



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIA DOS PROJETOS ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL - ESTUDO DE CASO¹

ANTUNES, Elaine G. P. (1); CORRÊA, Larissa Z. (2); PICCININI, Ângela C. (3); VITO, Márcio. (4); VARGAS, Alexandre. (5)

(1) UNESCO/UFSC, e-mail: elainegpa@unesco.net; (2) UNESCO, e-mail: larissazapcor@hotmail.com; (3) UNESCO, e-mail: acp@unesco.net; (4) UNESCO, e-mail: marciovito@unesco.net; (5) UNESCO, e-mail: avargas@unesco.net

RESUMO

Para que o processo construtivo alvenaria estrutural (AE) potencialize suas vantagens econômicas é primordial que o projeto arquitetônico seja desenvolvido especialmente para o processo. Essa pesquisa trata-se de um estudo de caso realizado em um empreendimento de habitação de interesse social localizado no município de Criciúma/SC. O objetivo desta pesquisa é demonstrar que pequenas alterações no projeto arquitetônico, visando melhor adequabilidade com o processo construtivo em AE, garante maior racionalidade à referida obra e, conseqüentemente, economia. Primeiramente, identificaram-se algumas falhas nos projetos originais, arquitetônico e estrutural, e, com base nestes, propôs-se alterações. É importante mencionar que as referidas mudanças seguiram algumas diretrizes básicas, que são: manter o conceito base do projeto arquitetônico, efetuar a menor alteração possível de área da unidade habitacional e, também, dos ambientes de cada unidade. Além disso, as alterações seguiram diretrizes construtivas do processo construtivo, com ênfase na coordenação modular. A modulação é primordial para o "sucesso" de uma edificação em alvenaria estrutural. A utilização de dimensões modulares no projeto arquitetônico faz com que o projeto estrutural atenda as necessidades do processo de forma mais eficiente, racionalizando o processo e melhorando significativamente a qualidade do produto-edifício.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Coordenação modular. Qualidade do projeto.

ABSTRACT

For the structural masonry constructive process (AE) leverage its economic advantages it is essential that the architectural design is specially developed for the process. This research it is a case study in a social housing development located in Cricklewood / SC municipality. The objective of this research is to demonstrate that small changes in architectural design, to better suitability with the construction process in AE ensures greater rationality to that work and, consequently, the economy. First, we identified some flaws in the original design, architectural and structural, and on that basis, it was proposed changes. It is important to mention that these changes follow some basic guidelines, which are: to maintain the basic concept of architectural design, make the smallest possible change of the housing unit area

¹ANTUNES, Elaine G.P.; CORRÊA, Larissa Z.; PICCININI, Ângela C; VITO, Márcio; VARGAS, Alexandre. Avaliação e proposta de melhoria dos projetos arquitetônico e estrutural de habitação de interesse social em alvenaria estrutural – Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

and also the environments of each unit. In addition, the changes followed constructive guidelines of the construction process, with emphasis on modular coordination. Modulation is essential for the "success" of a building in masonry. The use of modular dimensions in architectural design makes the structural design meets the needs of most efficiently process streamlining the process and significantly improving product quality-building.

Keywords: Structural masonry. Modular coordination. Project quality.

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural (AE) é um processo construtivo bastante antigo e têm-se, ainda hoje, obras de milhares de anos em bom estado, fato que comprova a durabilidade e eficiência desse processo construtivo. As Pirâmides de Gize são um bom exemplo a serem citadas, elas foram construídas no Egito Antigo, em blocos de pedra, e, caracterizam-se por serem as mais antigas construções registradas em alvenaria do mundo, datam aproximadamente 2600 anos antes de Cristo. (JÚNIOR, 2012).

A ABNT NBR 14974 – Bloco sílico-calcário para alvenaria (2003, p. 02) traz a seguinte conceituação para alvenaria estrutural: *"Alvenaria de blocos ou tijolos que tem a função de suportar cargas além do seu peso próprio, fazendo assim parte integrante da estrutura da edificação"*.

A alvenaria estrutural, normalmente, é mais econômica do que prédios estruturados por executarem alvenaria e estrutura numa só etapa, o que gera maior economia no uso de material e maior rapidez na execução (ROMAN et al, 2002). Atentos a essas potencialidades do processo AE algumas construtoras, que constroem obras financiadas pelo Programa do Governo Federal *Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)*, "lançam-se" a construir edificações utilizando o referido processo. No entanto não ponderam que a AE têm suas peculiaridades e que a mão de obra de sua construtora, até então, não a domina, ou seja, trata-se de uma equipe sem aparato técnico para tal empreendimento. Com base nesse contexto, é inerente salientar que para a obtenção dos predicativos mencionados, é imprescindível que as diretrizes do processo construtivo, projeto e execução, sejam respeitadas.

Segundo Manzione (2004) a alvenaria estrutural demanda forte integração entre projetos sendo fundamental o equacionamento da sua interface projeto-execução. A alvenaria estrutural pode ser muito vantajosa, acaso muito bem planejada. De acordo com Roman et al (2002), para que um empreendimento em AE tenha realmente supremacia perante o concreto armado, o mesmo tem que começar por um projeto adequado.

Um projeto de alvenaria estrutural tem que ser muito bem detalhado para se evitar erros na execução, conforme Parsekian:

O produto resultante desse processo tende a ser mais detalhado, evitando ou minimizando soluções improvisadas pela mão-de-obra durante a execução, o que melhora a produtividade e a qualidade

dos serviços, pois a mão-de-obra não perde tempo pensando em como fazer. Parsekian (2003, p. 05).

O projeto em AE é de fundamental importância, para agregar qualidade ao produto, reduzir gastos de produção e contribuir com a eficiência do processo (JÚNIOR, 2012).

A modulação é parte importante no desenvolvimento de um projeto em AE, trata-se da base de todo o processo. O uso adequado da modulação reduz cortes, trabalhos de ajustes na execução e uso de peças especiais, que representariam perda de tempo, material e mão-de-obra (ROMAN et al, 2002).

A coordenação modular pode, de acordo com o Relatório de Implantação da Coordenação Modular no Brasil (2010, p. 16), promover a compatibilidade dimensional entre elementos construtivos e componentes construtivos, para além de arranjos produtivos particulares ou de alcance restrito. A relação com as dimensões do bloco escolhido obrigam o projetista a limitar suas decisões a coordenadas previamente definidas, nas quais todas as dimensões serão múltiplas inteiras das dimensões dos blocos, verticais, ou dos meio-blocos, horizontais (DUARTE, 1999).

Um projeto bem estudado e bem definido em termos de modulação aproveita melhor as vantagens do processo alvenaria estrutural, resultando em facilidade e redução de tempo durante a execução, reduzindo desperdícios e entulhos, aumentando a economia e a qualidade no produto final (CAMACHO, 2006). O projetista e o construtor não devem conceber soluções com base em conhecimentos e procedimentos aplicáveis ao concreto armado, mas naqueles específicos a alvenaria estrutural, tendo em vista que os referidos processos não possuem os mesmos mecanismos de funcionamento (ROMAN et al, 1999).

Sabendo da importância da modulação esse trabalho busca propor alterações no projeto arquitetônico e estrutural de uma edificação em AE, com base nas diretrizes do processo construtivo, visando efficientizar e maximizar o desempenho do processo. É importante mencionar que as referidas mudanças seguiram algumas diretrizes básicas, que são: manter o conceito base do projeto arquitetônico, efetuar a menor alteração possível de área da unidade habitacional e, também, dos ambientes de cada unidade.

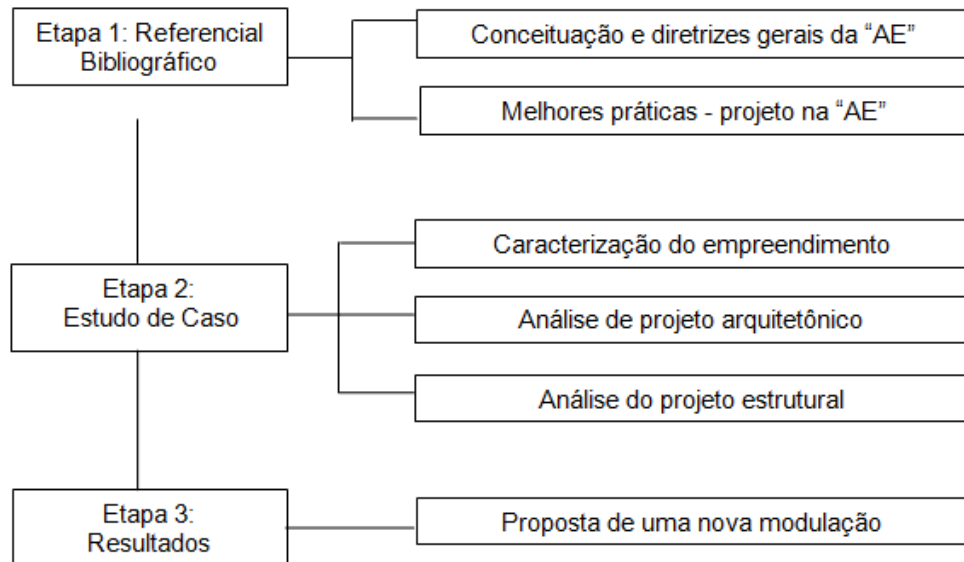
2 METODOLOGIA

Para obtenção dos resultados a pesquisa permeia referenciais bibliográficos, realiza um estudo de caso e propõe uma nova modulação para o projeto original.

Primeiramente, faz-se uma pesquisa bibliográfica com o intuito de buscar informações acerca das melhores práticas para o desenvolvimento de

projetos estruturais com base na modulação. Posteriormente, efetua-se a análise dos projetos arquitetônico e estrutural da edificação com o propósito de identificar as falhas dos mesmos. E, em seguida se propõe uma nova modulação. A organização da pesquisa realizada segue o organograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Organização da pesquisa



Fonte: Do autor (2016)

O estudo de caso ocorreu num empreendimento composto por um bloco de quatro pavimentos, com quatro unidades habitacionais por pavimento, totalizando assim 16 unidades habitacionais. A edificação em análise faz parte do Programa *Minha Casa, Minha Vida* do Governo Federal e localiza-se na cidade de Criciúma, no sul do estado de Santa Catarina. A referida edificação começou a ser construída em agosto/2013 e durante a pesquisa ela se encontrava na fase de acabamento. Seu processo construtivo é em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. A Figura 2 apresenta a imagem da fachada da edificação.

Figura 2 – Fachada edificação



Fonte: Construtora (2014)

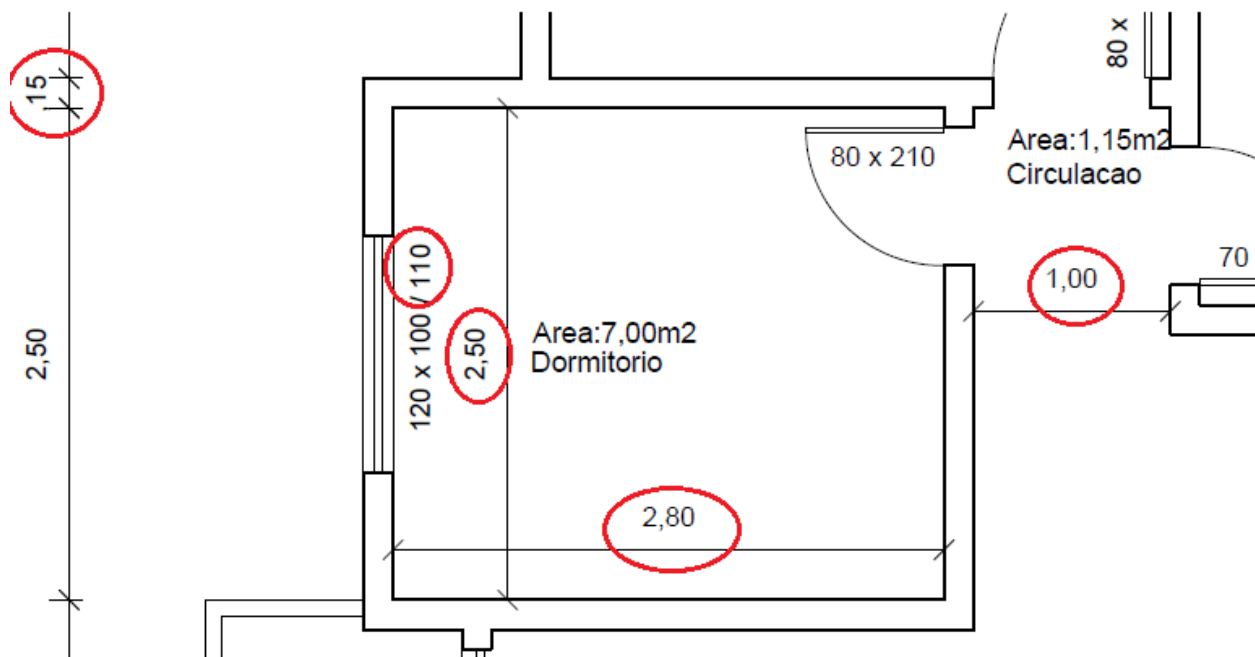
2.1 Análise do Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico original do empreendimento não está adequado ao processo alvenaria estrutural, tendo em vista que ele não segue integralmente os preceitos da coordenação modular. Para tal, podem-se enumerar os seguintes exemplos:

- As dimensões não são compatíveis com as dos blocos estruturais;
- O bloco utilizado possui espessura de 14 cm, sendo que a espessura final da parede é de 15 cm;
- O peitoril da janela está com 110 cm, o que para a família de blocos utilizada não corresponde à modulação. O peitoril deveria ter altura de 100 cm ou 120 cm.

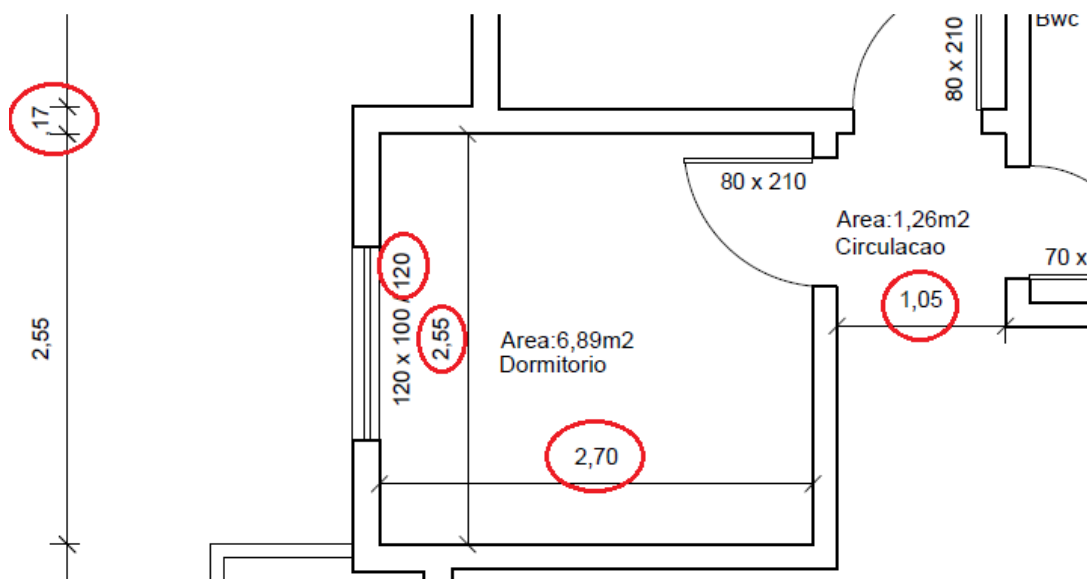
As figuras 3 e 4, respectivamente, demonstram o exemplo de um ambiente do projeto original e o mesmo mediante a nova proposta.

Figura 3 – Detalhe do arquitetônico original (1)



Fonte: Construtora (2014)

Figura 4 – Detalhe do arquitetônico proposto (1)



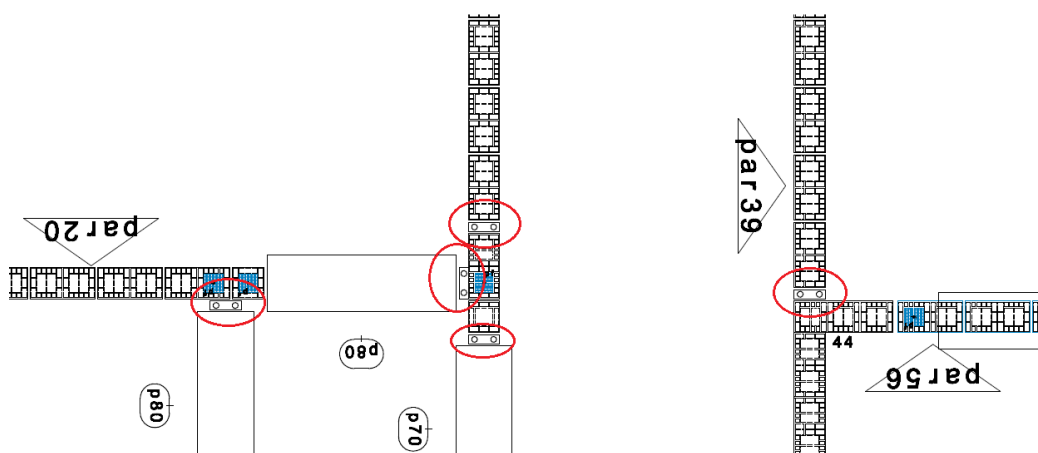
Fonte: Do autor(2016)

Na alteração do arquitetônico, projetou-se paredes externas com espessura de 17 cm, sendo 14 cm de espessura do bloco, 2,5 cm de revestimento argamassado externo e cerca de 0,5 cm para revestimento de gesso interno. Nas paredes internas continuou-se com 15 cm de espessura, pois apenas será utilizado o revestimento de gesso, aplicado diretamente ao bloco. Optou-se por maior espessura do revestimento nas paredes externas a fim de atender as exigências da ABNT NBR 15577: 2013 - Edificações Habitacionais – Desempenho.

2.2 Análise do Projeto Estrutural

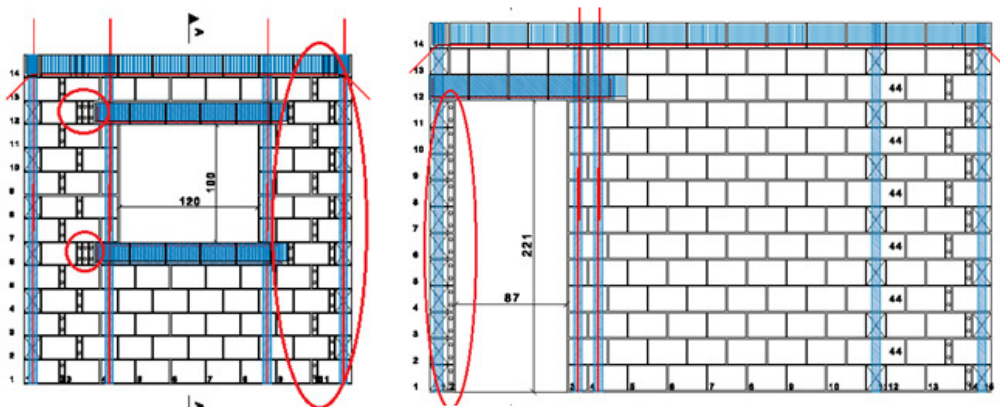
Em virtude do projeto arquitetônico não estar adequado, o estrutural trouxe consigo erros acumulativos. Um dos erros mais frequentes foi à utilização excessiva dos compensadores para completar as medidas do arquitetônico (Figuras 5 e 6). A utilização de compensadores são mais frequentes quando empregados unidades, blocos, não modulares, fato este que não se verifica no projeto analisado. Nos projetos não modulares, utiliza-se o recurso dos compensadores, com maior intensidade. No entanto, esta solução deve ser utilizada com moderação, pois são peças com custo unitário maior e tornam-se também elementos a mais para serem gerenciados no canteiro, além de prejudicar a amarração entre os blocos nas fiadas (MANZIONE, 2004). Acredita-se que uma das causas do emprego excessivo de compensadores é a pouca experiência por parte dos projetistas da alvenaria. Apesar do mercado da AE estar crescendo, ainda são poucos os cursos de engenharia que disponibilizam a disciplina “Alvenaria Estrutural”, e, mesmo aqueles que a oferecem, esta geralmente se caracteriza por ser uma disciplina optativa (ROMAN et al, 2002).

Figura 5 – Detalhe da planta de primeira fiada (1)



Fonte: Construtora (2014)

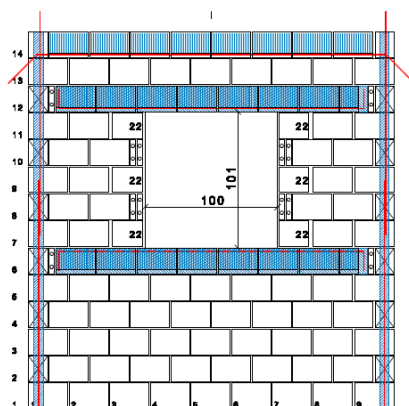
Figura 6 – Paginação P27 e P5



Fonte: Construtora (2014)

O projeto da parede da escada, Figura 7, não considera a amarração do patamar e nem a altura da janela a partir do patamar, como se não houvesse escada naquela parede. Coincidindo assim pelo projeto arquitetônico o patamar no meio da janela.

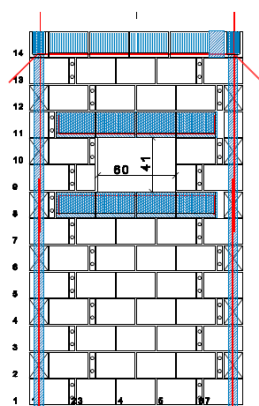
Figura 7 – Paginação parede da escada



Fonte: Construtora (2014)

Nos banheiros o problema foi à altura dos basculantes, que não coincidem com o restante das janelas, Figura 8, proporcionando assim um efeito visual desagradável. O basculante deveria ficar nas fiadas 10 e 11.

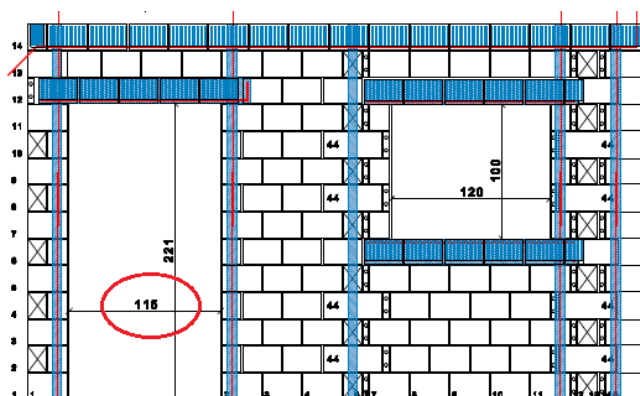
Figura 8: Parede 03



Fonte: Construtora (2014)

Na parede da sacada, Figura 9, a dimensão utilizada no arquitetônico não foi respeitada. A mesma deveria ser 120 cm de largura, porém, no estrutural se apresenta com 115 cm.

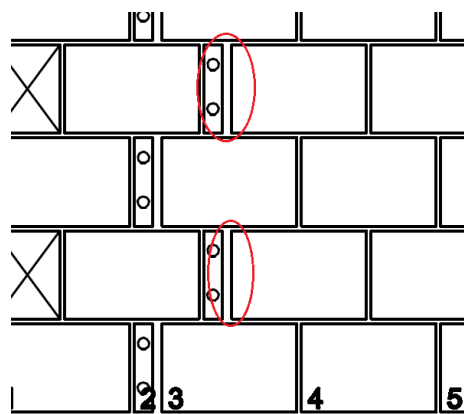
Figura 09: Parede 30



Fonte: Construtora (2014)

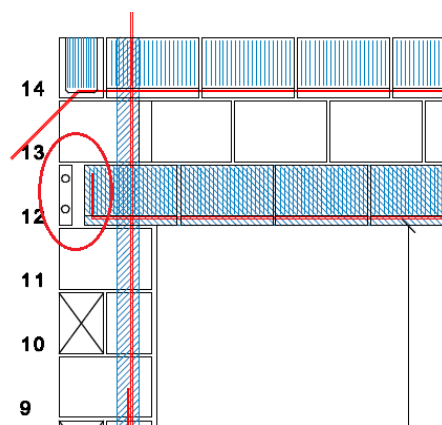
Em algumas paredes não se utiliza as juntas de assentamento adequadas, $10\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$, exceto as juntas horizontais da primeira fiada, conforme ABNT NBR 15812-2 (2010) e ABNT NBR 15961-2 (2011). Esse fato pode ser visualizado nas Figuras 10 e 11. Esses erros acontecem em virtude das dimensões não estarem de acordo com a modulação a ser empregada. Para compensar as medidas, o projetista se utiliza de juntas irregulares, na maioria dos casos com espessuras superiores as prescritas, reduzindo assim a resistência estrutural da parede.

Figura 10: Parede 53



Fonte: Construtora (2014)

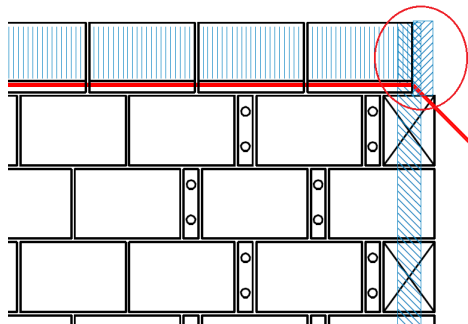
Figura 11: Parede 29



Fonte: Construtora (2014)

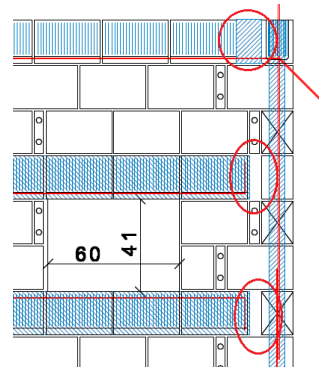
O projeto apresenta alguns vazios em meio aos blocos, que não podem ser juntas e nem algum tipo de bloco especial (Figuras 12 e 13), deixando o projeto confuso, dificultando sua leitura e facilitando erros durante a execução. Esses vazios estão em meio aos compensadores, tendo em vista a necessidade de quebra de blocos para tentar suprir o vão, o que não é recomendado no processo AE. Os blocos a serem utilizados no assentamento devem ser íntegros (ROMAN et al, 2002).

Figura 12: Parede 11



Fonte: Construtora (2014)

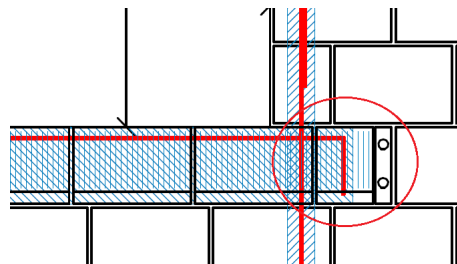
Figura 13: parede 3



Fonte: Construtora (2014)

Em alguns pontos são projetados blocos que não existem, Figura 14, na família a ser utilizada, logo a necessidade de quebra de bloco.

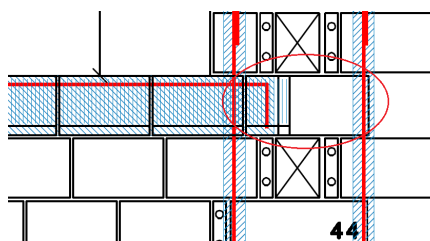
Figura 14: Parede 27



Fonte: Construtora (2014)

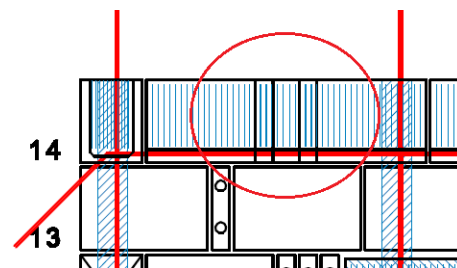
Em outros pontos os blocos são sobrepostos, Figuras 15 e 16, dificultando a leitura e entendimento do projeto. Novamente, facilitando erros durante a execução no canteiro de obras.

Figura 15: Parede 27



Fonte: Construtora (2014)

Figura 16: Parede 29



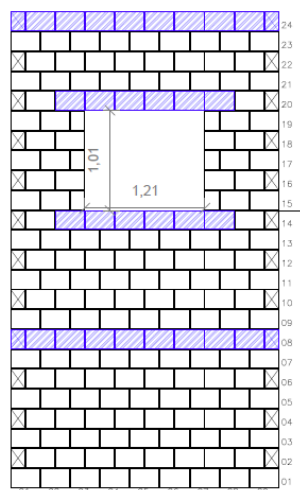
Fonte: Construtora (2014)

O projeto ainda tem outras falhas como a ausência de projeto da segunda fiada, falta de previsão de shafts nos apartamentos e na área comum, sequência de numeração das paredes, falta de legenda dos blocos.

3 DISCUSSÕES

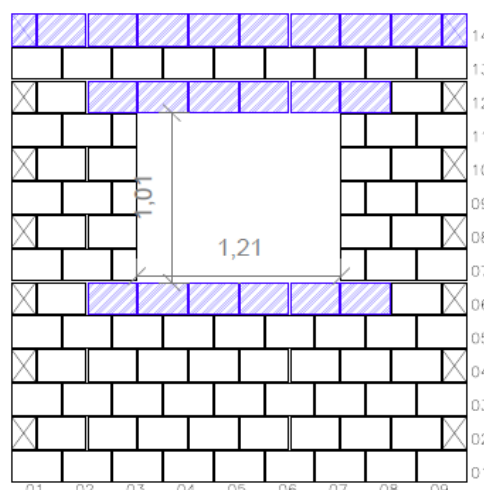
A primeira alteração requerida utilizou os blocos inteiro (14x19x29), meio bloco (14x19x14), bloco de amarração (14x19x44) e blocos canaletas U e J. Não utilizando os blocos compensadores, pois as medidas estão de acordo com a modulação 15. A modulação horizontal, fez-se com a largura e comprimento do bloco, já a vertical seria com a altura do bloco. O novo projeto veio com a numeração conforme o usual, de cima para baixo e da esquerda para a direita, facilitando assim o manuseio no canteiro de obra. O projeto possui ainda planta de segunda fiada e previsão de *shafts*. A parede da escada, Figura 17, consta com a amarração do patamar, e a localização mais adequada para a janela. As dimensões da janela da escada e do hall, Figura 18, foram alteradas, ficando agora com as mesmas dimensões das demais janelas (dormitórios e cozinhas).

Figura 17: Parede 07 (escada)



Fonte: do autor (2016)

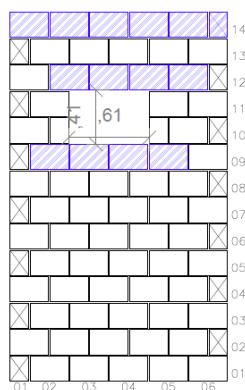
Figura 18: Parede 22 (tipo-hall)



Fonte: do autor (2016)

Quanto aos basculantes dos banheiros, Figura 19, subiu-se uma fiada, para seguir o alinhamento.

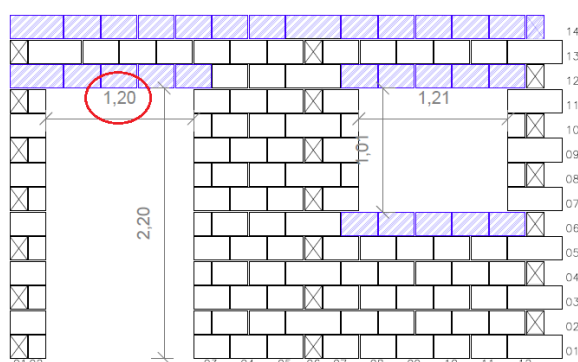
Figura 19: Parede 03



Fonte: do autor (2016)

Na parede da sacada, Figura 20, a proposta traz a dimensão utilizada no arquitetônico.

Figura 20: Parede 33



Fonte: do autor (2016)

Em todas as paredes as juntas de 10 mm \pm 3 mm foram respeitadas. Em nenhuma das paredes foi deixado algum vazio, ou algum bloco que não existisse na família a ser utilizada. Como todas as medidas estavam de acordo com a modulação 15, não se fez necessário à utilização de blocos especiais ou a quebra de blocos. Facilitando o entendimento na leitura do projeto e reduzindo os erros durante a execução.

4 CONCLUSÕES

A alvenaria estrutural (AE), na maioria das vezes, é utilizada em empreendimentos de habitação de interesse social. Essa escolha é devido à economia e velocidade na construção, quando comparado ao concreto armado. Muitas empresas optam por esse processo, no entanto por não conhecerem suas diretrizes e não terem profissionais com conhecimento na área acabam utilizando-o de forma incorreta. Um bom projeto de AE começa pelo projeto arquitetônico. Como pôde ser visto neste trabalho falta de adequações geram diversas falhas no projeto estrutural. A coordenação modular quando utilizada desde o princípio do empreendimento evita uma série de erros. Soluções realizadas no projeto estrutural podem aumentar a geração de resíduos, além de difundir a informação errônea de que o processo não é vantajoso. Após análise dos projetos originais do empreendimento em estudo, tem-se como resultados a verificação de falta de segmentos das diretrizes do processo. Esses equívocos acarretam em projetos ineficientes e que não proporcionam o resultado esperado quanto aos quesitos economia, racionalização e desempenho da edificação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Viviany Melchior. **Determinação dos problemas e proposta para integração dos diversos setores da cadeia construtiva [dissertação]: estudo de caso alvenaria estrutural**. 2012. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14974-1**: Bloco sílico-calcário para alvenaria - Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

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

_____. **NBR 15961-2**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15812-1**: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15812-2**: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 10837**: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

Fundação Euclides da Cunha. **AValiação DOS ESforços PARA IMPLANTAÇÃO DA COORDENAÇÃO MODULAR NO BRASIL**. Relatório, 2010, 80p.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira/SP, 2006. 53p.

DUARTE, Ronaldo Bastos. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER, 1999. 78 p.

HELENA JÚNIOR, Flávio. **CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2012.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 116 p. (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras).

PARSEKIAN, Guilherme Aris; FURLAN JUNIOR, Sydney. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO III SIBRAGEC, 3., 2003, São Carlos. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL**. São Carlos: Ufscar, 2003. p. 1 - 10.

ROMAN, Humberto Ramos; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARAÚJO, Hércules Nunes de. **Construindo em Alvenaria Estrutural**. Florianópolis: Ufsc, 1999. 83 p.

ROMAN, H. R.; SIGNOR, R.; RAMOS, A. S.; MOHAMAD, G.. **Análise de Alvenaria Estrutural**. Apostila, Universidade Corporativa Caixa, 2012, 37p.