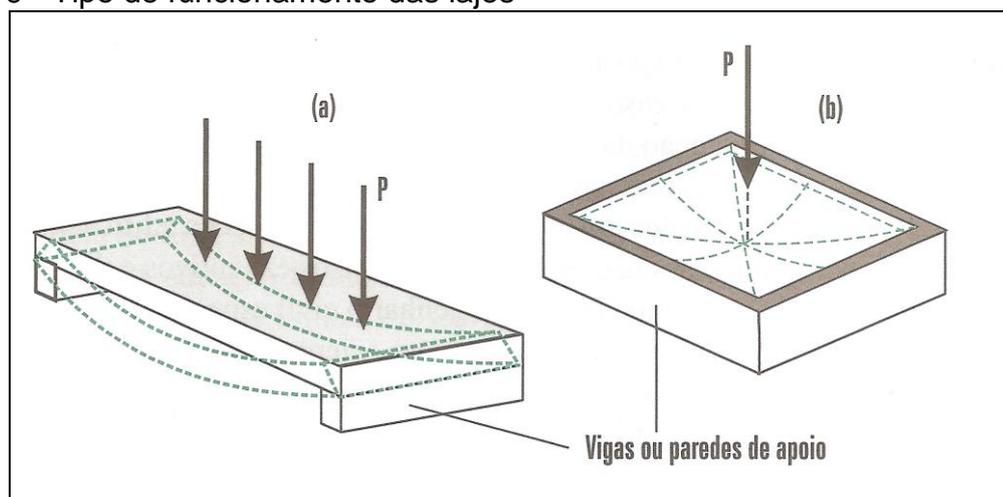
A Figura 8 apresenta o esquema funcional de uma estrutura típica em concreto armado, onde, a laje recebe e transfere cargas as vigas, que as transferem aos pilares, os quais as conduzem até as fundações, que tem a finalidade de transmitir os carregamentos da estrutura ao solo.

2.4.3.1 Lajes

A NBR 6118 (ABNT, 2007) diz que uma peça estrutural pode ser denominada como laje, quando a altura da seção for inferior a cinco vezes a sua largura. Segundo Graziano (2005), as lajes são elementos laminares e planos, sujeitos, principalmente, a forças segundo a direção normal ao seu plano. As mesmas trabalham flexionadas e podem ser classificadas de acordo com a direção na qual ocorrem as flexões em:

- *Armadas em uma direção*: são aquelas em que pela concepção estrutural estão fletidas apenas em uma direção, como mostra a Figura 9 (a).
- *Armadas em cruz*: são aquelas que pela concepção estrutural encontram-se fletidas em duas direções ortogonais entre si, como mostra a Figura 9 (b).

Figura 9 - Tipo de funcionamento das lajes



Fonte: Graziano (2005, p. 118)

Ainda, para Clímaco (2008), as lajes são elementos integrantes da superestrutura, com a finalidade de suportar os carregamentos de superfície, ou seja, as cargas de revestimentos, pessoas, mobília, etc. As mesmas podem ser classificadas quanto ao tipo ainda em:

- a. Lajes apoiadas sobre vigas – quando são sustentadas por vigas em seus contornos, normalmente moldada em um processo único de execução;
- b. Lajes nervuradas – podem ser moldadas *in loco*, ou, serem confeccionadas com nervuras pré-moldadas e algum material de enchimento, para em sequência, fazer-se a concretagem de uma capa sobre as nervuras;
- c. Lajes lisas e cogumelo – estas são diretamente apoiadas sobre os pilares, no caso de haver alargamento na transição pilar-laje, estas são denominadas lajes cogumelo, senão as mesmas se chamam de lajes lisas.

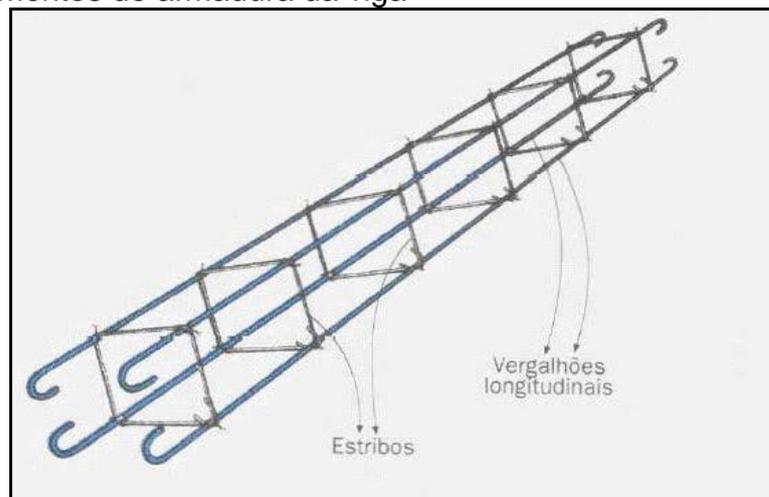
2.4.3.2 Vigas

Segundo NBR 6118 (ABNT, 2007) e Coêlho (2008), vigas são elementos lineares em que o comprimento longitudinal é pelo menos três vezes superior a maior dimensão da seção transversal, nos quais a flexão é predominante. As mesmas não devem apresentar largura da base inferior a 12 cm e nem menor que 15 cm para vigas parede, porém, esses valores podem ser reduzidos para um valor mínimo absoluto de 10 cm, mas nesses casos excepcionais deve-se seguir

rigorosamente o que dizem as normas ABNT NBR 6118:2007 e ABNT NBR 14931:2004.

As vigas tem por finalidade vencer vãos e transmitir os carregamentos que nela atuam para os apoios, que normalmente são os pilares. Os carregamentos atuantes nas vigas normalmente são perpendiculares a seu eixo longitudinal, podendo ser distribuídos ou concentrados. As vigas ainda necessitam de armaduras transversais e longitudinais como mostra a Figura 10. As armaduras transversais, normalmente chamadas de estribos servem para absorver os esforços de cisalhamento atuantes na viga, já as armaduras longitudinais compostas por barras longitudinais têm por objetivo absorver os esforços de tração em que as vigas são solicitadas (BASTOS, 2006).

Figura 10 - Elementos de armadura da viga



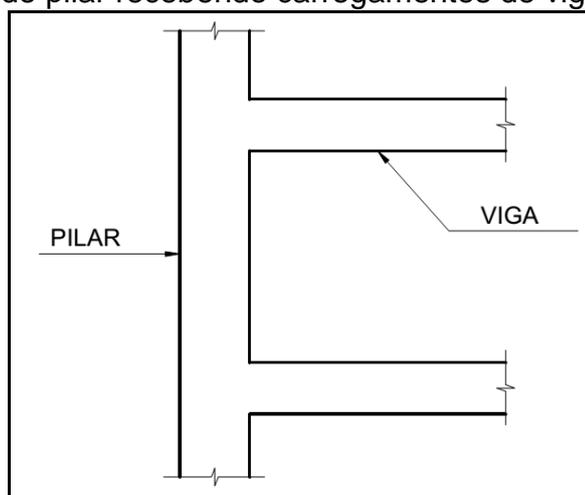
Fonte: Miro (2009, não paginado)

2.4.3.3 Pilares

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2007) os pilares são elementos lineares, normalmente dispostos na vertical em que as forças de compressão são predominantes. Os mesmos devem possuir dimensões da seção transversal com uma relação que não exceda 5 vezes, ou seja a menor dimensão sendo menor que 1/5 da maior, situação que o caracterizaria como pilar parede.

A Figura 11 ilustra um pilar recebendo carregamentos de vigas ao longo de seu comprimento.

Figura 11 – Exemplo de pilar recebendo carregamentos de vigas



Fonte: Bastos (2006, p. 30)

Os pilares são responsáveis pela sustentação das vigas e lajes, conduzindo os carregamentos atuantes sobre as mesmas até as fundações. Por terem a função de suporte de outros elementos estruturais, os mesmos são os elementos de maior importância na estrutura, necessitando de um cuidado especial tanto na parte de projeto como na execução, para que possa ser garantida a segurança global da estrutura (GRAZIANO, 2005).

2.4.3.4 Fundações

Conforme a NBR 6122 (ABNT, 2010), pode-se definir como fundação o elemento responsável pela transferência de cargas da superestrutura para o solo. De modo geral as fundações se dividem em dois grupos que são:

- a. Fundação superficial – transmitem os carregamentos que nela chegam ao solo através da distribuição de tensões sob a base da fundação e, quanto a profundidade de assentamento da mesma, fica condicionada a menos de duas vezes a menor dimensão da fundação. São exemplos de fundações superficiais sapata, bloco, radier, sapata associada, sapata corrida, etc;
- b. Fundação profunda – é o elemento de fundação que transmite os esforços que nela chegam da superestrutura ao solo através da base (resistência de ponta), pela sua superfície lateral (resistência do fuste) ou ainda por uma combinação de ambas. Sua profundidade de assentamento deve ser superior a duas vezes sua menor dimensão em planta e no mínimo 3 m. São exemplos

de fundações profundas estacas, tubulões, estaca pré-moldada, estaca raiz, estaca de concreto moldada *in loco*, etc.

2.4.4 Pontos Positivos do Sistema

Para Pinheiro (2007), Clímaco (2008) e Carvalho e Figueiredo Filho (2012), o concreto armado possui inúmeras vantagens sobre os demais materiais estruturais, sendo que as principais são:

- Apresenta boa trabalhabilidade, que o torna facilmente adaptável às formas, dando maior liberdade ao projetista, possibilitando inúmeras concepções arquitetônicas. Pode-se ainda aumentar a trabalhabilidade do mesmo, com o emprego de plastificantes e fluidificantes, tornando possível o bombeamento do concreto sob pressão, em grandes alturas, possibilitando assim reduções significativas nos custos e prazos de tarefas como transporte e lançamento.
- Apresenta baixo custo relacionado aos materiais constituintes como água, agregados graúdo e miúdo, devido os mesmos serem facilmente encontrados.
- Apresenta boa resistência à solicitações, como vibrações, choques, altas temperaturas, vibrações, desgastes mecânicos, efeitos térmicos, atmosféricos, etc.
- Permite aderência entre concreto já endurecido, e lançado posteriormente, o que faz com que as estruturas tenham comportamento monolítico, o que não ocorre em outras estruturas como de madeira, aço, pré-moldados, etc.
- Pode competir com estruturas de aço em termos econômicos, além de ter a possibilidade do uso de peças pré-moldadas para dar mais rapidez na construção.
- Técnicas construtivas bem difundidas no país.
- Apresenta durabilidade elevada quando executado em conformidade com as normas, além de apresentar baixos custos de manutenção.
- Comparado à madeira e ao aço, apresenta maior resistência e durabilidade ao fogo, desde que sejam respeitados a qualidade do concreto em relação ao meio ao qual a estrutura está inserida, e o cobrimento das armaduras.
- Com o passar do tempo o concreto tem ganho de resistência a compressão.

- O uso de aditivos, como a sílica ativa e microssílica, permite obter resistências elevadas à compressão do concreto, com a vantagem de economia nas dimensões das seções e armaduras e, ainda, com ganhos de durabilidade na estrutura.

2.4.5 Pontos Negativos do Sistema

Apesar dos inúmeros pontos positivos que uma estrutura de concreto armado possui, a mesma também apresenta alguns fatores que são desfavoráveis em comparação a outras tipologias construtivas. Para os autores Souza Júnior [200-?], Pinheiro (2007), Lisboa (2008), Clímaco (2008) e Carvalho e Figueiredo Filho (2012) as principais desvantagens desse sistema construtivo são:

- Difíceis ou até mesmo impossíveis de serem executadas reformas ou demolições na estrutura, quando necessário.
- Estrutura com grande peso próprio, 2500 kg/m³.
- Elevado custo com madeira para montagem das fôrmas e escoramento das mesmas, usadas na moldagem da estrutura.
- É essencial o uso de armaduras em estruturas de concreto armado.
- Nesse sistema as paredes têm a função apenas de vedação da estrutura, gerando, assim, mais carregamento à estrutura com seu peso próprio.
- Devido a grande variabilidade de dimensões dos blocos não é possível modulação das paredes.
- Geração de muito entulho na obra, devido ao acúmulo de madeira utilizado nas fôrmas, e tijolos ou blocos que, devido à baixa resistência, acabam quebrando e se tornando resíduo de obra.
- Exige diversos tipos de mão de obra especializada, sendo o caso do carpinteiro, encanador, armador e eletricista.
- Menor proteção térmica e acústica, pois é um bom condutor de som e calor, o que em casos especiais necessita ser sanado com a utilização de outros materiais.
- Processo de execução lento quando é utilizado processos convencionais de montagem e concretagem das peças estruturais.

2.5 Habitação de Interesse Social e Déficit Habitacional

Habitação de Interesse Social é denominada como: aquela que é destinada a famílias que tem renda mensal de, no máximo, R\$ 2.000,00, considerando a faixa salarial até R\$ 600,00 (BERNY, 2006). Pode-se defini-la ainda, como sendo aquela tornada à população de baixa renda, ou seja, que tem até 3 salários mínimos mensais e que vive em condições precárias de moradia.

Por outro lado, a melhor definição para moradia de interesse social é aquela voltada para a população de baixa renda, que vive em habitações subnormal e precária, podendo incluir em seu plano apenas o parcelamento do solo, bem como a construção de edificações (FREITAS, 2001).

O Brasil vem, há muito tempo, protelando ações para diminuir um grave problema social: o déficit habitacional (FORAGI, 2012).

Déficit habitacional é a necessidade, por parte da população, de novas moradias, substituindo as unidades inadequadas ou as que são utilizadas como coabitação familiar. Deve ser considerado como um dos principais problemas urbanos, pois afeta principalmente a população mais carente e de maneira mais genérica a fisionomia e configuração dos principais elementos formadores das cidades (BERNY, 2006; p. 21).

Soares (2001) destaca que, de acordo com a agenda *Habitat*, resultante da conferência de assentamentos humanos da ONU, em 1996, o grande problema do déficit habitacional é de interesse de toda população: do setor público, privado e das organizações não governamentais.

Com intuito de diminuir esta carência de habitações, uma das estratégias foi, e continua sendo, a construção de conjuntos habitacionais (SOARES, 2001). De acordo com a Fundação João Pinheiro (2012), este déficit significa um indicador que analisa o total de famílias morando em condições inadequadas, tais como: favelas, coabitação social, adensamento excessivo ou quando uma família compromete mais de 30% do salário no valor de aluguel.

Segue, na Tabela 1, os dados de uma pesquisa realizada pelo estudo da Fundação João Pinheiro para o Ministério das Cidades, em 2008, onde o déficit habitacional apresentava os seguintes números:

Tabela 2 - Déficit Habitacional 2008

ESPECIFICAÇÃO	DÉFICIT HABITACIONAL VALORES ABSOLUTOS			
	TOTAL	URBANO		Rural
		Total	Rural de extensão urbana	
Norte	555.130	448.072	2.510	107.058
Rondônia	31.229	29.609	2.025	1.620
Acre	19.584	17.370	-	2.214
Amazonas	132.224	120.363	285	11.861
Roraima	13.969	13.333	-	636
Pará	284.166	217.408	200	66.758
<i>RM Belém</i>	83.909	82.713	200	1.196
Amapá	14.277	13.223	-	1.054
Tocantins	59.681	36.766	-	22.915
Nordeste	1.946.735	1.305.628	11.085	641.107
Maranhão	434.750	204.632	3.513	230.118
Piauí	124.047	71.358	-	52.689
Ceará	276.915	686.670	-	90.255
<i>RM Fortaleza</i>	103.979	101.266	-	2.713
Rio Grande do Norte	104.190	78.261	4.242	25.929
Paraíba	104.699	87.746	-	16.953
Pernambuco	263.958	214.182	1.088	49.776
<i>RM Recife</i>	125.254	123.891	-	1.363
Alagoas	85.780	63.353	2.242	22.427
Sergipe	66.492	57.606	-	8.886
Bahia	485.904	341.820	-	144.084
<i>RM Salvador</i>	116.014	114.524	-	1.490
Sudeste	2.046.312	1.969.424	10.612	76.888
Minas Gerais	474.427	437.401	-	37.026
<i>RM Belo Horizonte</i>	115.689	115.278	-	411
Espírito Santo	84.868	77.717	-	7.151
Rio de Janeiro	426.518	420.853	2.929	5.665
<i>RM Rio de Janeiro</i>	320.091	318.818	-	1.273
São Paulo	1.060.499	1.033.453	7.683	27.046
<i>RM São Paulo</i>	510.326	504.403	5.923	5.923
Sul	580.893	519.080	1.668	61.813
Paraná	213.157	192.726	1.668	20.431
<i>RM Curitiba</i>	64.635	61.716	1.668	2.919
Santa Catarina	140.770	123.757	-	17.023
Rio Grande do Sul	226.966	202.607	-	24.359
<i>RM Porto Alegre</i>	97.133	93.713	-	3.420
Centro-Oeste	417.240	387.628	2.024	29.612
Mato Grosso do Sul	77.206	66.309	-	10.897
Mato Grosso	73.376	60.245	-	13.131
Goiás	162.762	158.526	-	4.236
Distrito Federal	103.896	102.548	2.024	1.348
Brasil	5.546.310	4.629.832	27.899	916.478
<i>Total das RMs</i>	1.577.030	1.516.322	7.791	20.708
Demais áreas	4.009.280	3.113.510	20.108	895.770

Fonte: Adaptado de Fundação João Pinheiro (2008)

Em estudo realizado pela Caixa Econômica Federal (2012), sobre a demanda habitacional, foram apresentadas algumas alterações na população brasileira, nas

últimas décadas, que intervieram para o aumento do déficit habitacional (FORAGI, 2012). Entre elas destacam-se:

- aumento do êxodo rural;
- aumento da população;
- avanço da expectativa de vida;
- modificação da configuração familiar brasileira.

Conforme o exposto, pode-se dizer que as favelas e áreas de risco, se tornaram mais frequentes nestes centros.

Para mudança desse quadro, surgiram alternativas discutidas junto a Instituições financeiras estatais. A Caixa Econômica Federal, a qual possui inúmeras linhas de financiamento para diversas faixas de rendimento, disponibiliza um programa que depende do poder público, denominado Pró-Moradia, que incentiva apoiar no desenvolvimento de ações para melhoria de condições de vida para famílias de baixa renda, de até 3 salários mínimos (MELLO, 2004).

Nos últimos anos, o Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal, é o mais recente, estando em sua segunda fase, já foram construídas mais de 1 milhão de moradias e pretende-se, até 2014, a construção de 2 milhões de casas e apartamentos (CAIXA, 201-?).

Ainda, segundo Mello (2004), essa tendência constitui que o novo papel do Estado está relacionado com a facilitação e não mais o apoio, sendo está incluída com a regulação técnica e pela parceria com a sociedade civil.

2.6 Custos

A análise de custos é baseada na identificação dos custos e despesas gastas em um processo.

De acordo com Larssen (2012) pode-se definir:

- **Custo:** é o gasto fundamental para a produção de um serviço ou um bem, através de matéria prima, mão de obra direta e atividades indiretas.
- **Despesa:** é o recurso consumido em certo espaço de tempo, gerando decréscimo de patrimônio.

Analisar os custos de uma obra, por exemplo, é uma ferramenta estratégica e decisória, sendo indispensável para a execução de diversas tarefas, como formar preços, aperfeiçoar a produção, valorização de estoque, entre outras.

Conforme Losso (1995) apud Librelotto et al. (1998), existem estimativas de custos para edificações, que podem ser classificadas em:

- Método da estimativa de custo por área, onde o custo total é o custo por metro quadrado multiplicado pela área total da edificação, como prescreve a NBR 12.721/2006.
- Método da estimativa do custo por volume, onde o mesmo é calculado em função do metro cúbico multiplicado pelo volume equivalente da edificação.
- Método da participação percentual das etapas da construção, onde os custos são estimados por porcentagem, à medida que ocorrem as maiores etapas da obra. O custo total é obtido fazendo-se o somatório dos custos de todas as etapas.
- Método da estimativa do custo por unidade, onde o custo total da obra é o custo de cada unidade multiplicado pelo número de unidades do empreendimento.
- Método A. R. C., que foi criado na França, e baseia-se na divisão de elementos de construção do edifício adequados ao projeto e na medição e cálculo do custo de diferentes elementos de construção.
- Método das quantidades aproximadas, que pode ser considerado como um orçamento onde as medições se realizam por aproximações.

Conforme Rocha [200-?], os preços de obras de engenharia são formados basicamente por quatro elementos: os custos diretos; os custos indiretos; os tributos e o lucro. Os custos diretos estão relacionados aos serviços produzidos diretamente no canteiro de obras, ou seja, referem-se a custos com materiais e mão de obra, necessários para realização dos serviços de cada etapa da obra.

Já os custos indiretos, são aqueles relacionados à estrutura necessária para administração dos serviços e gerenciamento do empreendimento e para conservação da empresa construtora. Os tributos são dependentes à qualquer atividade produtiva e o lucro é o valor financeiro que se pretende receber pela execução da obra (ROCHA, 200-?).

Porém, dentre os quatro tipos de elementos de custo, os custos indiretos e o lucro são os mais difíceis de se quantificar, geralmente não são detalhados no orçamento, sendo embutidos com os preços dos serviços, juntamente com os tributos. A composição destes três custos da origem a uma taxa denominada BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), que é aplicada aos custos diretos para definir o preço de venda da obra (ROCHA, 200-?).

2.7 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) é um sistema cuja gestão é compartilhada entre a CAIXA e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e, tem por finalidade, a divulgação mensal de custos e índices da construção civil, sendo que o IBGE é responsável pela pesquisa mensal de preços, metodologia e formação dos índices, e, a CAIXA pela base técnica de engenharia, ou seja, tem por função a especificação de insumos, composições de serviços, projetos referenciais, além do processamento de dados (CAIXA, 2014).

Conforme o Site da CAIXA (2014), em 2003 foi editada a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), a qual determinou que os custos do SINAPI devem servir de referência para a aceitabilidade de preços de obras públicas, que sejam executadas com recursos federais do Orçamento Geral da União.

Mensalmente o IBGE pesquisa preços de materiais de construção, equipamentos e salários das categorias profissionais em estabelecimentos industriais, comerciais e sindicatos da construção civil nos 26 estados e distrito federal do Brasil. Por outro lado, a CAIXA é encarregada pela parte de manutenção da base técnica de engenharia, métodos de produção e base cadastral de coleta, sendo que a base técnica de engenharia do sistema é formado pelos projetos, pelas especificações e composições de custos e pela relação de serviços (CAIXA, 2014).

Segundo site da CAIXA (2014), com o conhecimento dos materiais e suas quantidades, além da mão de obra a ser utilizada e o tempo necessário para execução de cada serviço, é possível, a partir dos preços e salários, calcular seu custo. Somando-se as despesas de todos os serviços, é possível determinar o custo total de construção relativo a cada projeto. Em casos de projetos comerciais e residenciais, um mesmo serviço pode ser executado com diferentes especificações,

podendo atender, assim, a diferentes padrões de acabamento: mínimo, baixo, normal e alto.

Os custos médios de cada estado e do distrito federal, são obtidos através da ponderação dos custos de projetos residenciais de padrão normal de acabamento, em sequência é feito a ponderação dos custos obtidos nos estados, com isso obtém-se os custos regionais e, a partir destes, é obtido o custo nacional, que dão origem aos índices por Estado, Região e Brasil (CAIXA, 2014).

O produto destas ponderações são as séries mensais de custos e índices do SINAPI, que são referentes ao custo por metro quadrado de construção, levando-se em conta mão de obra com encargos sociais, equipamentos e materiais, não sendo inclusos nesses cálculos o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), equipamentos mecânicos como compactadores, elevadores, exaustores e ar condicionado, despesas com projetos em geral, seguros, licenças, administração e financiamentos (CAIXA, 2014).

O relatório de insumos traz, mensalmente, informações sobre valores medianos dos materiais de construção, mão de obra e equipamentos necessários em uma obra, sendo que essas informações são atualizadas, mensalmente, pelo IBGE, em todas as capitais brasileiras. Já o relatório de composições, como o próprio nome diz, traz informações sobre o conjunto de insumos, suas quantidades e valores para execução de uma determinada atividade da obra, sendo esses dados atualizados, assim como o relatório de insumos, ou seja, mensalmente pelo IBGE. Estas informações são públicas, disponibilizadas no site da CAIXA e podem ser consultadas por todos (CAIXA, 2014).

2.8 Avaliação Pós Ocupação

Uma vez que o objetivo desse trabalho não é somente realizar um comparativo de custos entre os dois sistemas construtivos anteriormente descritos, mas também estabelecer o grau de satisfação dos usuários das edificações construídas com esses sistemas, faz-se necessário o entendimento do conceito de Avaliação Pós ocupação. Isso porque esse será um dos recursos metodológicos utilizado nessa pesquisa.

Sendo assim, para Rheingantz et al. (1997), Avaliação Pós Ocupação é um processo rigoroso e sistematizado de avaliar edificações, passado algum tempo de

sua construção e ocupação, tendo como foco as necessidades dos ocupantes das habitações, podendo perceber as consequências decorrentes das decisões de projeto e tomando como base para confecção de habitações melhores no futuro.

Segundo Ornstein (1995) apud Jacques (2008), a mesma funciona como um instrumento, com a finalidade de diagnosticar e recomendar, segundo uma visão sistêmica e re-alimentadora, modificações e reformas na habitação objeto de estudo, tendo como objetivo futuros projetos similares.

Essa Avaliação é importante, para saber se o projeto atingiu os objetivos planejados. Esse processo é feito após as edificações concluídas e, passado um certo tempo, por meio da aplicação de questionários, entrevistas e observações, buscando saber o grau de satisfação dos moradores (CONCEIÇÃO, 2009).

Enfim, com a Avaliação Pós-ocupação as edificações são analisadas, seja do ponto de vista construtivo, ou dos usuários, servindo para corrigir sistematicamente falhas e verificar se for o caso acertos para tomar como base na confecção de futuros projetos (FERRAZ, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Quanto aos procedimentos, a pesquisa classifica-se como fonte de papel, pesquisa bibliográfica e documental sendo concretizada a partir de materiais já publicados, utilizados como referência para análise no estudo. Além disso, conta ainda com a aplicação de um questionário com perguntas qualitativas e com tabulação quantitativa dos dados analisados (GIL, 2009).

Esta pesquisa também é delineada como descritiva. A pesquisa descritiva tem por finalidade a descrição das características de determinado fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis, neste caso através da coleta de dados. Assume, em geral, a forma de levantamento (GIL, 2009).

Do ponto de vista da forma de abordagem a pesquisa pode ser classificada como quantitativa, ou seja, revela em números as opiniões e elementos a serem avaliados e classificados (RODRIGUES, 2007).

3.2 Planejamento da Pesquisa

Esta pesquisa tem por objetivo o comparativo de custos entre duas obras de interesse social construídas na cidade de Alegrete – RS. Essas obras foram executadas por duas empresas diferentes, com sistemas construtivos desiguais, uma em concreto armado com alvenaria de vedação e a outra em alvenaria estrutural. Como as idades e os projetos dessas obras não são iguais, ou seja foram construídas em épocas diferentes e possuem aspectos arquitetônicos e áreas desiguais, o comparativo entre elas deu-se em função do metro quadrado de área construída.

No intuito de obter valores para comparação entre as obras, fez-se o levantamento de quantitativos de cada projeto, para confecção dos orçamentos realizados com pesquisa de composições e valores no Sistema de Preços Custos e Índices (SINAPI) da Caixa Econômica Federal.

Concluída esta etapa foi realizado um estudo avaliativo pós-ocupação, focado principalmente no grau de satisfação dos usuários das moradias de ambos os sistemas construtivos. Esse estudo julga-se necessário, pois, normalmente em

habitações de interesse social é realizado apenas um projeto “universal” para execução de diversas casas, com o intuito de não elevar o custo total da obra e facilitar a execução.

Porém, sabe-se que diferentes tipos de famílias irão habitar essas casas e, nesse sentido, foi avaliado se as residências estavam atendendo as necessidades de cada família, buscando descobrir como está a satisfação dos usuários com suas habitações e ainda, comparando os dois sistemas construtivos, perceber se há algum elemento que possa interferir nessa satisfação. Visto isso, elaborou-se um questionário padrão, o qual foi aplicado em uma amostra de residências. Porém, primeiramente calculou-se o número mínimo representativo de residências a serem pesquisadas, através de uma calculadora online de Cálculo Amostral criada por Santos (2014), chegando-se ao número de habitações de cada sistema construtivo a ser pesquisado.

Posteriormente realizou-se o comparativo de resultados entre os sistemas construtivos, tanto dos custos obtidos nas planilhas orçamentárias quanto dos dados levantados pelos questionários na avaliação pós-ocupação. Por fim, foram realizadas as considerações finais, a respeito dos dois assuntos (custos e Avaliação Pós-Ocupação) abordados nessa pesquisa.

3.2.1 Procedimentos de Coleta e Interpretação de Dados

Após analisar os projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico de cada sistema construtivo fornecido pelas empresas que executaram as obras, foi construído com auxílio da ferramenta EXCEL 2013, planilhas orçamentárias visando comparação de custos das composições de cada sistema construtivo.

Para adequação dos custos de ambos os sistemas para os dias atuais utilizou-se como ferramenta de consulta o Sistema de Preços Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Para a avaliação pós-ocupação realizou-se um questionário padrão em WORD 2013, o qual foi aplicado a uma amostra dos ocupantes das moradias do Loteamento Ayrton Senna II, tanto nas moradias construídas com sistema construtivo em concreto armado quanto nas construídas em alvenaria estrutural.

É importante esclarecer que ambos os sistemas construtivos apresentam características construtivas equivalentes, assim, avaliou-se apenas as etapas

julgadas pertinentes, ou seja, aquelas que realmente diferem de um sistema para o outro, que são: Movimento de Terra, Infraestrutura/Superestrutura, Paredes em Geral, Impermeabilização, Pavimentações e Revestimentos.

Por fim fez-se a análise comparativa entre os resultados das planilhas orçamentárias e dos dados da avaliação pós-ocupação obtidos pelas entrevistas.

3.2.2 Etapas da Pesquisa

A pesquisa está dividida em quatro etapas, que foram estruturadas da seguinte forma:

1ª Etapa: Levantamento de quantitativos e pesquisa de composições e preços.

Através da análise dos projetos básicos de ambos os sistemas construtivos, foram construídas planilhas com quantitativos de materiais e serviços. Com os quantitativos realizou-se o orçamento das residências tomando como base as composições e os valores obtidos no Sistema de Preços Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), sem considerar o Benefício de Despesas Indiretas (BDI).

Como ambos os sistemas construtivos apresentavam etapas equivalentes, que não influenciariam significativamente no comparativo entre as obras, foram analisadas apenas as etapas consideradas realmente diferentes entre os sistemas. Para melhor organização das planilhas orçamentárias, as mesmas foram divididas em fases de avaliação de custos. As fases são as que seguem:

- movimento de terra;
- infraestrutura/superestrutura;
- paredes em geral;
- impermeabilização;
- pavimentações;
- revestimentos.

2ª Etapa: Confecção de questionário avaliativo.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica para montar o questionário de avaliação pós-ocupação, aplicado no Loteamento Ayrton Senna II, objetivando saber

se o sistema construtivo utilizado em cada habitação, interfere no grau de satisfação dos moradores.

3ª Etapa: Coleta de dados avaliação pós-ocupação.

Como cada conjunto de habitações possui um número diferente de moradias, tendo 450 casas construídas no sistema em alvenaria estrutural, e, 90 em concreto armado, foi necessário determinar o tamanho mínimo da amostra representativa. Desse modo utilizou-se uma calculadora online criada por Santos (2014). Esta serve para obtenção da amostra necessária em pesquisas com amostragem aleatória simples, onde todos os elementos têm a mesma probabilidade de serem selecionados. A mesma utiliza para o cálculo amostral a fórmula (1):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)} \quad \dots(1)$$

Onde:

n – amostra calculada

N – população

Z – variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p – verdadeira probabilidade do evento

e – erro amostral

Posteriormente com os valores da amostra mínima representativa, realizou-se as entrevistas junto aos moradores das edificações dos dois sistemas construtivos, para coleta de dados, os quais, foram contabilizados e tabulados após o término da mesma. É importante salientar que os questionários foram respondidos apenas por moradores com idade superior a 12 anos.

4ª Etapa: Análise comparativa.

Nesta etapa realizou-se o comparativo de custos gerados pelos orçamentos de ambos os sistemas construtivos, ou seja, o comparativo entre os valores obtidos do metro quadrado da edificação em concreto armado com alvenaria de vedação e da edificação em alvenaria estrutural, considerando apenas as etapas construtivas já supracitadas.

Também foi realizado nesta etapa o comparativo dos dados coletados entre as unidades habitacionais nos dois sistemas construtivos, no que se refere à

pesquisa de avaliação pós-ocupação. Por fim, sendo feitas as considerações finais relacionadas aos custos obtidos para cada sistema e aos resultados alcançados com a avaliação pós-ocupação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se as duas tipologias de casas que foram estudadas, ou seja, a unidade habitacional executada em alvenaria estrutural, e, a unidade habitacional executada com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação. Também serão expostos seus respectivos quantitativos e composições de materiais e mão de obra, com o intuito de apresentar o orçamento da unidade habitacional de cada sistema construtivo. Posterior a isso sendo apresentados os resultados obtidos a partir dos orçamentos realizados, além da avaliação dos custos gerados por cada Sistema Construtivo.

Além disso, também é apresentada a pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação, realizada nas habitações de ambos os sistemas construtivos, ampliando a discussão da habitação de interesse social para além do comparativo de custos. Isso porque a APO é realizada com a colaboração dos usuários das habitações. Posteriormente é apresentado a análise da Avaliação Pós-Ocupação, avaliando se os sistemas construtivos em estudo, interferem no grau de satisfação dos usuários.

4.1 Apresentação das Unidades Habitacionais

4.1.1 Apresentação da Unidade Habitacional em Alvenaria Estrutural

A unidade habitacional em Alvenaria Estrutural faz parte de um conjunto de 450 casas construídas no Loteamento Ayrton Senna II, através do programa Minha casa Minha Vida. A execução das mesmas ficou a cargo de uma construtora da cidade de Alegrete/RS, que concluiu a obra das moradias em Setembro de 2013.

As Figuras 12 e 13 apresentam respectivamente a fachada e a planta baixa da unidade habitacional. Como solução construtiva optou-se pelo sistema construtivo em alvenaria estrutural, ou seja as paredes externas da moradia tem função estrutural. Além disso, as fundações também fugiram do padrão de construção que se vê no dia a dia, pois, para esse caso foi adotado fundações diretas do tipo radier.

Arquitetonicamente trata-se de uma residência unifamiliar, com área total de 37,95 m² e 32,00 m² de área útil, distribuída em dois dormitórios, cozinha, sala, circulação e banheiro.

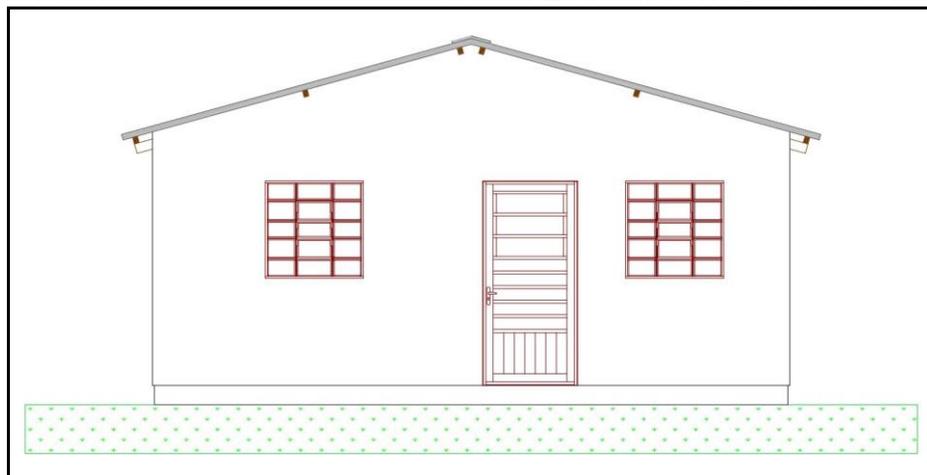
4.1.2 Apresentação da Unidade Habitacional em Concreto Armado

Do mesmo modo que as unidades habitacionais em alvenaria estrutural, as unidades em concreto armado com alvenaria de vedação também estão localizadas no Loteamento Ayrton Senna II, constituindo um conjunto de 90 casas, construídas através de um Programa de Moradia Popular do Município de Alegrete/RS. A execução destas residências, assim como as moradias em alvenaria estrutural, foram executadas por uma empresa de Alegrete/RS, porém, este conjunto de casas é mais antigo, tendo o término das obras ocorrido em 2010.

É mostrado nas Figuras 14 e 15 a fachada e planta baixa, da unidade habitacional em concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação. Nesse agrupamento de habitações optou-se por utilizar como solução construtiva, estrutura em concreto armado, ou seja, vigas e pilares compondo a estrutura da casa, com fechamento em alvenaria de vedação, alicerçada em fundações diretas, do tipo sapata isolada.

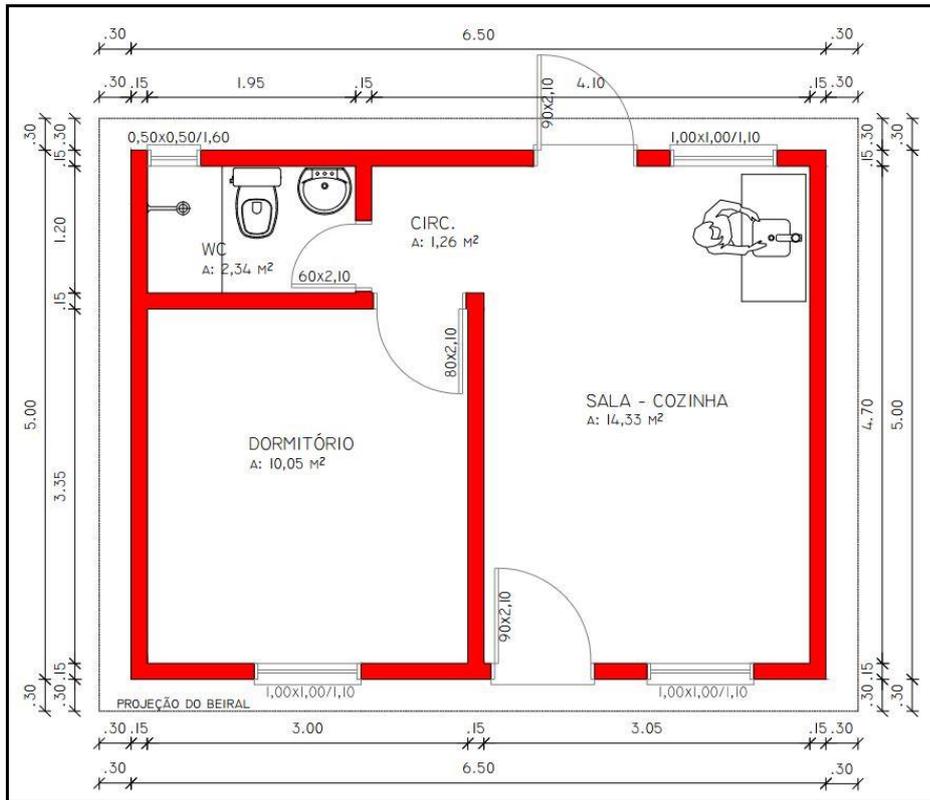
Em relação a arquitetura da casa, a mesma se configura como uma residência unifamiliar, com 32,50 m² de área total e 27,98 m² de área útil, distribuída em um dormitório, banheiro, circulação, sala e cozinha.

Figura 14 – Fachada unidade habitacional com Estrutura em Concreto Armado



Fonte: Construtora (2007)

Figura 15 – Planta Baixa unidade habitacional com Estrutura em Concreto Armado



Fonte: Construtora (2007)

4.2 Orçamento Comparativo dos Custos entre as Unidades Habitacionais

O principal meio de medir qual sistema construtivo é menos oneroso na hora de se construir, é fazendo um comparativo de custos entre os mesmos. Para isso foi confeccionado um orçamento para cada um, possibilitando que os mesmos possam ser comparados diretamente.

Relacionado aos orçamentos, levou-se em consideração para confecção destes, quantitativos e composições de serviços e materiais. Para auxiliar na realização do orçamento foram utilizadas as tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), sem acréscimo de Benefício de Despesas Indiretas (BDI), referente ao mês de Novembro de 2013, e referente a localidade de Porto Alegre/RS.

Para ambos os sistemas construtivos foi adotada a mesma metodologia na elaboração dos orçamentos. Primeiramente fez-se uma pesquisa detalhada nos projetos fornecidos pelas empresas que executaram as obras, posterior a isso levantou-se os quantitativos de cada unidade habitacional, para finalmente buscar

junto as tabelas do SINAPI as composições de materiais e serviços com seus respectivos custos.

Com todos os dados supracitados, foi possível montar as planilhas orçamentárias das casas de cada sistema construtivo. Como várias etapas construtivas entre os dois sistemas se assemelham muito, e pouco interfeririam no preço final de cada casa, optou-se por priorizar no orçamento apenas os pontos que realmente diferem um sistema do outro, ou seja, aqueles julgados impactantes no custo final da obra, que são:

- movimentação de terra;
- infraestrutura/superestrutura;
- paredes em geral;
- impermeabilização;
- pavimentações;
- revestimentos.

Baseado nessas informações são apresentados os orçamentos para o sistema construtivo em alvenaria estrutural na Tabela 2, e, para o sistema construtivo em concreto armado na Tabela 3.

Tabela 3 - Orçamento Habitação com Estrutura em Alvenaria Estrutural

PLANILHA DE ORÇAMENTO - ALVENARIA ESTRUTURAL							
ITEM	DESCRIÇÃO	SINAPI	QUANT.	UNID.	CUSTO (R\$)		%
					Material+Mão de obra	Total	
1 MOVIMENTO DE TERRA							
1.1	REGULARIZACAO E COMPACTACAO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	5622	37,95	m ²	2,51	95,25	0,89
TOTAL DE MOVIMENTO DE TERRA						95,25	
2 INFRAESTRUTURA/SUPERESTRUTURA							
2.1	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 3X.	74076/001	4,07	m ²	27,61	112,37	50,08
2.2	LASTRO DE BRITA	74164/004	1,52	m ³	63,53	96,57	
2.3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	74138/002	3,8	m ³	351,76	1.336,69	
2.4	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	73994/001	89,17	KG	6,47	576,93	
2.5	ALVENARIA EM BLOCO CERAMICO ESTRUTURAL 14X19X29CM, 1/2 VEZ, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), INCLUSO ACO CA-60	74110/001	65,45	m ²	49,04	3.209,67	
TOTAL DE INFRAESTRUTURA						5.332,22	
3 PAREDES EM GERAL							
3.1	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 10X20X20CM, 1/2 VEZ, ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA), JUNTAS 12MM	73982/001	37,15	m ²	28,83	1.071,03	10,06
TOTAL DE PAREDES EM GERAL						1.071,03	
4 IMPERMEABILIZAÇÃO							
TOTAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO				m ²		-	0,00
5 PAVIMENTAÇÕES							
5.1	REGULARIZACAO PISO CIMENTO / AREIA 1:3 PREPARO MANUAL, INCLUSO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE ESPESSURA 2CM	84171	37,95	m ²	12,09	458,82	4,31
TOTAL DE PAVIMENTAÇÕES						458,82	
6 REVESTIMENTOS							
6.1	CHAPISCO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MEDIA), ESPESSURA 0,5CM, PREPARO MECANICO DA ARGAMASSA	5975	205,22	m ²	3,99	818,83	34,66
6.2	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA), ESPESSURA 1,5CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	73927/008	205,22	m ²	13,99	2.871,03	
TOTAL REVESTIMENTOS						3.689,86	
TOTAL GERAL (R\$)						10.647,18	100
CUSTO POR m² DE ÁREA CONSTRUÍDA						R\$	280,56

Fonte: Elaboração própria (2014)

Tabela 4 - Orçamento Habitação com Estrutura em Concreto Armado

PLANILHA DE ORÇAMENTO - CONCRETO ARMADO							
ITEM	DESCRIÇÃO	SINAPI	QUANT.	UNID.	CUSTO		%
					Material+Mão de obra	Total	
1 MOVIMENTO DE TERRA							
1.1	ESCAVACAO MANUAL EM SOLO-PROF. ATE 1,50 M	79517/001	3,95	m³	15,23	60,16	6,70
1.2	ATERRO APOLOADO(MANUAL) EM CAMADAS DE 20 CM COM MATERIAL DE EMPRÉSTIMO	73904/001	11,2	m³	57,68	646,02	
TOTAL DE MOVIMENTO DE TERRA						706,17	
2 INFRAESTRUTURA/SUPERESTRUTURA							
2.1	ARMACAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM. - FORNECIMENTO / CORTE (C/PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	73942/002	63	KG	6,64	418,32	27,76
2.2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	74254/002	116,3	KG	6,21	722,22	
2.3	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESURA = 12 MM, 03 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	84215	33,8	m²	25,68	867,98	
2.4	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	74138/002	2,61	m³	351,76	918,09	
TOTAL DE INFRAESTRUTURA						2.926,62	
3 PAREDES EM GERAL							
3.1	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 10X20X20CM, 1/2 VEZ, ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA), JUNTAS 12MM	73982/001	81,36	m²	28,83	2.345,61	22,25
TOTAL DE PAREDES EM GERAL						2.345,61	
4 IMPERMEABILIZAÇÃO							
4.1	IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, QUATRO DEMAOS	74106/001	14,5	m²	11,1	160,95	1,53
TOTAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO						160,95	
5 PAVIMENTAÇÕES							
5.1	LASTRO DE BRITA	74164/004	1,4	m³	63,53	88,94	8,68
5.2	CONTRAPISO/LASTRO DE CONCRETO NAO-ESTRUTURAL, E=5CM, PREPARO COM BETONEIRA	73907/003	27,98	m²	18,6	520,43	
5.3	REGULARIZACAO DE PISO/BASE EM ARGAMASSA TRACO 1:0,5:8(CIMENTO, CAL E AREIA), ESPESURA 2,5CM, PREPARO MECANICO	6051	27,98	m²	10,92	305,54	
TOTAL DE PAVIMENTAÇÕES						914,91	
6 REVESTIMENTOS							
6.1	CHAPISCO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MEDIA), ESPESURA 0,5CM, PREPARO MECANICO DA ARGAMASSA	5975	162,71	m²	3,99	649,21	33,08
6.2	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA), ESPESURA 2,0CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	73927/009	162,71	m²	17,44	2.837,66	
TOTAL REVESTIMENTOS						3.486,88	
TOTAL GERAL (R\$)						10.541,14	100
CUSTO POR m² DE ÁREA CONSTRUÍDA						R\$	324,34

Fonte: Elaboração própria (2014)

Cabe destacar que, com base nas Tabelas 2 e 3, foi possível fazer a análise de custos de cada sistema construtivo, demonstrado na sequência.

4.3 Análise de Resultados entre os Custos de cada Sistema Construtivo

Através da análise detalhada dos projetos de cada unidade habitacional, foi possível obter os quantitativos de cada projeto e, buscando junto às tabelas de Serviços do SINAPI referente ao mês de Novembro de 2013, da localidade de Porto Alegre/RS as composições de mão de obra e materiais, com seus respectivos

valores, sem o acréscimo do Benefício de Despesas Indiretas (BDI), chegando ao orçamento de cada unidade habitacional.

A Tabela 4 apresenta o comparativo de custos por metro quadrado (R\$/m²), referente a cada etapa construtiva analisada, entre as habitações dos dois sistemas construtivos, onde dividiu-se o valor de cada etapa pela área total de cada habitação, possibilitando, assim, o comparativo direto entre os mesmos. Sendo que, as etapas de Impermeabilização e de Pavimentações, foram avaliadas juntas, visto que, no sistema construtivo em alvenaria estrutural a etapa de impermeabilização está inserida junto a composição de pavimentações.

Tabela 5 - Comparativo de Custos por m² entre Habitações

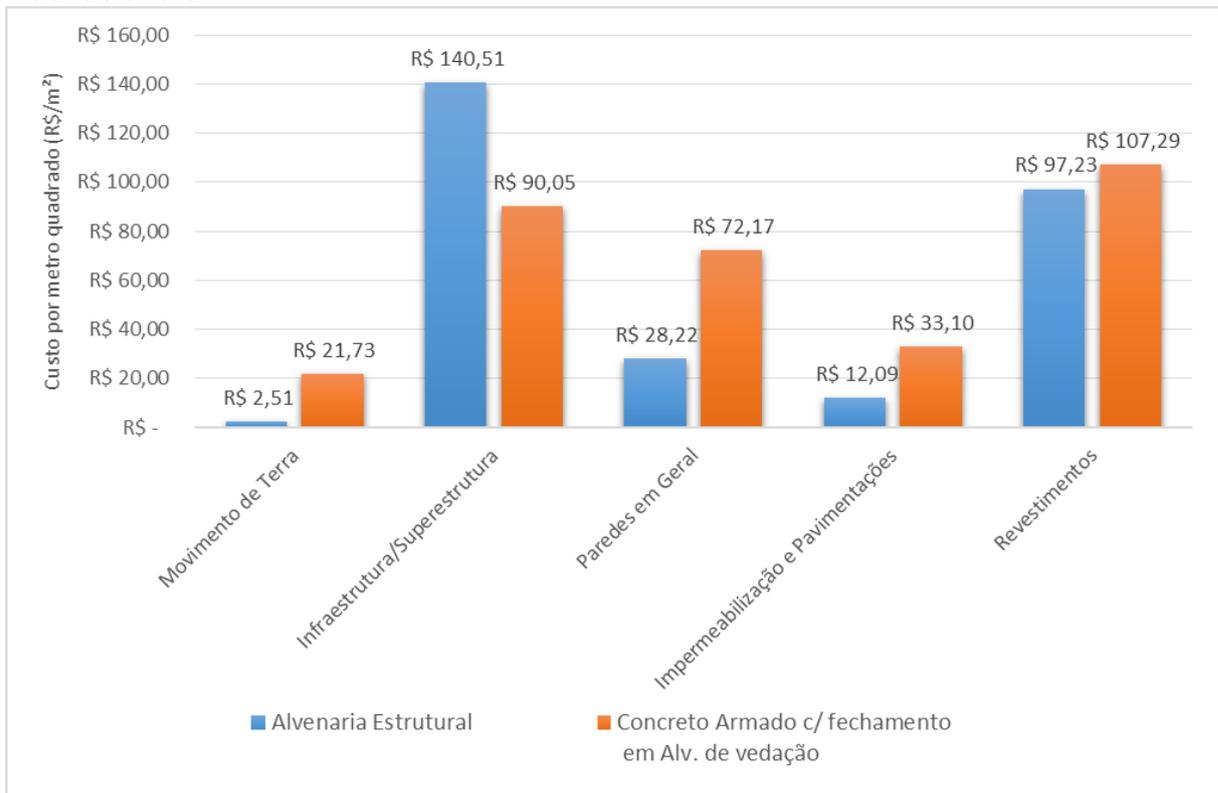
Comparativo de Custos por m² entre as Unidades Habitacionais

Descrição	Alvenaria Estrutural (R\$/m²)	Concreto Armado c/ fechamento em Alv. de vedação (R\$/m²)
Movimento de Terra	R\$ 2,51	R\$ 21,73
Infraestrutura/Superestrutura	R\$ 140,51	R\$ 90,05
Paredes em Geral	R\$ 28,22	R\$ 72,17
Impermeabilização e Pavimentações	R\$ 12,09	R\$ 33,10
Revestimentos	R\$ 97,23	R\$ 107,29
Total	R\$ 280,56	R\$ 324,34

Fonte: Elaboração própria (2014)

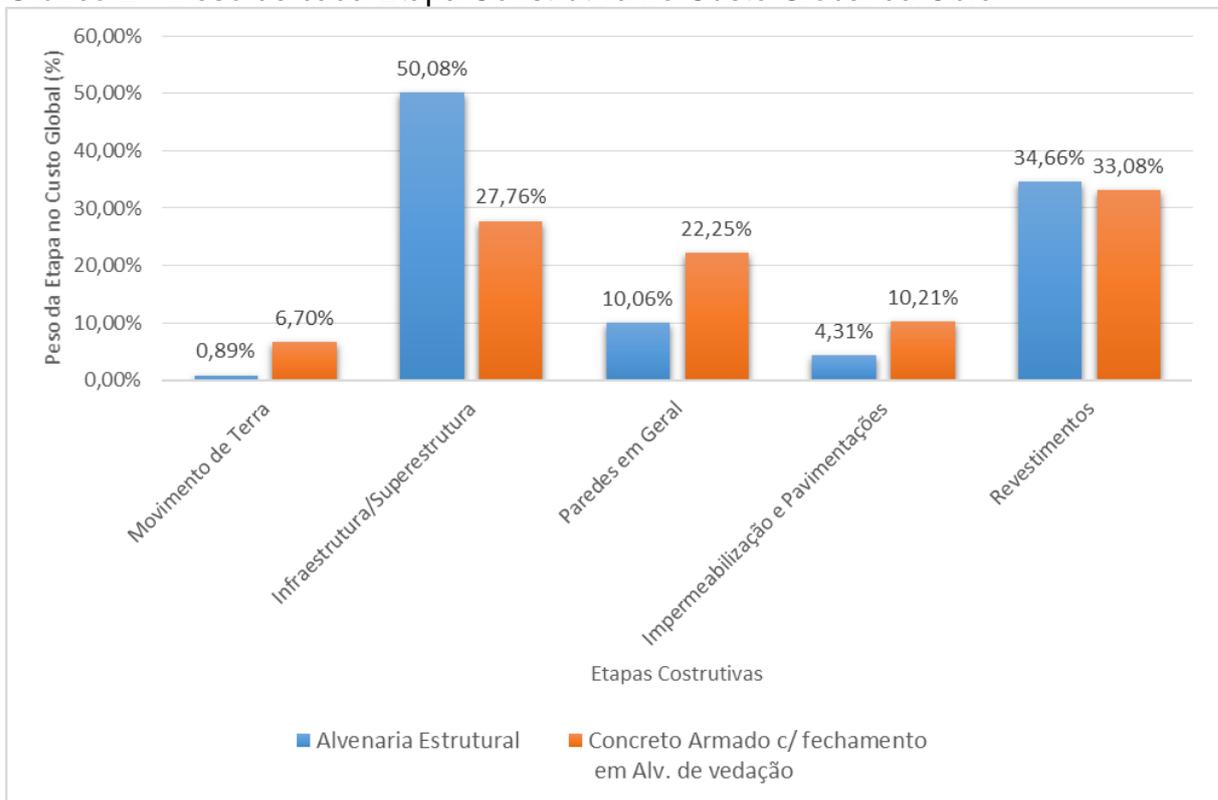
O Gráfico 01 e 02, ilustram o comparativo do peso que cada etapa construtiva tem no custo global de cada obra, em valores e porcentagem respectivamente.

Gráfico 1 – Comparativo de Custos entre Etapas Construtivas das Unidades Habitacionais



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 2 – Peso de cada Etapa Construtiva no Custo Global da Obra



Fonte: Elaboração própria (2014)

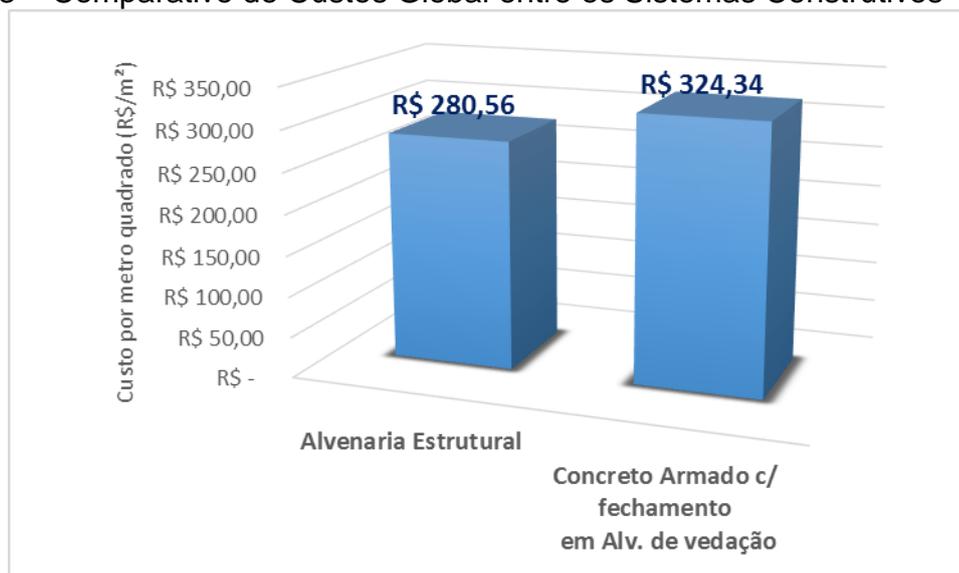
Como pode-se perceber no Gráfico 01 e 02, a etapa de Infraestrutura/Superestrutura é a que mais pesa no sistema construtivo em alvenaria estrutural, representando 50,08% do custo total das etapas analisadas, vindo em segundo lugar os Revestimentos interno e externo com 34,66%, e, influenciando bem menos no custo total vem as etapas de Movimento de Terra com 0,89%, Paredes em Geral com 10,06% e, por fim, Impermeabilizações e Pavimentações com 4,31%.

Baseado nesses dados é possível afirmar que para esse caso analisado, com esse sistema construtivo, a etapa de Infraestrutura/Superestrutura é a que possui maior importância em termos de custos, pois, a mesma é responsável por metade do valor total dos itens avaliados.

Já o sistema construtivo em concreto armado com alvenaria de vedação, conforme mostrado nos Gráficos 01 e 02, tem seus custos melhor divididos, entre as etapas construtivas, pois Movimento de Terra representa 6,70%, Infraestrutura/Superestrutura 27,76%, Paredes em Geral 22,25%, Impermeabilização e Pavimentações 10,21% e por fim Revestimentos 33,08%, sendo que para o caso analisado esta é a etapa mais custosa deste sistema, superando a etapa de Infraestrutura/superestrutura.

Com base nos dados apresentados na Tabela 4, foi possível construir um comparativo de custos global entre as etapas analisadas dos dois sistemas construtivos, conforme pode ser visualizado no Gráfico 03. A residência construída em alvenaria estrutural tem o valor do metro quadrado mais barato do que a em concreto armado, pois, mesmo tendo a etapa construtiva de Infraestrutura/Superestrutura bem mais custosa que a do outro sistema, apresenta valores inferiores, comparados a estrutura em concreto armado, em todas as outras etapas, chegando a uma diferença total de R\$ 43,78 ao metro quadrado de área construída, podendo-se dizer, assim, que este sistema é melhor no que se refere a menores custos de produção.

Gráfico 3 – Comparativo de Custos Global entre os Sistemas Construtivos



Fonte: Elaboração própria (2014)

Em pesquisas semelhantes, autores como Arcari (2010) analisou um empreendimento com 5 pavimentos e chegou a diferença de 19,12% em favor da alvenaria estrutural; assim como Bellei (2013) chegou à conclusão de que um edifício de até 4 pavimentos com arquitetura característica também apresenta diferenças significativas a favor da alvenaria estrutural. Em consonância com tais pesquisas, o presente estudo mostra que para os casos analisados, de residências unifamiliares, de interesse social, térreas, o sistema construtivo em alvenaria estrutural também se mostra mais vantajoso, visto que, comparado ao sistema com estrutura em concreto armado o mesmo apresenta uma economia 13,5%.

Tal economia deve-se também ao fato comentado por Ramalho e Corrêa (2003), que citam que a alvenaria estrutural parte de um conceito que diz respeito em transformar a alvenaria, originalmente com única finalidade de vedação, na própria estrutura, o que possibilita obter-se economia.

O menor custo de produção das etapas construtivas do sistema em alvenaria estrutural estão, estritamente relacionadas, com a etapa de infraestrutura/Superestrutura, visto que, em virtude desta etapa, é possível uma significativa redução nas paredes em geral, uma vez que a própria estrutura serve como parede. Outro ponto importante na redução de custos, são os revestimentos, pois, quando há um controle adequado na execução da estrutura deste sistema, consegue-se menores espessuras de revestimento, em decorrência da maior uniformidade dos blocos, possibilitando paredes melhor aprumadas, não

necessitando de grandes correções no prumo da parede. Como estas duas etapas são as que mais interferem no custo final deste sistema, depois da etapa de Infraestrutura/Superestrutura, pode-se afirmar que esse estudo está de acordo com as afirmações de Ramalho e Corrêa (2003).

Em habitações de interesse social, como é o caso das residências objeto deste estudo, o custo final da obra é o fator determinante, normalmente em virtude do número de unidades produzidas, desse modo, é importante a melhor escolha do sistema construtivo a ser utilizado, pois, este será um fator de impacto no custo final da obra. Como comprova este estudo, mostra-se que para a tipologia de residências de interesse social estudadas, o sistema construtivo em alvenaria estrutural se mostra mais eficaz, em virtude de ter um menor custo de produção, sendo, assim, a melhor opção a ser adotada para este tipo de edificação.

4.4 Apresentação da Pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação

A avaliação Pós-Ocupação (APO) tem sido usada com diversas finalidades na indústria da construção civil, associada ao uso de um determinado produto ou sistema, relativo a suas características ou ainda a um determinado componente ou sistema construtivo específico.

De acordo com Silva e Jobim (2002), a APO compreende duas partes distintas: a caracterização e identificação do grau de satisfação dos clientes e a avaliação do desempenho, tendo em vista os aspectos subjetivos na percepção dos clientes.

A APO vem sendo muito utilizada no Brasil, principalmente em conjuntos habitacionais populares. No caso desse trabalho, a APO foi aplicada no *LOTEAMENTO AYRTON SENNA II*, localizado na cidade de Alegrete/RS, onde o objetivo da avaliação foi identificar se o sistema construtivo (Alvenaria Estrutural ou Concreto Armado) utilizado interfere, ou não, no grau de satisfação dos usuários das unidades habitacionais populares.

Essa avaliação permitirá ponderar se edificação mais barata, que beneficia economicamente o empreendimento/construtor, também é a que mais satisfaz o usuário/morador.

A metodologia proposta para esta pesquisa envolveu os moradores, do Loteamento Ayrton Senna II, contatados aleatoriamente. Para isso desenvolveu-se

através de um questionário avaliativo com 24 questões, adaptado de Conceição (2009); Jaques (2008) e Berny (2006), intitulado “Questionário Avaliação Pós-Ocupação (APO)”, (APÊNDICE A) aplicado oralmente, em forma de entrevista pelo pesquisador e respondido pelos moradores.

O questionário aplicado aos moradores teve como finalidade descobrir se o sistema construtivo, utilizado nas moradias, interferia no grau de satisfação dos usuários. Sendo assim, os principais pontos abordados no questionário foram:

- dados referente aos usuários da habitação;
- dados referente a arquitetura das casas;
- alterações na moradia;
- aspectos térmicos, acústicos, patológicos, etc;
- satisfação dos usuários.

Ambas as unidades habitacionais, mostradas na Figura 16 e 17 (alvenaria estrutural e concreto armado), pertencem ao Loteamento Ayrton Senna II, porém, as obras de cada conjunto de casas teve seu término em anos diferentes, sendo que as residências em alvenaria estrutural foram concluídas em 2013, e as residências com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação, foram concluídas em 2010.

Figura 16 – Unidade Habitacional com estrutura em Alvenaria Estrutural



Fonte: Elaboração própria (2014)

Figura 17 – Unidade Habitacional com estrutura em Concreto Armado



Fonte: Elaboração própria (2014)

Cada conjunto de habitações possui um número desigual de moradias, tendo 450 casas construídas no sistema em alvenaria estrutural, e, 90 em concreto armado, sendo que, para determinação do tamanho mínimo da amostra representativa utilizaram-se os seguintes dados de entrada na calculadora online criada por Santos (2014), para o cálculo amostral, a qual utiliza a fórmula (1):

$$n = \frac{N.Z^2.p.(1-p)}{Z^2.p.(1-p)+e^2.(N-1)} \quad \dots(1)$$

N - (população) = 450 para o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural e 90 para o sistema construtivo em Concreto Armado

Z - (variável normal padronizada associada ao nível de confiança) = 90% para ambos os sistemas construtivos

p - (verdadeira probabilidade do evento) = não utilizado

e - (erro amostral) = 10% para ambos os sistemas construtivos

Admitindo um Erro Amostral de 10%, um Nível de Confiança de 90% e a População referente a cada sistema construtivo, obteve-se como amostra mínima a ser pesquisada, 59 residências para o sistema construtivo em alvenaria estrutural, e,

39 para o sistema com estrutura em concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação.

Para efetivação da pesquisa foi esboçado um roteiro metodológico, assim constituído:

- a. Contato junto as empresas executoras das obras, para obtenção dos projetos referentes a cada sistema.
- b. Elaboração através de pesquisas bibliográficas do questionário avaliativo a ser aplicado.
- c. Cálculo da amostra mínima representativa, do universo de casas a serem pesquisadas.
- d. Aplicação do questionário, de modo oral, junto aos moradores das habitações de cada sistema construtivo, no Loteamento Ayrton Senna II.
- e. Contagem e tabulação dos dados coletados, com auxílio da ferramenta EXCEL 2013.
- f. Análise dos resultados obtidos.
- g. Considerações finais.

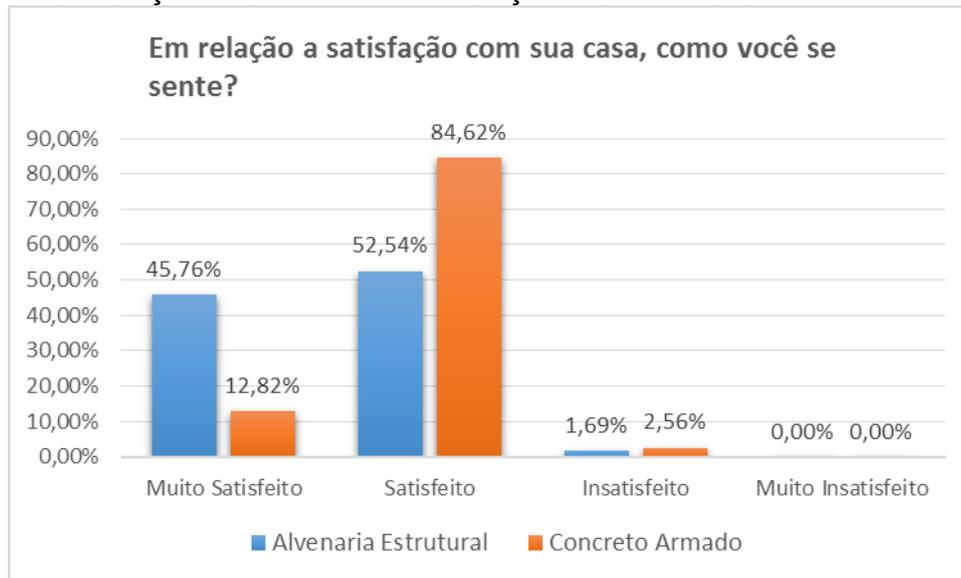
4.5 Análise de Resultados da Pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação

Através do Questionário de Avaliação Pós-Ocupação montado pelo pesquisador, foi possível aplicar junto aos moradores do Loteamento Ayrton Senna II o questionário avaliativo dos dois sistemas construtivos que lá se encontram, e que, são foco desta pesquisa.

Efetuada a aplicação do questionário, os dados coletados foram contabilizados e tabulados, gerando a partir destes, gráficos, mostrados no corpo do trabalho e no APÊNDICE B, que possibilitaram a análise entre os dois sistemas construtivos. Com a análise dos gráficos foi possível verificar como está a satisfação dos moradores com suas habitações, bem como comparar os sistemas construtivos, no que diz respeito a alguma diferença em algum elemento que possa ter influenciado na satisfação dos moradores com suas habitações.

Dessa forma, o Gráfico 4, mostra de forma clara, como os moradores das casas de ambos os sistemas construtivos, no geral, se sentem em relação às mesmas.

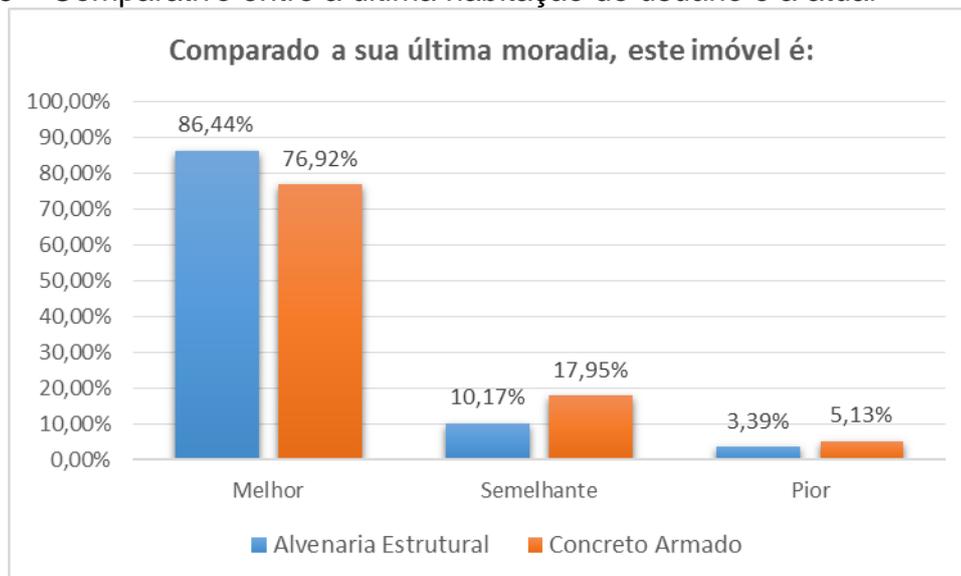
Gráfico 4 – Satisfação dos usuários em relação a suas casas



Fonte: Elaboração própria (2014)

Percebe-se que a grande maioria dos moradores entrevistados, de ambos os sistemas construtivos, estão satisfeitos ou muito satisfeitos em relação as suas moradias. Isso pode se dever ao fato, de que, comparado a última habitação dos usuários, na maior parte dos entrevistados, como mostra o Gráfico 05, as atuais residências são melhores ou semelhantes as antigas.

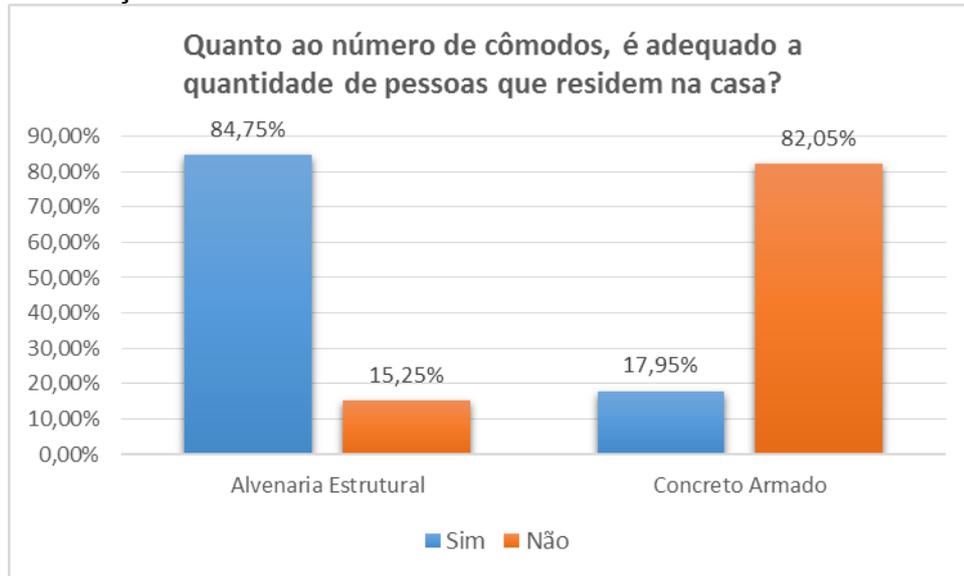
Gráfico 5 – Comparativo entre a última habitação do usuário e a atual



Fonte: Elaboração própria (2014)

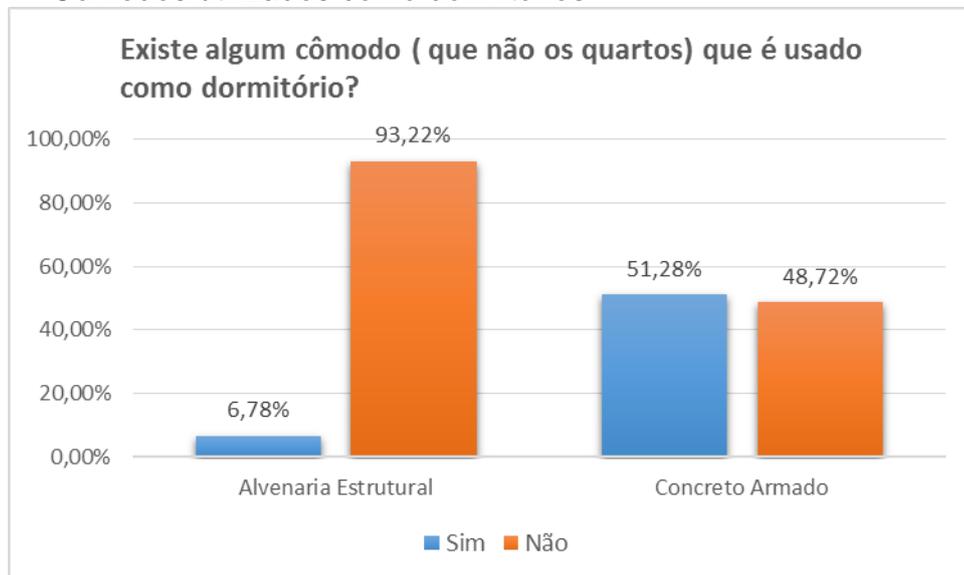
Porém, mesmo os usuários de ambos os sistemas construtivos estando satisfeitos, de modo geral, há alguns pontos falhos nas edificações, que merecem ser levados em conta. Estes estão apresentados no Gráfico 06, 07 e 08.

Gráfico 6 – Relação entre o número de cômodos e o de moradores



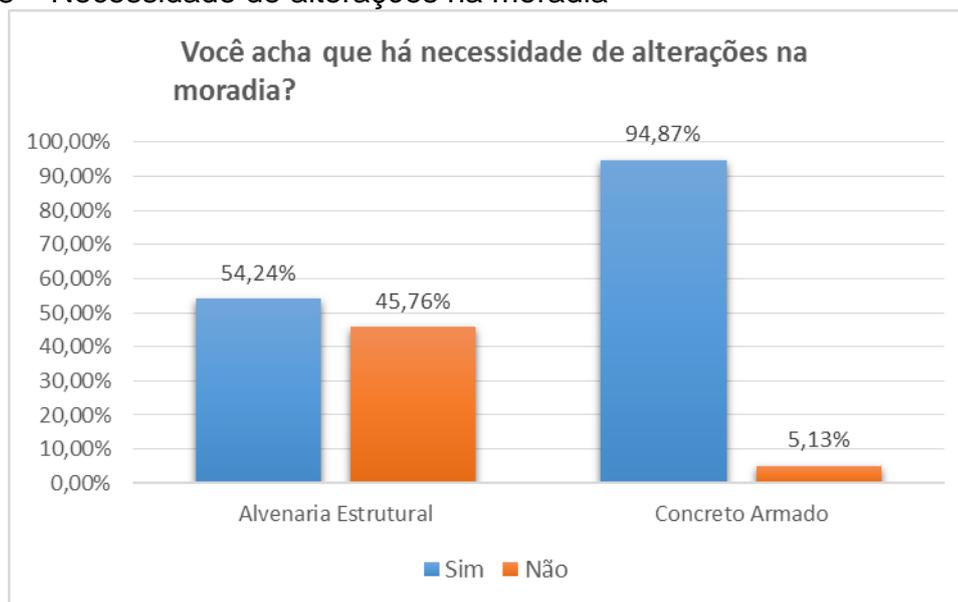
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 7 – Cômodos utilizados como dormitórios



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 8 – Necessidade de alterações na moradia

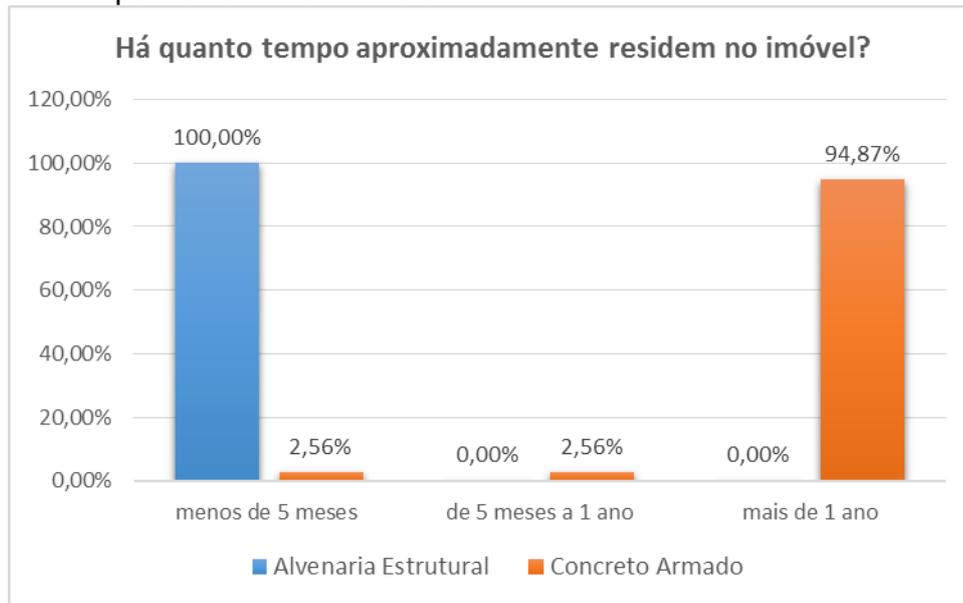


Fonte: Elaboração própria (2014)

Como é apresentado no Gráfico 06, 07 e 08, fica evidente que os projetos principalmente da residência em Concreto Armado tem pontos falhos, uma vez que em 51,28%, ou seja, mais da metade das residências pesquisadas nesse sistema construtivo, apresentam algum cômodo que não os quartos que são utilizados como dormitórios. Além disso, também há nesse sistema um significativo número de moradores que acha o número de cômodos insuficientes para atender as necessidades dos ocupantes da residência.

Mas não é apenas nas residências do sistema construtivo em concreto armado que há necessidades de melhora, pois, 54,24% dos ocupantes das casas em alvenaria estrutural, também acham que é preciso realizar modificações nas mesmas, em sua grande maioria no que diz respeito ao aumento da edificação. Já nas moradias em concreto armado esse percentual é de 94,87%, o que pode ser justificado pelo maior tempo de uso da residência, como mostra o Gráfico 09, e pelo fato das moradias apresentarem número de quartos diferentes, ou seja, a construída com sistema em alvenaria estrutural possui 2 dormitórios, e a construída em concreto armado apenas 1 dormitório.

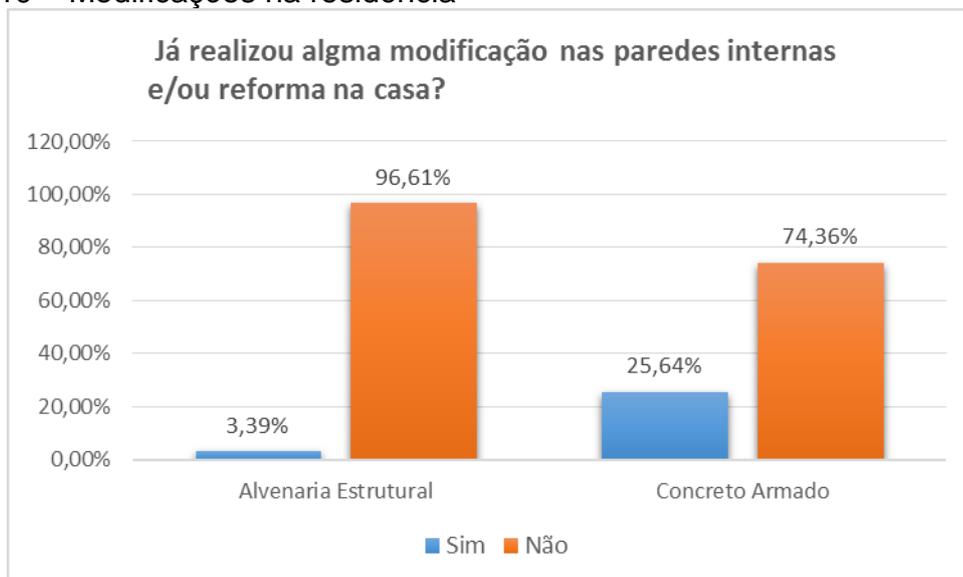
Gráfico 9 – Tempo de uso dos imóveis



Fonte: Elaboração própria (2014)

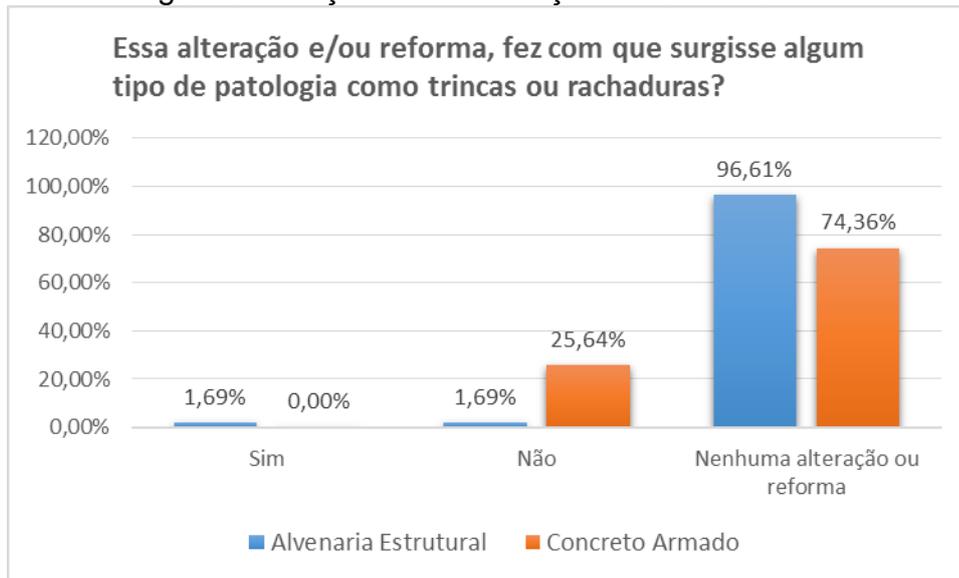
Relacionado às modificações realizadas nas edificações, e, patologias em decorrências destas modificações, como é apresentado nos Gráficos 10, 11, 12, 13, 14 e 15, percebe-se um maior número de alterações nas casas construídas com sistema construtivo em concreto armado. Esse maior número de alterações nesse sistema também pode ter sido causado em decorrência do tempo de uso das mesmas, visto que há uma significativa diferença do tempo de ocupação das residências, aproximadamente três anos.

Gráfico 10 – Modificações na residência



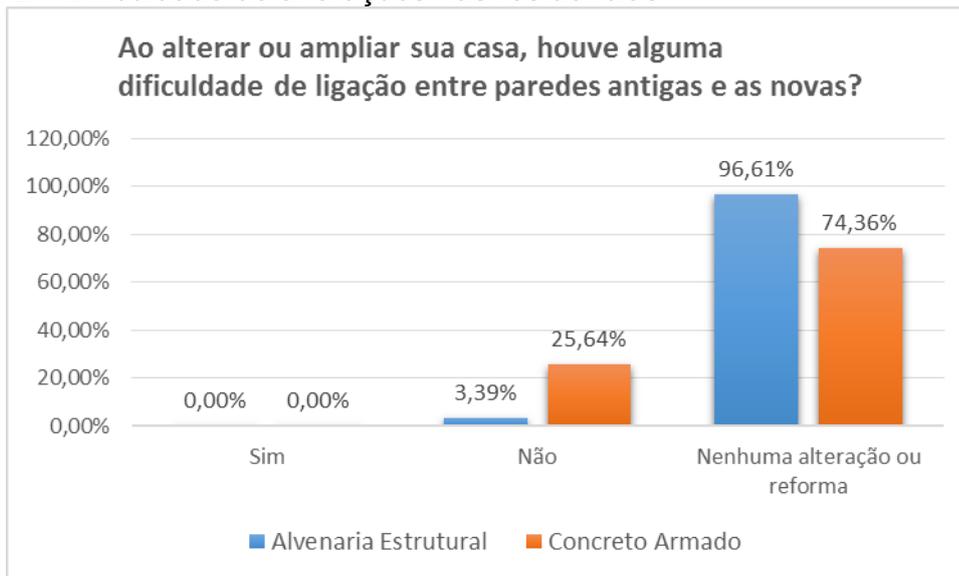
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 11 – Patologias em função de modificações nas casas



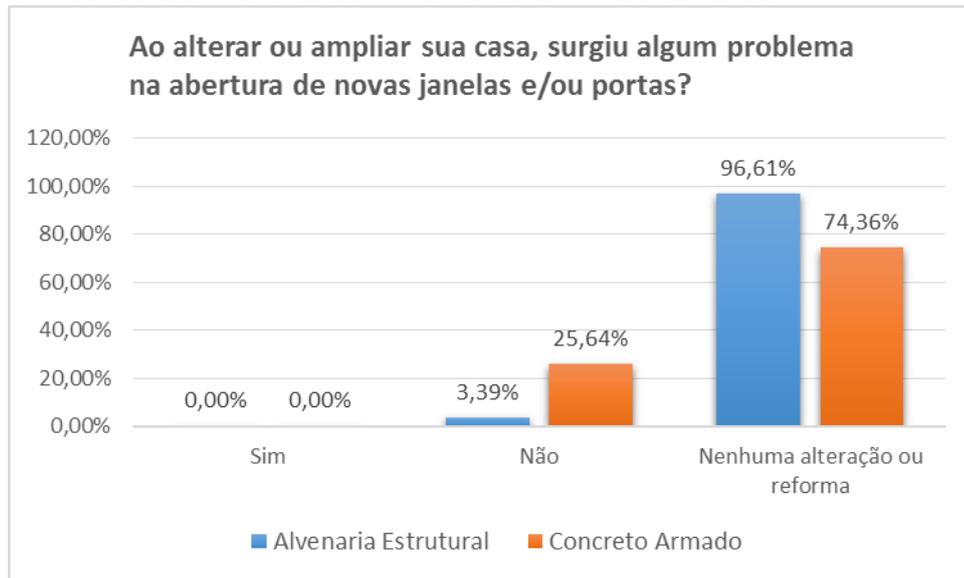
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 12 – Dificuldade de alterações nas residências



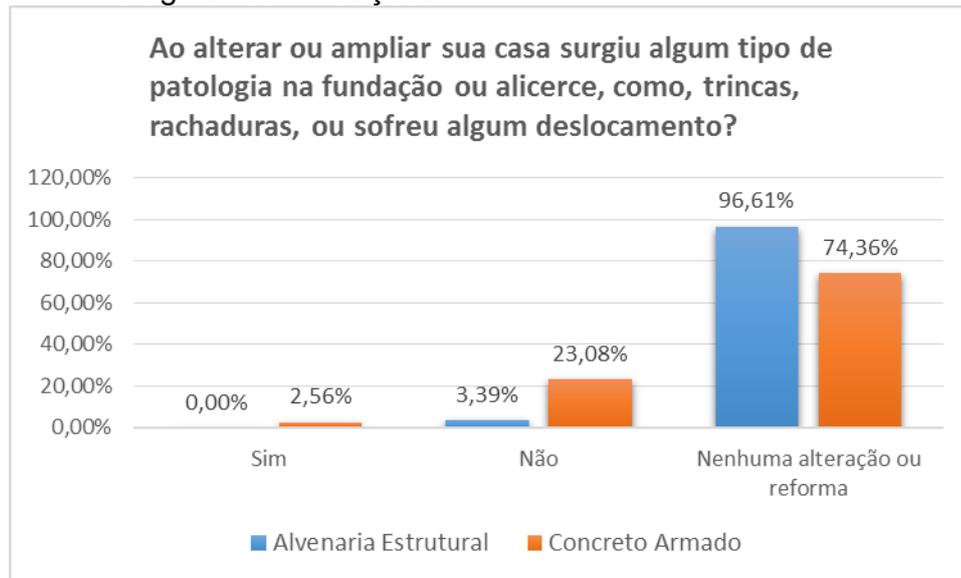
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 13 – Problemas decorrentes de aberturas em alvenaria



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 14 – Patologias nas fundações



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 15 – Segurança quanto a estabilidade global da estrutura



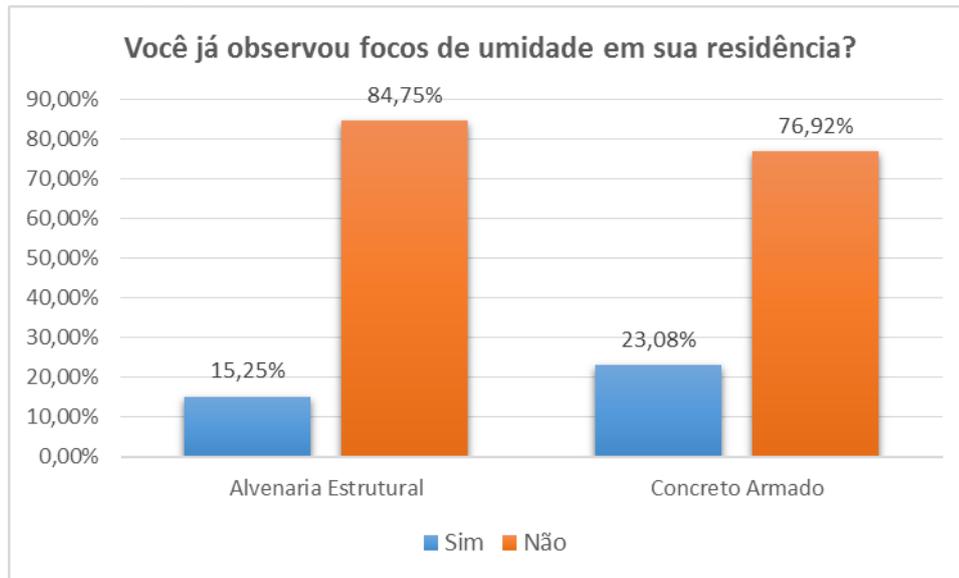
Fonte: Elaboração própria (2014)

É importante salientar que como percebe-se nos Gráficos 10, 11, 12, 13 e 14, houveram alterações e/ou reformas nas residências de ambos os sistemas construtivos, porém em decorrência das mesmas não surgiram nenhum tipo de patologias significativas, mostrando que ambas as casas, independente do sistema construtivo utilizado, mostram-se seguras segundo avaliação dos moradores, quanto à estabilidade global da estrutura, como é apresentado no Gráfico 15.

O tempo de uso das edificações também mostra que, embora o projeto das mesmas seja “universal”, no que diz respeito à ocupação e distribuição dos espaços internos da edificação, existem necessidades exclusivas de cada família. Necessidades estas, potencializadas pelo passar do tempo, que possivelmente fez com que o índice de mudanças nas residências construídas em alvenaria estrutural fosse maior.

No que se referiu a aspectos térmicos, acústicos e de umidade, ambos os sistemas construtivos apresentam, segundo avaliação dos moradores, resultados parecidos, pois como é exibido nos Gráficos 16, 17, 18, 19 e 20, alguns aspectos se mostram melhores em um sistema, já outros aspectos se mostram melhores no outro, o que faz com que ambos se assemelhem muito.

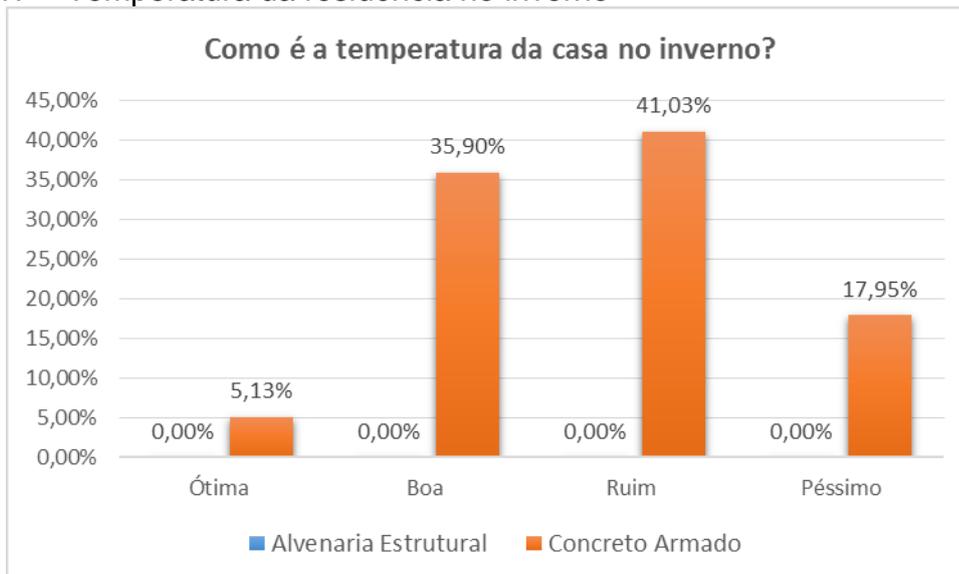
Gráfico 16 – Focos de umidade



Fonte: Elaboração própria (2014)

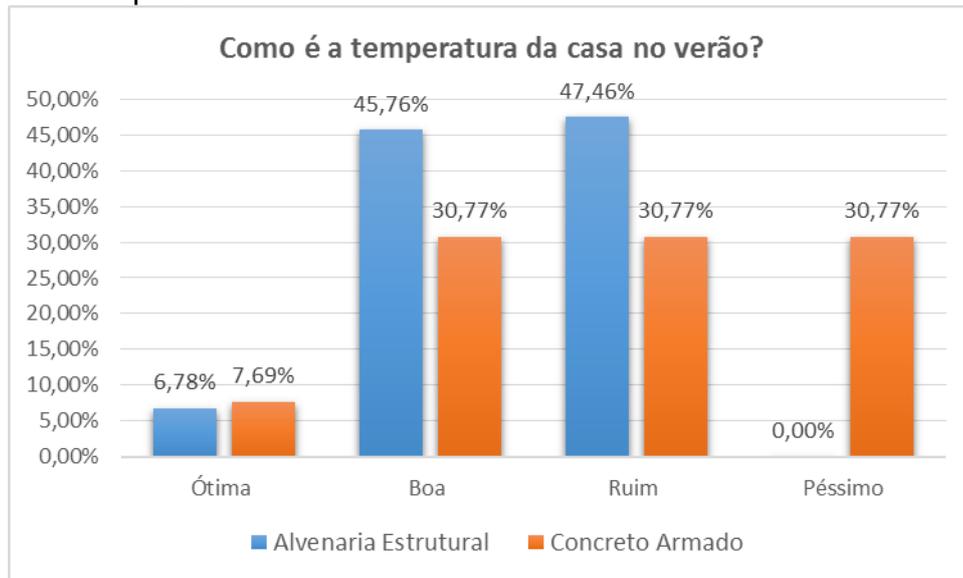
Conforme é apresentado no Gráfico 16, o sistema construtivo em Concreto Armado apresenta uma leve desvantagem em relação ao sistema construtivo em Alvenaria Estrutural no que se refere a focos de umidade nas residências, o que pode ter sido influenciado pelo fato do tempo de ocupação das casas em Alvenaria Estrutural, pois, em função disso os usuários destas passaram apenas por estações quentes do ano, onde normalmente não há problemas com focos de umidade.

Gráfico 17 – Temperatura da residência no inverno



Fonte: Elaboração própria (2014)

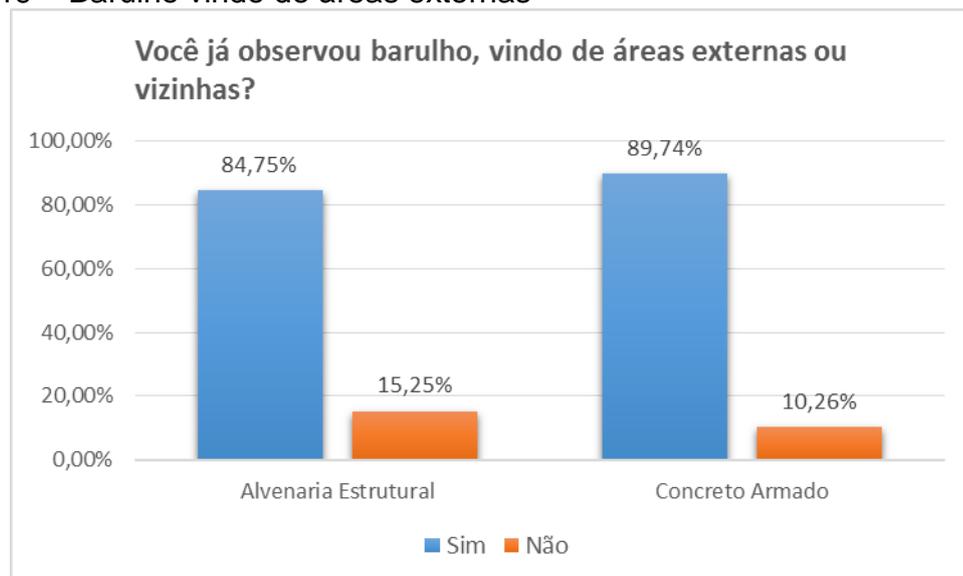
Gráfico 18 – Temperatura da residência no verão



Fonte: Elaboração própria (2014)

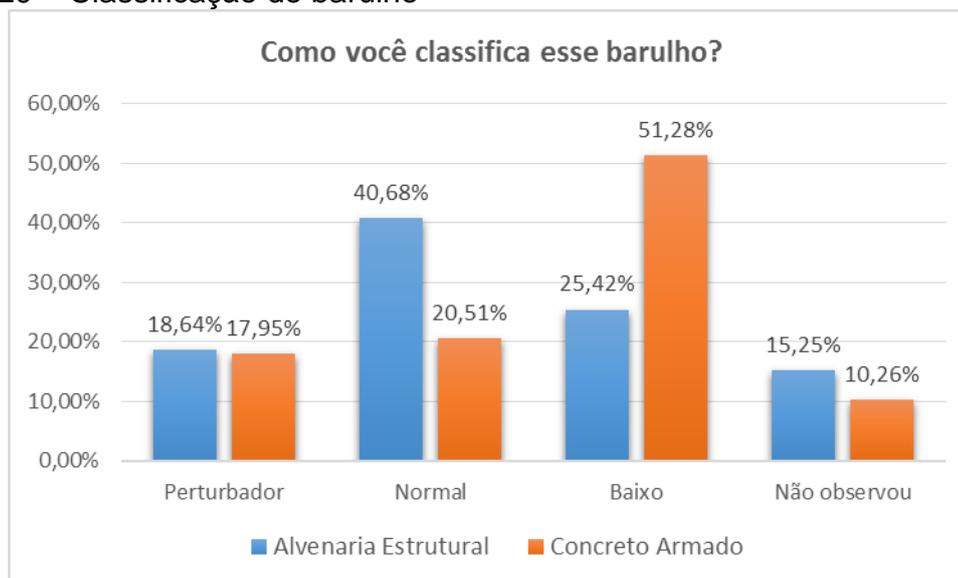
Quanto a temperatura das casas, no verão, o Gráfico 18 mostra que as opiniões dos usuários estão bem distribuídas nos dois sistemas, o que prova que ambos se assemelham segundo avaliação dos usuários. O Gráfico 17 traz dados apenas das residências em Concreto Armado, devido as casas do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural serem recentes e não terem passado pela estação do inverno, não sendo possível o comparativo dos sistemas nesse aspecto.

Gráfico 19 – Barulho vindo de áreas externas



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 20 – Classificação do barulho



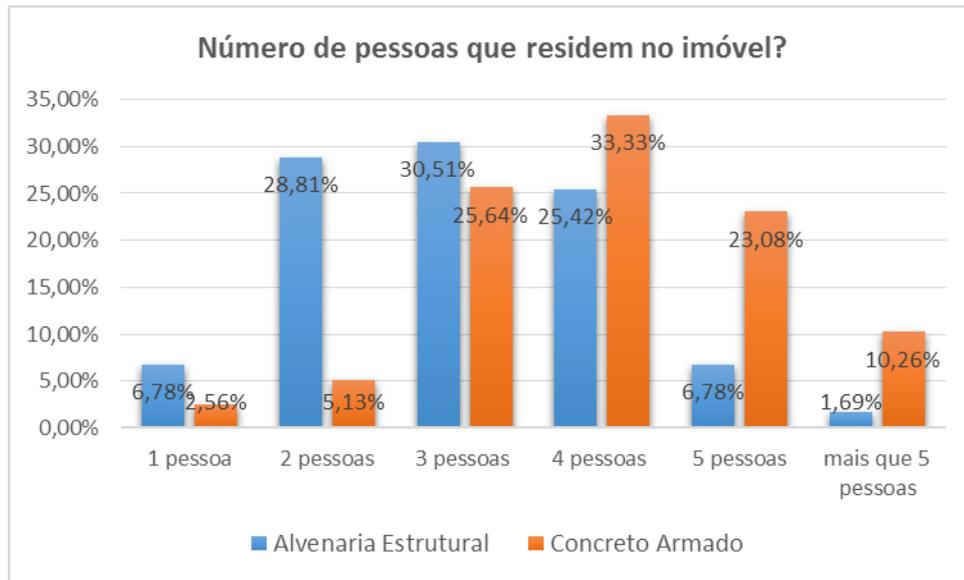
Fonte: Elaboração própria (2014)

Outro ponto onde ambos os sistemas construtivos se aproximam muito é relacionado ao aspecto acústico, pois, como mostram o Gráfico 19 e 20, as respostas dos usuários para as referidas questões, não mostraram significativa vantagem para nenhum sistema construtivo.

Baseado nos dados apresentados, relacionado a segurança estrutural e patologias, ambos os sistemas construtivos exibem resultados parecidos, não apresentando problemas significativos, mostrando que ambos os sistemas são seguros estruturalmente. Fundamentado nos dados supracitados, e nos demais apresentados no APÊNDICE B, é possível afirmar que nesse caso específico, para as moradias estudadas, não houve diferença significativa relacionado a satisfação dos moradores, em relação ao tipo de sistema construtivo utilizado, pois em alguns aspectos um se sobressai sobre o outro, sem grandes vantagens para determinado sistema construtivo.

Por fim, cabe observar que o elemento que mais influenciou na resposta de determinadas questões, mostrando uma desvantagem quanto a satisfação dos moradores com suas habitações, foi a arquitetura das casas, demonstrando certa inferioridade para o sistema construtivo em Concreto Armado, pois o mesmo possui um dormitório a menos que o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural. O Gráfico 21 apresenta o número de habitantes por residência, de ambos os sistemas construtivos.

Gráfico 21 – Número de habitantes do imóvel



Fonte: Elaboração própria (2014)

Como é apresentado no Gráfico 21, o número de ocupantes das casas de ambos os sistemas construtivos se assemelham muito, o que, conforme já dito, gera uma desvantagem para as residências construídas com sistema construtivo em Concreto Armado, uma vez que estas possuem um dormitório a menos do que as casas construídas em Alvenaria Estrutural.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou realizar um comparativo entre os dois sistemas construtivos mais conhecidos e utilizados na atualidade, que são, Alvenaria Estrutural e Estrutura de Concreto Armado com fechamento em alvenaria de vedação, com o objetivo de verificar qual apresenta menor custo de produção, e, se o sistema construtivo utilizado, interfere no grau de satisfação dos moradores. Para isso, analisou-se duas obras de interesse social já concluídas, localizadas no Loteamento Ayrton Senna II, na cidade de Alegrete/RS, sendo que, cada uma referente a um sistema construtivo supracitado.

Com os dados dos projetos fornecidos pelas empresas que executaram as obras, foi possível levantar os quantitativos, e montar planilhas orçamentárias, com auxílio das tabelas de serviços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referente ao mês de novembro de 2013, e a localidade de Porto Alegre/RS, sem acréscimo dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

Com as referidas planilhas orçamentárias foi analisado os dados obtidos e comparando-os diretamente, pois, como as obras possuíam áreas diferentes, foi necessário dividir o custo total de cada etapa construtiva pela área total de sua respectiva obra, podendo assim fazer o comparativo direto entre os sistemas. Somando-se o valor de cada etapa, chegou-se ao custo por metro quadrado de área construída de cada sistema, mostrando que, para as etapas construtivas analisadas, a residência executada com sistema construtivo em Alvenaria Estrutural apresentou um menor custo de produção em relação a executada com estrutura em Concreto Armado com fechamento em alvenaria de vedação.

Com o aumento da competitividade entre as construtoras, a economia passou a ser um importante fator, uma vez que é preciso reduzir custos sem perder qualidade. Por isso a escolha do sistema construtivo é de grande importância, visto que o mesmo é determinante no custo final de uma obra.

Prezando-se pelo fato de manter a qualidade, esse estudo também realizou uma Avaliação Pós-Ocupação nessas residências, com o objetivo de descobrir como está a satisfação dos moradores com suas habitações, e, se comparando os sistemas construtivos percebe-se alguma diferença em algum elemento que pode ter influenciado na satisfação destes moradores com suas casas. Para realização desta

parte da pesquisa, também analisou-se inicialmente os projetos fornecidos pelas empresas construtoras de cada obra, montou-se então um questionário avaliativo, calculou-se a amostra representativa de cada sistema, e, por fim, aplicou-se o questionário junto aos moradores.

Foi realizado um total de 98 entrevistas, sendo, 59 nas moradias com estrutura em alvenaria estrutural, e, 39 nas moradias com sistema construtivo em concreto armado com alvenaria de vedação. Com o término da pesquisa, fez-se a contagem e tabulação dos dados coletados, posterior a isso sendo realizado a análise dos mesmos.

Conforme análise realizada nos dados coletados e expostos na análise de resultados e no APÊNDICE B, a grande maioria dos moradores, de ambos os sistemas construtivos, estão satisfeitos ou muito satisfeitos com suas casas. Isso pode se dever ao fato de que as atuais habitações, da grande maioria dos entrevistados, serem melhores ou semelhantes às suas últimas.

Entretanto as moradias dos dois sistemas construtivos apresentam certos pontos falhos de projeto, térmicos, acústicos, de umidade, e pequenas outras patologias. Porém, esses pontos falhos são vistos nos dois sistemas construtivos, e de forma não tão significativa, mostrando que a estrutura de modo geral de ambos os sistemas construtivos é segura aos usuários.

O principal ponto onde houve variação entre os sistemas, foi referente a arquitetura das casas, mostrando uma desvantagem para o sistema construtivo em concreto armado, que pode ser explicado pelo maior tempo de uso das moradias, e, pelo fato de que o projeto apresenta número de quartos diferentes, ou seja, a moradia com estrutura em concreto armado possui apenas 1 dormitório, enquanto a moradia com estrutura em alvenaria estrutural possui 2 dormitórios.

Por fim pode-se dizer baseado nos dados analisados, e nos apresentados no APÊNDICE B, que no caso específico, das moradias estudadas, não houve grande diferença no que se refere a satisfação dos usuários quanto ao sistema construtivo empregado em suas habitações.

Relacionado aos custos, o estudo em questão comprovou que a escolha do sistema construtivo é de grande importância, pois, para o caso analisado e para as etapas construtivas orçadas, de uma residência de interesse social, térrea, o simples fato da escolha do sistema construtivo, pode reduzir os custos em 13,5%, neste caso sendo vantajoso o uso do sistema construtivo em alvenaria estrutural.

Entretanto, vale salientar que o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural, não é a melhor solução para todos os casos, pois, apresenta certas restrições, como é o caso de situações como prédios que necessitem garagens no térreo, ou prédios com grandes alturas, onde esse sistema torna-se impossibilitado devido suas limitações, sendo mais pertinente o emprego de estruturas em Concreto Armado ou Aço. No entanto, para a tipologia de obra estudada, o sistema apresenta-se mais vantajoso, em decorrência do seu menor custo de produção.

Em vista do exposto, espera-se que este estudo sirva como incentivo e referência bibliográfica, para que o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural, se torne mais difundido e utilizado, quando julgado vantajoso.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Com a intenção de complementar a pesquisa exposta neste trabalho, sugere-se:

Realizar o comparativo de custos considerando todas as etapas construtivas dos dois sistemas, para verificar se a diferença de custos entre as mesmas se mantém, diminui ou aumenta;

Realizar a pesquisa de Avaliação Pós-Ocupação aplicando o questionário por faixa etária, ou limitando determinada faixa etária;

Acrescentar mais informações na pesquisa exposta neste trabalho, para servir de proposta de um projeto mais flexível, onde as famílias a partir de uma planta básica possam ter liberdade de modificar os espaços internos ou até mesmo aumentar as edificações de acordo com as necessidades, de uma maneira que não comprometa a estrutura.

REFERÊNCIAS

ACCETTI, K. M. **Contribuição ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**. 1998. 261 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ALMEIDA, L. C. **Fundamentos do concreto armado**: Notas de Aula. 2002. 13 f. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ANDRADE, P. H. **Evolução do concreto armado**. 2006. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

ARCARI, A. **Alvenaria Estrutural e Estrutura Apertada de Concreto Armado**: Estudo comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social. 2010. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

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

_____. **NBR 15961-1**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto. Rio de Janeiro, 2011.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado**: Notas de Aula. 2006. 98 f. Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru, São Paulo, 2006.

BARBOSA, M. Edifício “A Noite”, primeiro Arranha-Céu do Brasil é tombado. **Living Design**. 2013. Disponível em: <<http://www.livingdesign.net.br/tags/a-noite>>. Acesso em: 14 agosto 2013.

BERNY, C. M. **Avaliação Habitacional de Interesse Social na cidade de São Gabriel**. 2006. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFSM, 2006, Santa Maria, RS.

CAIXA. Dois milhões de casas para os brasileiros. **CAIXA**. [201-?]. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/habitacao/mcmv/>>. Acesso em: 15 setembro 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda Habitacional do Brasil**. Brasília, 2012.

CAIXA. SINAPI – **Índices da Construção Civil**. 2014. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. 2006. 53 f. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

CARVALHO, J. D. N. Sobre as origens e desenvolvimento do concreto. **Revista Tecnológica**, v. 17, p. 19-28, 2008.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado: Segundo a NBR 6118:2003**. 3. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 2. ed. revisada. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2008.

COELHO, R. S. A. **Concreto Armado na Prática**. São Luís: Uema Ed, 2008.

CONCEIÇÃO, M. J. F. **Avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de interesse social: O caso da vila da barca (Belém–Pa)**. 2009. 206 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano) – Universidade da Amazônia, Belém, 2009.

EQ. Balde Para Graute. **EQUIPA OBRA**. 2012. Disponível em: <<http://equipaobra.com.br/plus/modulos/catalogo/verProduto.php?cdcatalogoproduto=3>>. Acesso em: 28 de agosto 2013.

FERRAZ, E. O. **Avaliação pós-ocupação**: Estudo de caso em condomínio habitacional na cidade de Feira de Santana. 2010. 84 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

FORAGI, R. **Uma Análise do Programa Minha Casa Minha Vida**. 2012. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Econômicas, UFRGS). Porto Alegre, 2012.

FREITAS, C. G. L. **Habitação e Meio Ambiente: abordagem integrada em empreendimentos de interesse social**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil 2008**. [SI], 2008. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br/index.php/indicadores-sociais/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 01 de setembro de 2013.

FUSCO, P. B. **Tecnologia do Concreto Estrutural**: tópicos aplicados. 1. ed. São Paulo: Pini, 2008.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. 12. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

GRAZIANO, F. P. **Projeto e execução de estruturas de concreto armado**. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2005.

JACQUES, C. A. **Avaliação pós-ocupação do núcleo habitacional Santa Marta - SM**. 2008. 134 f. Dissertação (Mestrado em Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

KALIL, S. M. B. et al. **Alvenaria Estrutural**. [200-?]. 86 f. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, [200-?].

LARSSSEN, C. **Comparativo de custos entre sistemas construtivos em alvenaria e madeira de uma edificação residencial popular**. Trabalho de Conclusão de Curso. Ijuí/RS, 2012.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; RADOS, G. V. **Custos na construção civil: uma análise teórica e comparativa.** Florianópolis/SC. 1998. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo. Artigo técnico.

LISBOA, R. Q. **Análise comparativa entre prédios com estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural.** 2008. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém, 2008.

LUIZ, E. Uma ponte para unir a região e o Estado. **EderLuiz** – Joaçaba. 2012. Disponível em: <http://ederluiz.com/arquivos_internos/index.php?abrir=noticias&acao=conteudo&cat=18&id=6290>. Acesso em: 14 agosto 2013.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de Alvenaria Estrutural.** 2. ed. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2007.

MELLO, C. W. **Avaliação de Sistemas Construtivos para habitações de interesse social** / César Winter de Mello. 2004. 172f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2004.

MIRO JR. Elementos de armadura de viga. **Miro**. 2009. Disponível em: <<http://mirojr.blogspot.com.br/2009/10/Figura-1-elementos-de-armadura-de-viga.html#links>>. Acesso em: 27 agosto 2013.

OBRA24HORAS. Alvenaria estrutural conquista gosto do brasileiro. **Obra24Horas**. 2006. Disponível em: <<http://www.obra24horas.com.br/materias/construcao/alvenaria-estrutural-conquista-o-gosto-brasileiro>>. Acesso em: 28 agosto 2013.

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios:** Notas de Aula. 2004. 380 f. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PORTO, S. Construção de prédio. **SERGIO PORTO ENGENHARIA**. 2013. Disponível em: <<http://www.sergioporto.com.br/index.php/obras/obra-269-varandas-de-villa-branca>>. Acesso em: 28 agosto 2013.

QUEMELLI, B. A História dos primeiros arranha-céus. **The Big Apple**. 2007. Disponível em: <<http://bethaniaquemelli.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 10 agosto 2013.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

RHEINGANTZ, P. A. et al. Avaliação Pós-Ocupação. **Revista Arquitetura**, Rio de Janeiro, n. 80, p. 22-23, jul./set. 1997.

RICHTER, C. **Alvenaria estrutural processo construtivo racionalizado**. 2007. 69 f. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2007.

ROCHA, M. S. R. **Análise de BDI de Obras Públicas Pelo Método da Estimativa Intervalar**. Fortaleza. [200-?].

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. FAETEC/IST. Paracambi, 2007.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos**: Formulação e Aplicação de uma Metodologia. 1989. 207 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1989.

_____. **Alvenaria Estrutural**: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. 37 f. Caixa Econômica Federal, 2003.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral**: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 03 Fevereiro 2014.

SANTOS, M. D. F. **Técnicas Construtivas em Alvenaria Estrutural**: Contribuição ao uso. 1998. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SILVA, M. A. C.; JOBIM, M. S. S. **A Avaliação Pós Ocupação como método de apoio à introdução de inovações tecnológicas**, 2002.

SILVA, P. J. S. **Alvenaria Estrutural e Painéis Pré-Moldados**: Estudo comparativo dos sistemas construtivos. 2011. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SOARES, J. M. D. **Manual de Construção de Habitação de Caráter Social**. Projeto Habitare, 2001, Santa Maria, RS.

SOUZA JÚNIOR, T. F. **Estruturas de concreto armado**: Notas de Aula. 23 f. Universidade Federal de Lavras, Lavras, [200-?].

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

VILASBOAS, J. M. L. **Durabilidade das edificações de concreto armado em salvador**: uma contribuição para a implantação da NBR 6118:2003. 2004. 231 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 10. ed. rev. e atual. São Paulo: Pini: SindusCon, 2009.

APÊNDICE A – Questionário Avaliação Pós-Ocupação (APO)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – UNIPAMPA
Graduação em Engenharia Civil

Data de Aplicação: ___/___/_____

Endereço: _____ N°: _____

Loteamento: _____

N° Questionário: _____

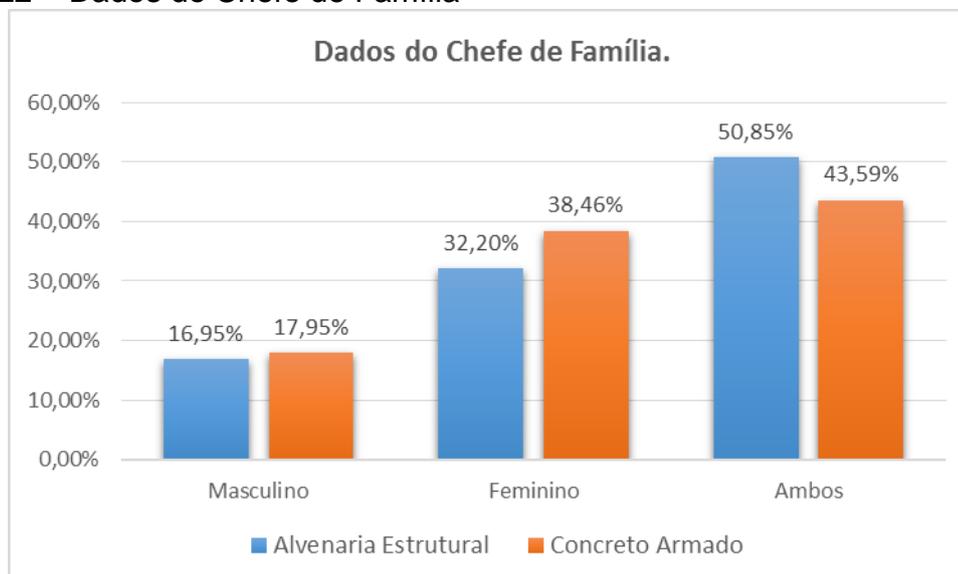
QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO (APO)

1. Dados do Chefe de Família.
Sexo: () Masculino () Feminino () Ambos
2. Número de pessoas que residem no imóvel?
() 2 () 3 () 4 () 5 () +5
3. Qual a faixa etária dos moradores?
[] Crianças (até 11 anos)
[] Adolescentes (12 a 18 anos)
[] Adultos (19 a 59 anos)
[] Idosos (60 anos ou mais)
4. Há quanto tempo aproximadamente residem no imóvel?
() menos de 5 meses () de 5 meses a 1 ano () mais de 1 ano
5. O tamanho da habitação atende as necessidades dos moradores?
() Sim () Não
6. Quanto ao número de cômodos, é adequado a quantidade de pessoas que residem na casa?
() Sim () Não
7. Existe algum cômodo (que não os quartos) que é usado como dormitório?
() Sim () Não
8. Você acha que há necessidade de alterações na moradia?
() Sim () Não
9. Você recebeu o manual do proprietário (Usos e manutenção)?
() Sim () Não
10. Já realizou alguma modificação nas paredes internas e/ou reforma na casa?
() Sim () Não

11. Essa alteração e/ou reforma, fez com que surgisse algum tipo de patologia como trincas ou rachaduras?
() Sim () Não () Nenhuma Alt. Ou Ref.
12. Ao alterar ou ampliar sua casa, houve alguma dificuldade de ligação entre paredes antigas e as novas?
() Sim () Não () Nenhuma Alt. Ou Ref.
13. Ao alterar ou ampliar sua casa, surgiu algum problema na abertura de novas janelas e/ou portas?
() Sim () Não () Nenhuma Alt. Ou Ref.
14. Ao alterar ou ampliar sua casa surgiu algum tipo de patologia na fundação ou alicerce, como, trincas, rachaduras, ou, sofreu algum deslocamento?
() Sim () Não () Nenhuma Alt. Ou Ref.
15. Qual sua opinião sobre o tipo de parede utilizado na construção de sua moradia?
() Ótimo () Boa () Ruim () Péssimo
16. A casa oferece segurança aos moradores quanto a estabilidade global da estrutura?
() Sim () Não
17. Você já observou focos de umidade em sua residência?
() Sim () Não
18. Como é a temperatura da casa no inverno?
() Ótima () Boa () Ruim () Péssimo
19. Como é a temperatura da casa no verão?
() Ótima () Boa () Ruim () Péssimo
20. Você já observou barulho, vindo de áreas externas ou vizinhas?
() Sim () Não
21. Como você classifica esse barulho?
() Perturbador () Normal () Baixo () Não Observou
22. As condições internas e externas do imóvel são adequadas?
() Sim () Não
23. Comparado a sua última moradia, este imóvel é:
() Melhor () Semelhante () Pior
24. Em relação a satisfação com sua casa, como você se sente?
() Muito Satisfeito () Satisfeito () Insatisfeito () Muito Insatisfeito

APÊNDICE B – Resultado dos Dados Analisados dos Questionários de Ambos os Sistemas Construtivos

Gráfico 22 – Dados do Chefe de Família



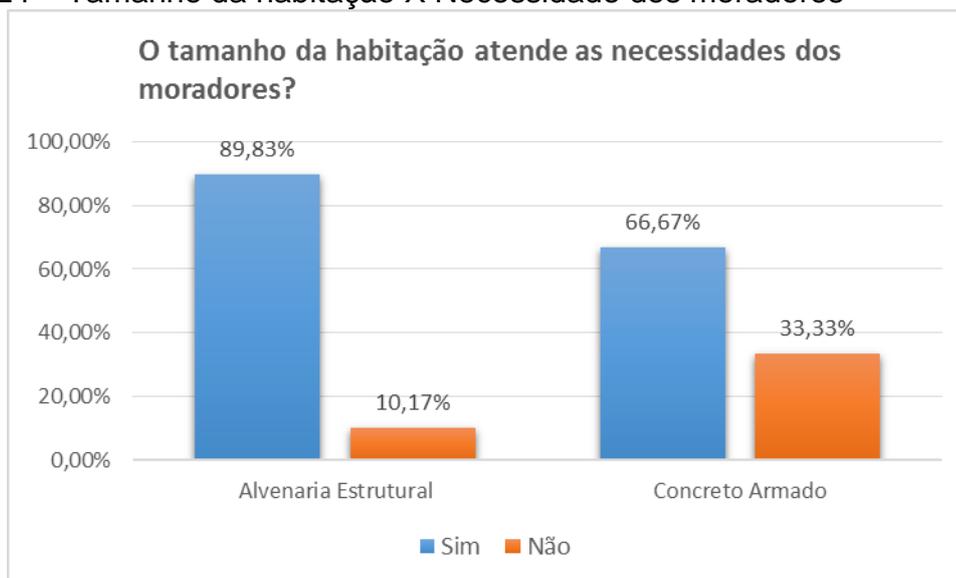
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 23 – Faixa etária dos moradores



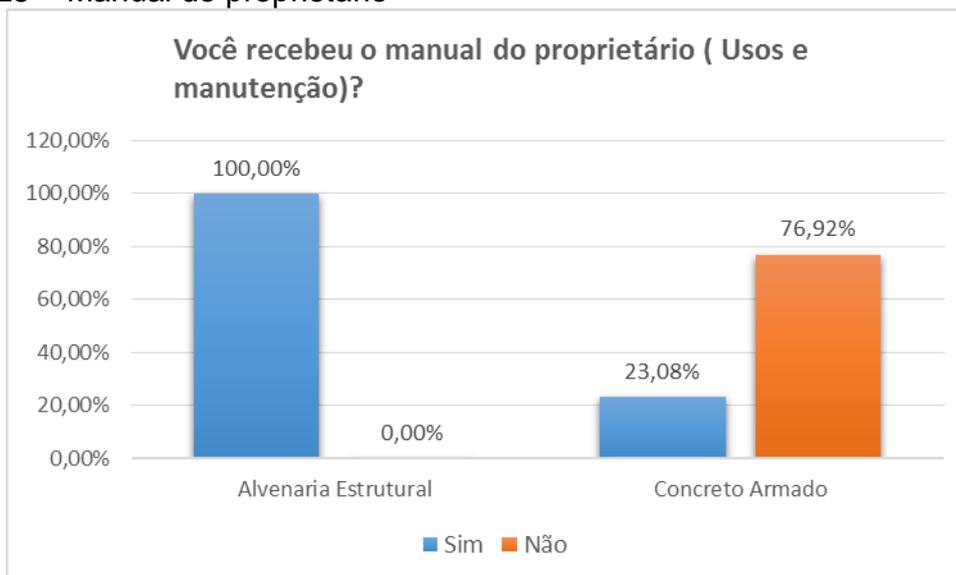
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 24 – Tamanho da habitação X Necessidade dos moradores



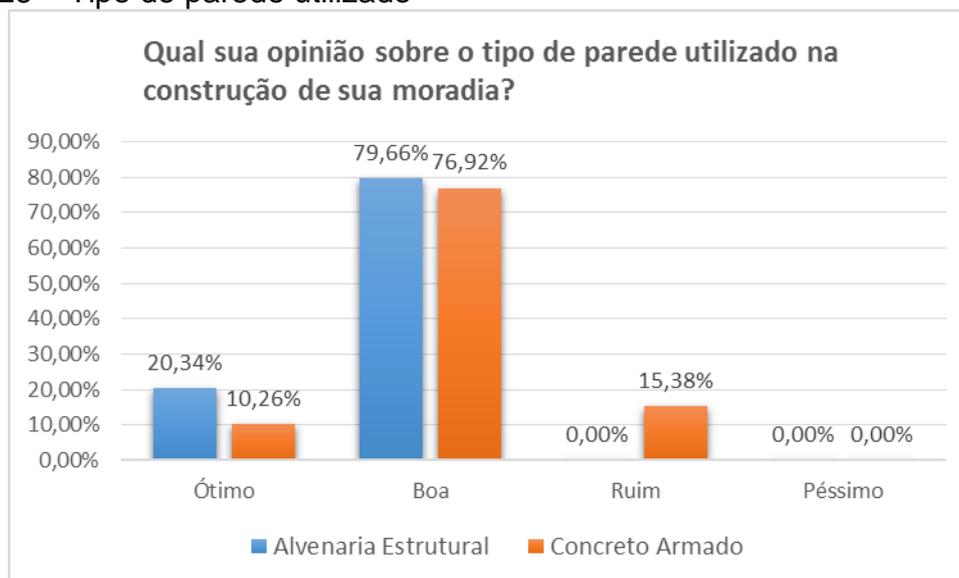
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 25 – Manual do proprietário



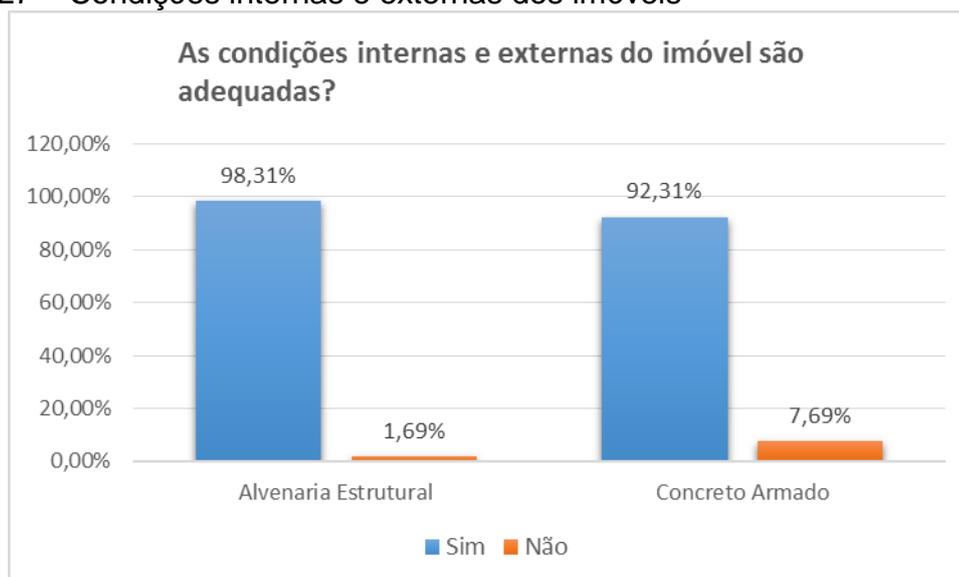
Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 26 – Tipo de parede utilizado



Fonte: Elaboração própria (2014)

Gráfico 27 – Condições internas e externas dos imóveis



Fonte: Elaboração própria (2014)