

Proposta de alterações nos projetos arquitetônico e estrutural para um empreendimento em Alvenaria Estrutural – Estudo de Caso

Larissa Zappellini Corrêa (1), Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)larissazapcor@hotmail.com, (2)elainegpa@unesc.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. A alvenaria estrutural (AE) é um processo construtivo que não dispensa um projeto arquitetônico adequado, para que o estrutural aproveite todo seu potencial econômico. Essa pesquisa trata-se de um estudo de caso realizado em um empreendimento de habitação de interesse social localizado no município de Criciúma/SC. Primeiramente, identificaram-se algumas falhas nos projetos arquitetônico e estrutural e, com base nestes, propôs-se alterações. Essas alterações seguem diretrizes construtivas do processo construtivo, com ênfase na coordenação modular. A modulação é primordial para o “sucesso” de uma edificação em AE. A utilização de dimensões modulares no projeto arquitetônico faz com que o projeto estrutural atenda as necessidades do processo de forma mais eficiente. A modulação evita o uso de blocos especiais, cortes improvisados em obra, geração de resíduos, e proporciona maior agilidade durante a etapa de execução, racionalizando o processo e melhorando significadamente a qualidade do produto.

Palavras-Chave: Alvenaria Estrutural, Projeto, Modulação.

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural (AE) é um processo construtivo bastante antigo e tem-se, ainda hoje, obras de milhares de anos em bom estado. Um bom exemplo a ser citado são as Pirâmides de Gize, as mais antigas construções registradas em alvenaria, que foram construídas no Egito Antigo em blocos de pedra e datam aproximadamente 2600 anos antes de Cristo. JÚNIOR (2012).

A NBR 14974 (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 AE normalmente é mais econômica do que prédios estruturados, por executarem alvenaria e estrutura numa só etapa, economia no uso de material e maior rapidez na execução. ROMAN et al (2002). Com o Programa do Governo Federal *Minha*

Casa, Minha Vida, essas vantagens fazem com que algumas construtoras optem por esse processo construtivo. No entanto, é inerente salientar que para a obtenção dos predicativos mencionados, é imprescindível que as diretrizes do processo construtivo, projeto e execução, sejam respeitadas. De acordo com Manzione (2004) a alvenaria estrutural demanda forte integração entre projetos sendo fundamental o equacionamento da sua interface projeto-execução. AE pode ser muito vantajosa, se muito bem planejada. Segundo ROMAN et al, (2002), para que um empreendimento em AE seja vantajoso, 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, é a base de todo o processo. A coordenação modular pode representar acréscimos de produtividade de cerca de 10%. 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).

Coordenação modular, de acordo com o Relatório de Implantação da Coordenação Modular no Brasil (2010, p. 16) “promove 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).

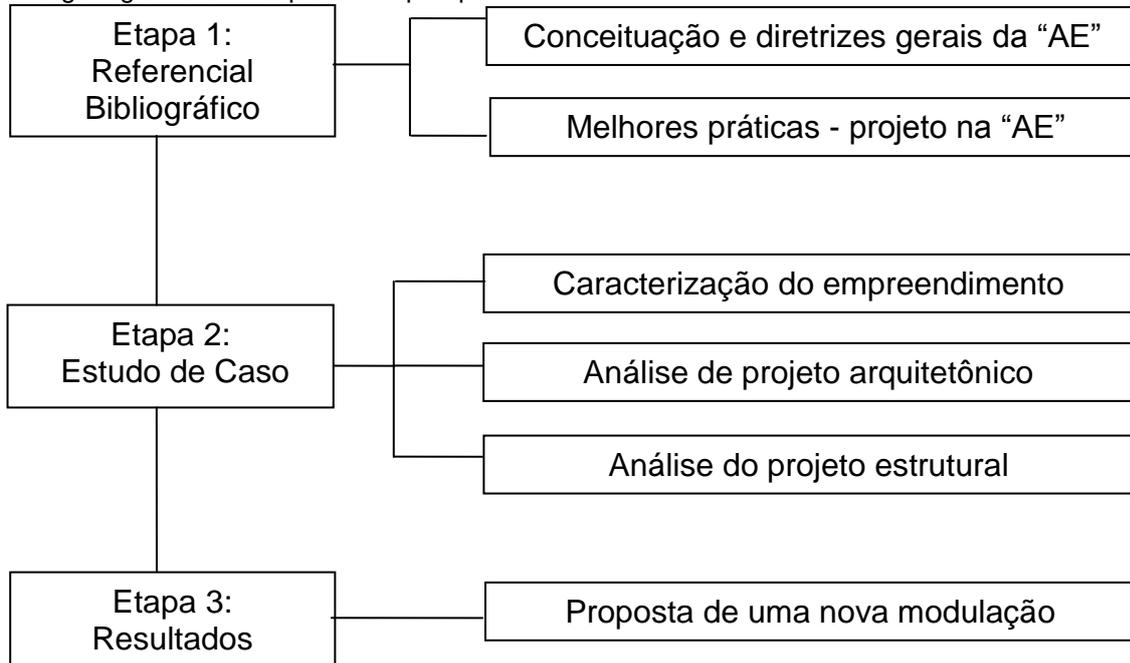
Um projeto bem estudado e bem definido em termos de modulação aproveita melhor as vantagens do processo Alvenaria Estrutural, resultando em facilidade e redução de tempo durante a execução, reduzindo desperdícios e entulhos, aumentando a economia e a qualidade no produto final. CAMACHO (2006).

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. Através da análise do projeto original identificaram-se as falhas do mesmo e indicaram-se soluções corretas. O projeto original em análise é de um empreendimento de habitação de interesse social (HIS), construído com o processo construtivo AE com blocos cerâmicos, localizado no município de Criciúma/SC. Um projeto adequado para AE começa antes mesmo de ser feito o arquitetônico, pois para se fazer o arquitetônico tem-se que saber qual processo que irá ser utilizado. “Recomenda-se que desde o início de todo o empreendimento a opção por AE já esteja definida.” Duarte (1999, p. 29). Definindo o processo, que então é AE, elabora-se o projeto arquitetônico, com base na coordenação modular, definindo a família de blocos a serem utilizadas. Esse mesmo projeto não pode esquecer-se de prever *shafts*, para tubulações hidráulicas e elétricas. O projetista estrutural só poderá elaborar um projeto ideal ao processo, caso o arquitetônico esteja adequado a AE, e assim evita cortes de blocos, uso de peças especiais, e soluções improvisadas na obra, melhorando significativamente a qualidade do produto. “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.” Roman et al (1999, p. 16).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção dos resultados a pesquisa permeia referenciais bibliográficos, realiza um estudo de caso e propõe-se uma modulação. 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. Abaixo estão divididas as etapas da pesquisa:

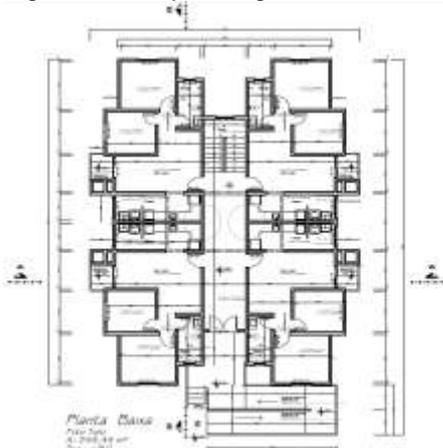
Organograma 01: Esquema de pesquisa



Fonte: do autor

O estudo de caso é vivenciado na análise de projeto estrutural e arquitetônico de uma HIS multifamiliar em AE com blocos cerâmicos, analisou-se pavimento tipo e térreo. Trata-se de um 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 e começou a ser construído em agosto/2013. Atualmente encontra-se na fase de acabamento.

Figura 01: Projeto original - Planta Baixa



Fonte: Construtora

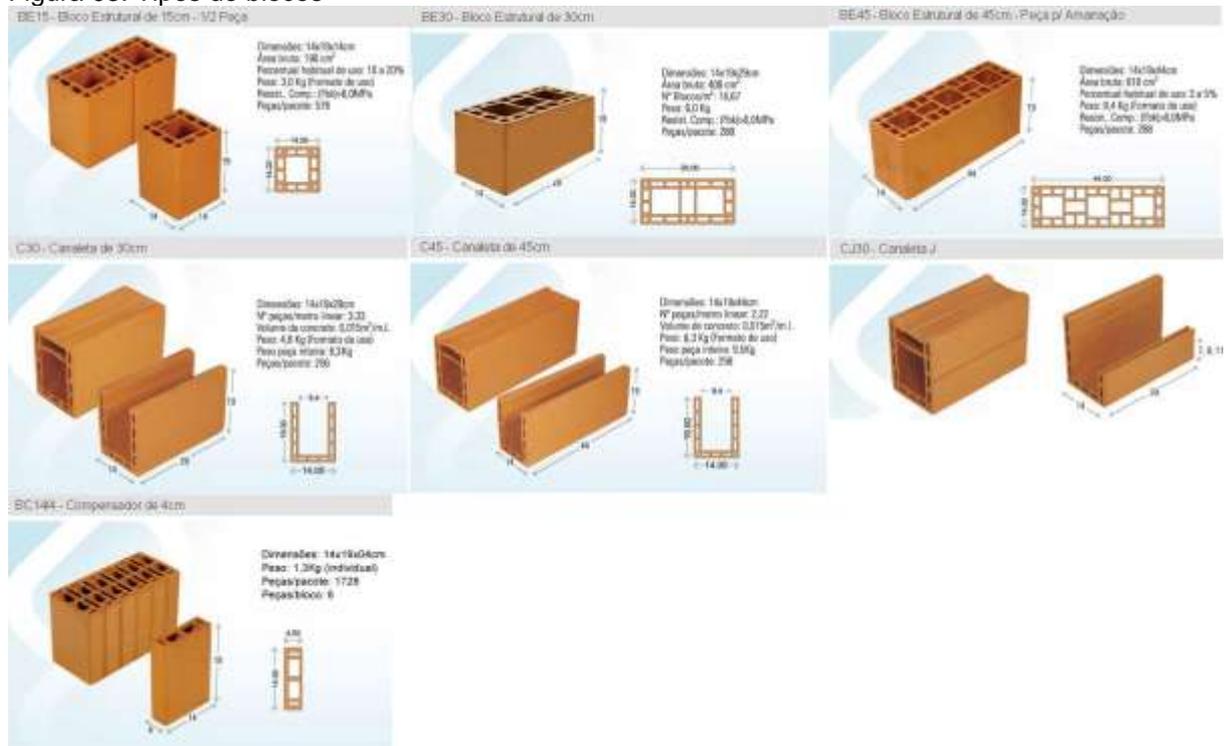
Figura 02: Projeto original - Perspectiva



Fonte: Construtora

A família de blocos a ser utilizada é de modulação de 15 cm, com bloco padrão 14x19x29 (LxHxC). Trata-se da mesma família que foi utilizada pelo projetista do estudo de caso. Na Figura 03 visualiza-se a família completa.

Figura 03: Tipos de blocos



Fonte: Construtora

Tem-se ainda para AE os blocos de concreto, o qual o controle tecnológico é mais rigoroso se comparado aos blocos cerâmicos. A variação de resistência dos blocos cerâmicos é bem maior que a dos blocos de concreto.

O enfoque principal da pesquisa se realiza no projeto estrutural, onde constam planta de primeira e segunda fiada e paginações das paredes estruturais. Após análise do projeto arquitetônico propôs-se um novo projeto com base na coordenação modular. É importante mencionar que a referida pesquisa não adentra nos cálculos estruturais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para propor as alterações ao estrutural, foram-se necessárias modificações no arquitetônico. Uma das primeiras etapas do processo de construção é a elaboração

do projeto, pois é parte importante para a obtenção da qualidade do empreendimento. ALBUQUERQUE (2012).

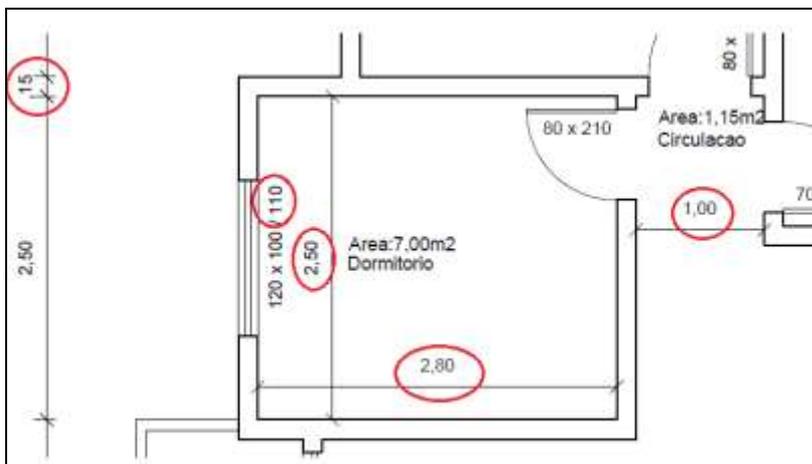
3.1 Análise projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico (Anexo “A”) original do empreendimento, não está adequado ao processo alvenaria estrutural, tendo em vista que ele não segue 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 a modulação. O peitoril deveria ter altura de 100 cm ou 120 cm.

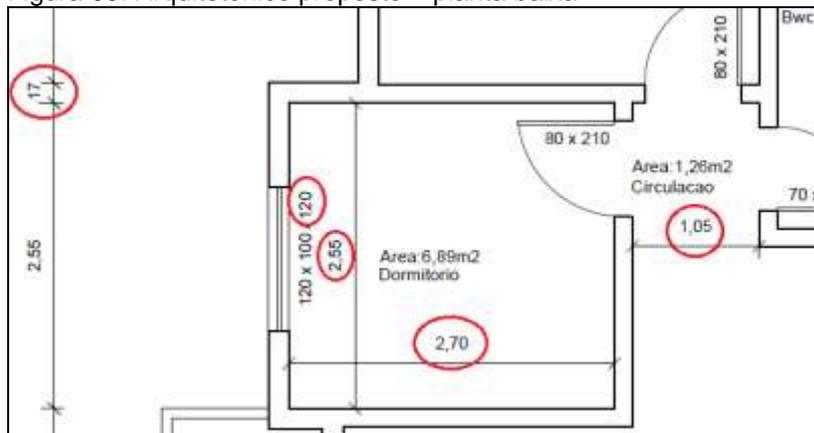
As figuras 4 e 5, respectivamente, demonstram um ambiente do projeto original e o mesmo mediante a nova proposta.

Figura 04: Projeto arquitetônico original– planta baixa



Fonte: Construtora

Figura 05: Arquitetônico proposto – planta baixa



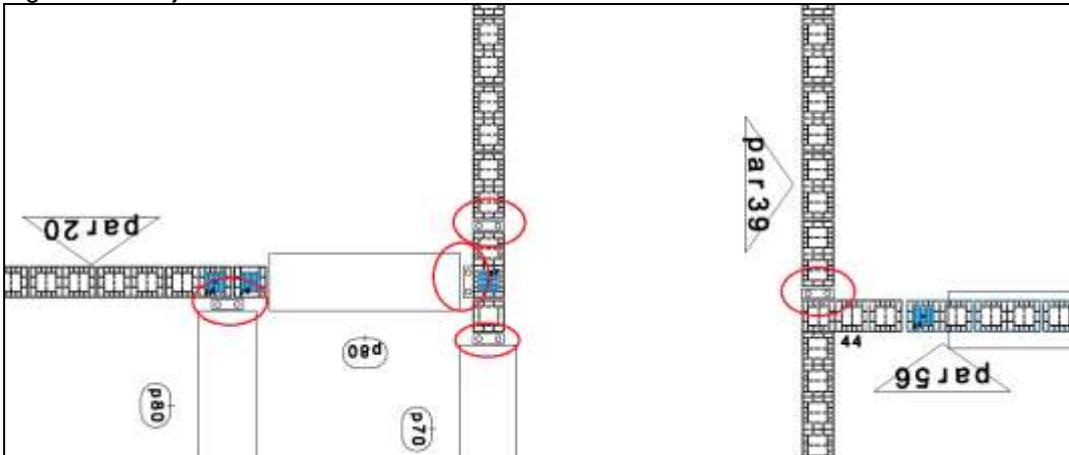
Fonte: Do autor

Na alteração do arquitetônico, projetou-se paredes externas com espessura de 17 cm, sendo 14 cm de espessura do bloco, 2,5 cm de reboco externo e cerca de 0,5 cm para revestimento de gesso interno. Nas paredes internas continuou-se com 15 cm de espessura, para não haver perda de área interna poderia ser utilizado o revestimento de gesso, aplicado diretamente ao bloco. Para que a construção em alvenaria possa alcançar seu potencial, é necessário que suas dimensões sejam moduladas. JÚNIOR (2012).

3.2 Análise projeto estrutural original

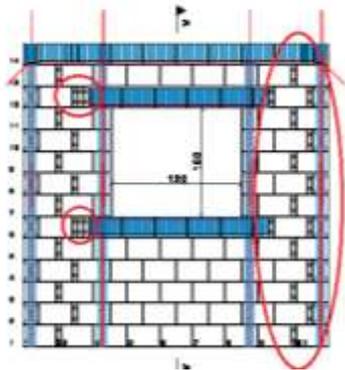
Em virtude do projeto arquitetônico não estar adequado, o estrutural (Anexo “B” e “C”) trouxe consigo erros acumulativos. Um dos erros que se verificou com frequência foi a utilização excessiva dos compensadores para completar as medidas do arquitetônico (Fig. 06, 07 e 08). Nos projetos não modulares, utiliza-se o recurso dos compensadores, 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. MANZIONE (2004).

Figura 06: Projeto 1ª fiada



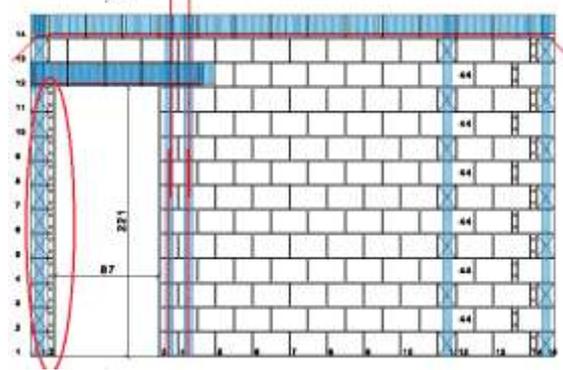
Fonte: Construtora

Figura 07: Parede 27



Fonte: Construtora

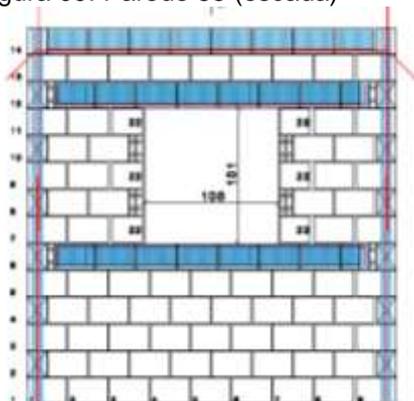
Figura 08: Parede 05



Fonte: Construtora

O projeto da parede da escada (Fig. 09) 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.

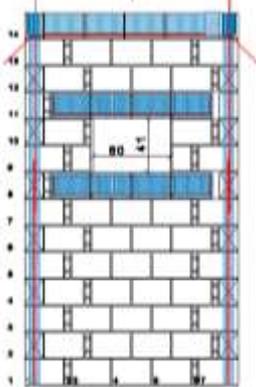
Figura 09: Parede 55 (escada)



Fonte: Construtora

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

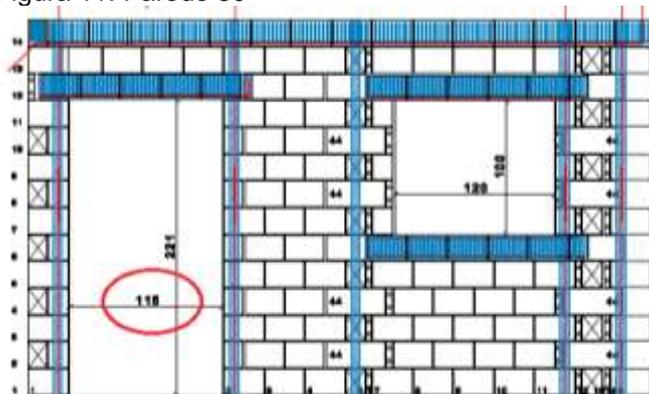
Figura 10: Parede 03



Fonte: Construtora

Na parede da sacada (Fig. 11), a dimensão utilizada no arquitetônico não foi respeitada. A mesma deveria ser 120 cm de largura, porém, no estrutural se apresenta com 115 cm.

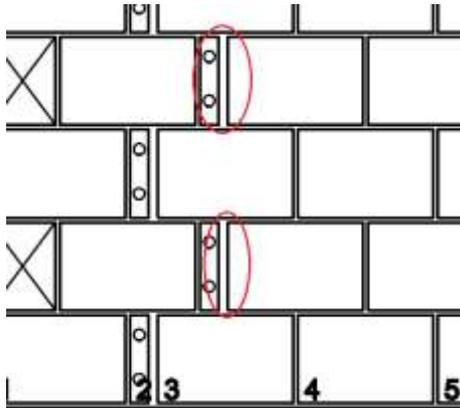
Figura 11: Parede 30



Fonte: Construtora

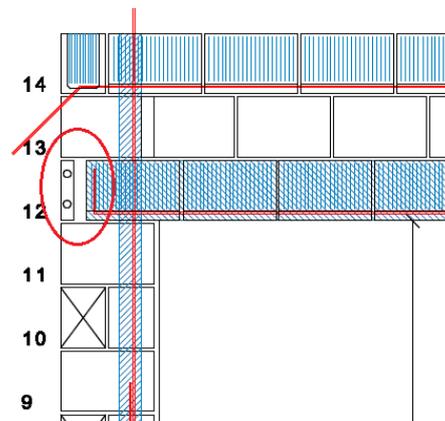
Em algumas paredes não se utiliza as juntas adequadas de $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$, conforme figuras 12 e 13. As juntas verticais devem ser de 10 mm. ROMAN et al (2002). Esses erros acontecem em virtude das dimensões não estarem de acordo com a modulação a ser empregada. Para compensar as medidas, o projetista se utiliza de juntas irregulares, na maioria dos casos com espessuras superiores as prescritas, reduzindo assim a resistência estrutural da parede.

Figura 12: Parede 53



Fonte: Construtora

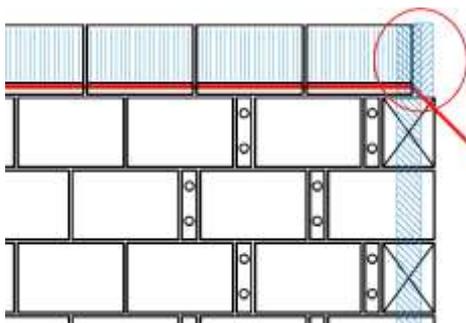
Figura 13: parede 29



Fonte: Construtora

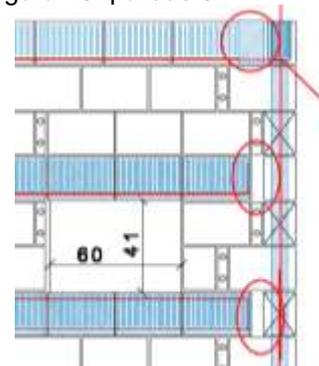
O projeto apresenta alguns vazios em meio aos blocos, que não podem ser juntas e nem algum tipo de bloco especial (Fig. 14, 15, 16 e 17), deixando o projeto confuso, dificultando sua leitura e facilitando erros durante a execução. Esses vazios estão em meio aos compensadores, tendo em vista a necessidade 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 14: Parede 11



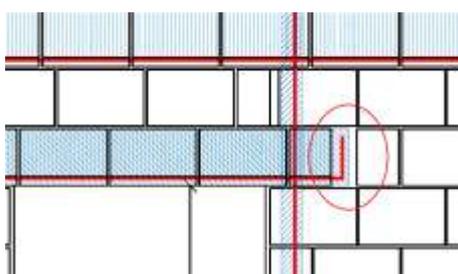
Fonte: Construtora

Figura 15: parede 3



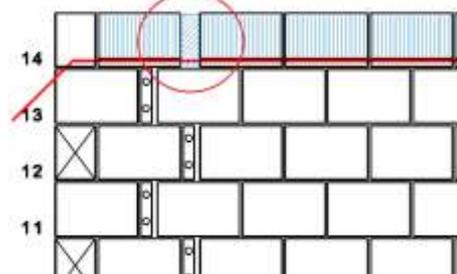
Fonte: Construtora

Figura 16: parede 37



Fonte: Construtora

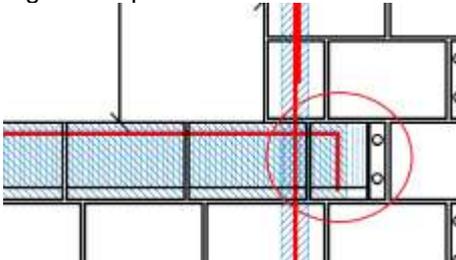
Figura 17: parede 53



Fonte: Construtora

Em alguns pontos são projetados blocos que não existem (Fig. 18) na família a ser utilizada, logo a necessidade de quebra de bloco.

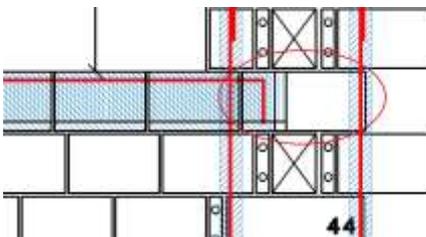
Figura 18: parede 27



Fonte: Construtora

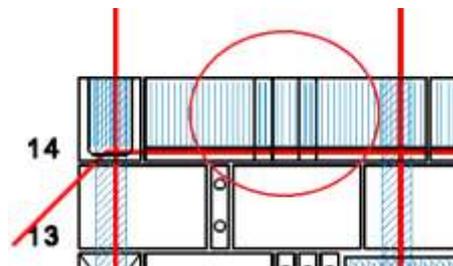
Em outros pontos os blocos são sobrepostos (Fig. 19, 20 21), dificultando a leitura e entendimento do projeto. Novamente, facilitando erros durante a execução no canteiro de obras.

Figura 19: parede 27



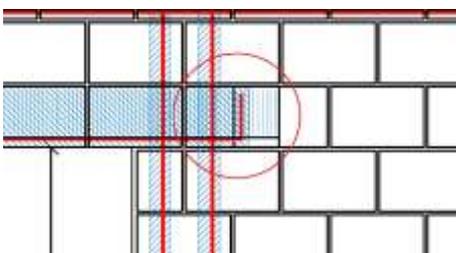
Fonte: Construtora

Figura 20: parede 29



Fonte: Construtora

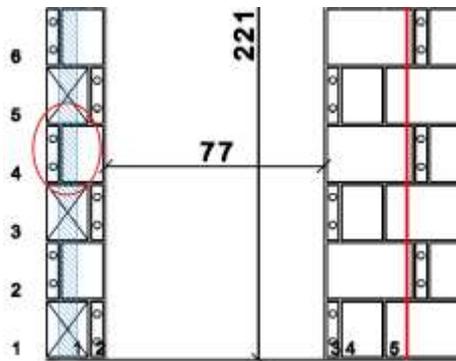
Figura 21: parede 5



Fonte: Construtora

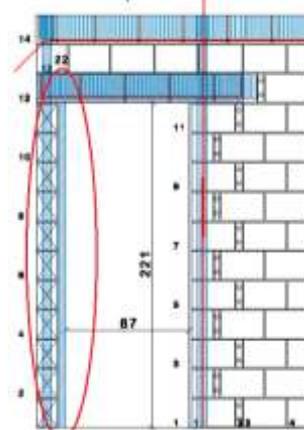
Há pontos de graute fora de blocos, e sobre juntas. (Fig. 22 e 23).

Figura 22: parede 33



Fonte: Construtora

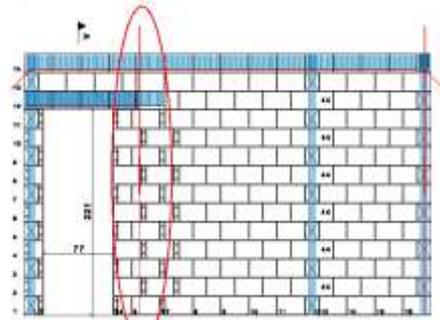
Figura 23: parede 35



Fonte: Construtora

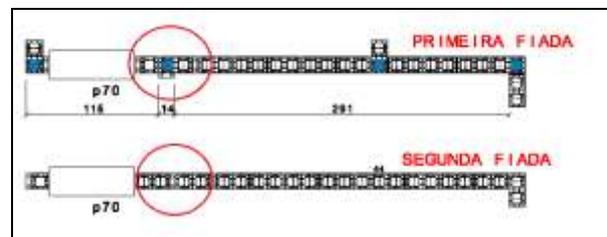
E há barras de aço “perdidas” nas paredes (Fig. 24 e 25), sem o graute, ficando sem proteção a corrosão. Pela planta de primeira fiada, haveria um ponto de graute onde está essa barra, esse erro torna o projeto confuso e de difícil compreensão.

Figura 24: parede 35



Fonte: Construtora

Figura 25: Parede 35 - fiadas



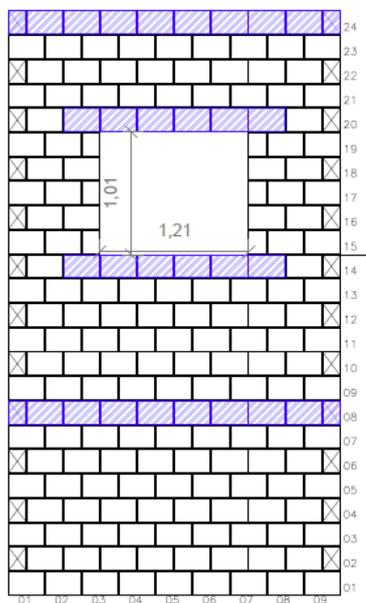
Fonte: Construtora

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. De acordo com a NBR 10837 (1989, p. 17), “Não são permitidos condutores de fluidos embutidos nas paredes de alvenaria.”. Desta forma, o projeto arquitetônico já deverá prever a passagem de dutos condutores de fluidos por *shafts*, retirando-os das paredes estruturais. ROMAN et al (2002). O projeto utilizou os blocos inteiro (14x19x29), meio bloco (14x19x14), bloco $\frac{3}{4}$ (14x19x22), bloco de amarração (14x19x44), blocos canaleta U e J e bloco compensador.

3.3 Alterações Propostas

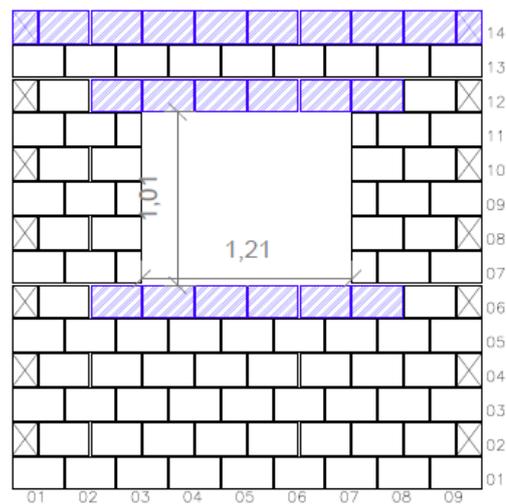
A primeira alteração requerida (Anexo “D” e “E”) utilizou os blocos inteiro (14x19x29), meio bloco (14x19x14), bloco de amarração (14x19x44) e blocos canaletas U e J. Não utilizando os blocos compensadores, pois as medidas estão de acordo com a modulação 15. A modulação horizontal, faz-se com a largura 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*. O ideal seria que os *shafts* fossem internos nas paredes, porém para a alteração proposta não foi possível, pois para isso precisaríamos adentrar nos cálculos estruturais. A parede da escada (Fig. 26) consta com a amarração do patamar, e a localização mais adequada para a janela. As dimensões da janela da escada e do hall (Fig. 27) foram alteradas, ficando agora com as mesmas dimensões das demais janelas (dormitórios e cozinhas).

Figura 26: Parede 07 (escada)



Fonte: do autor

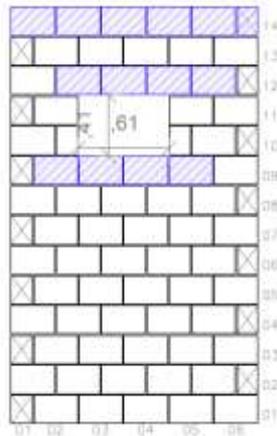
Figura 27: Parede 22 (tipo-hall)



Fonte: do autor

Quanto aos basculantes dos banheiros (Fig. 28), subiu-se uma fiada, para seguir o alinhamento.

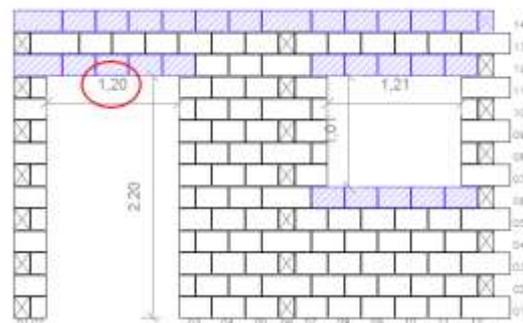
Figura 28: Parede 03



Fonte: do autor

Na parede da sacada (Fig. 29), a proposta traz a dimensão utilizada no arquitetônico.

Imagem 29: parede 33



Fonte: do autor

Em todas as paredes as juntas de $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ 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 a 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.

5. REFERÊNCIAS

1. 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.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14974-1:** Bloco sílico-calcário para alvenaria Parte 1: Requisitos, dimensões e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: Abnt, 2003.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10837:** Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro: Abnt, 1989.
4. AVALIAÇÃO DOS ESFORÇOS PARA IMPLANTAÇÃO DA COORDENAÇÃO MODULAR NO BRASIL. Relatório, Fundação Euclides da Cunha, 2010, 80p.
5. CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Ilha Solteira/SP, 2006. 53p.

6. 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.
7. 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.
8. 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).
9. 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.
10. ROMAN, Humberto Ramos; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARAÚJO, Hércules Nunes de. **Construindo em Alvenaria Estrutural**. Florianópolis: Ufsc, 1999. 83 p.
11. ROMAN, H. R.; SIGNOR, R.; RAMOS, A. S.; MOHAMAD, G.. **Análise de Alvenaria Estrutural**. Apostila, Universidade Corporativa Caixa, 2012, 37p.



Anexo "A"

Projetos Arquitetônicos para comparação



Anexo "B"

Projeto 1ª fiada – Original



Anexo "C"

Paginação Paredes Estruturais



Anexo "D"

Projeto 1ª Fiada – Proposta



Anexo "E"

Projeto 2ª Fiada – Proposta

Anexo “F”

Paginação Paredes Estruturais