

## **Interferência dos ajustes de coordenação das esquadrias no projeto de modulação de alvenaria estrutural**

Fernanda Marcelino Nunes (1), Prof. Dra. Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) [fernandamarcelinon@unesco.net](mailto:fernandamarcelinon@unesco.net), (2) [elainegpa@unesco.net](mailto:elainegpa@unesco.net)

**Resumo:** A alvenaria estrutural vem sendo aplicada largamente em habitações de interesse social por sua alta produtividade e menor custo em relação à alvenaria convencional. As esquadrias, em especial as janelas, são primordiais na vedação externa do empreendimento, proporcionam iluminação e ventilação para a habitação, conforme as exigências mínimas do código de obras do município e/ou NBR 15575. O objetivo desta pesquisa é demonstrar no projeto modelo de alvenaria estrutural, criado para ser executado na cidade de Criciúma/SC, quais os vãos obtidos através da modulação do bloco de concreto da família 14, de forma a inserir as esquadrias de ciclo aberto homologados pelo Programa Setorial da Qualidade. Desta forma, foram selecionadas as esquadrias com as dimensões preferidas mais próximas as medidas das esquadrias ideais e realizar a análise das interferências dos ajustes de coordenação na interface esquadria/alvenaria. Com base nisso, concluiu-se que as dimensões das esquadrias preferidas não possuem intercambialidade com as modulações do bloco 14, sendo necessário, muitas vezes, o aumento do preenchimento da folga e até mesmo novas modulações no projeto arquitetônico, de modo a afetar a estética, habitabilidade e a estrutura da própria alvenaria.

**Palavras-chave:** Projeto modelo; alvenaria estrutural; esquadrias; ciclo aberto; interferências.

### **Interference of square adjustment dimensions in the design of structural masonry modulation**

**Abstract:** Structural masonry has been widely applied in social housing because of its high productivity and lower cost compared to conventional masonry. The frames, especially the windows, are paramount in the external sealing of the development, provide lighting and ventilation for the housing, according to the minimum requirements of the municipal building code and / or NBR 15575. The purpose of this research is to demonstrate in the project model of Structural masonry, created to be executed in the city of Criciúma / SC, which are the gaps obtained through the modulation of the family 14 concrete block, in order to insert the open-cycle frames approved by the Sectorial Quality Program. In this way, the frames with the preferred dimensions closest to the ideal frame measurements will be selected and the interference analysis of the coordination adjustments at the frame / masonry interface will be analyzed. Based on this, it was concluded that the dimensions of the preferred frames do not have interchangeability with block 14 modulations, and it is often necessary to increase the gap fill and even new modulations in the architectural project, in order to affect the aesthetics, habitability and the structure of the masonry itself.



**Key-words:** Model project; structural masonry; frames; open cycle; interference.

## Introdução

A construção civil é um dos setores de maior importância no cenário econômico brasileiro. De acordo com Furletti, Vasconcelos e Mendes (2018), este setor contribui com cerca de 22,4% no PIB nacional e emprega 6,8 milhões de pessoas, direta e indiretamente, desta forma, auxilia no desenvolvimento econômico e social do país.

Dados levantados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2019), o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) criado em 25 de março de 2009, trouxe novas soluções que auxiliaram na construção de 5.567.032 unidades habitacionais em pouco mais de 10 anos. No período de 2010 a 2014, o MCMV supriu o déficit habitacional brasileiro em 2,8% ao ano, de modo que a criação de moradias acompanhou o crescimento demográfico.

Diante da alta demanda por habitação no contexto atual, a indústria da construção civil tem focado na maximização da construtibilidade e redução no tempo e no custo de execução, buscando garantir desempenho desejável da edificação. Esse esperado crescimento de eficiência dos processos de produção tem sido impulsionado pelas novas tendências do mercado, bem como o aumento da competitividade e a maior exigência dos consumidores (COSTA et al., 2014).

O alto nível de desenvolvimento, encontrado em países de primeiro mundo, requer da utilização de uma grande quantidade de matéria prima, que por consequência produz muito resíduo, e que se não bem planejado, se torna desperdício. Rodrigues (2001) afirma que as perdas materiais chegam a 8% e as perdas financeiras de custos e retrabalhos chegam a 30%. Diante disso, é de suma importância a busca por alternativas que possam minimizar ou reduzir estes desperdícios e racionalizar cada vez mais os processos, gerando não só economia, mas produtividade e rapidez na execução da obra.

O Brasil é um dos países pioneiros na aprovação da norma de coordenação modular, com módulo base = 10cm, seguindo a NB-25R, aprovada em 1950. Atualmente, a NBR 15873:2010 está em vigor, trazendo não apenas o módulo básico de 10cm, mas também alguns termos e princípios importantes da coordenação modular para edificações (ESPER, 2010).



Ainda, segundo Esper (2010) a coordenação modular pode ser aplicada nos projetos e na produção dos componentes construtivos, pois desta forma, os componentes podem ter medidas padronizadas, o que torna a construção mais racionalizada e com maior índice de produtividade. Além de contribuir para o controle da produção e execução, a coordenação modular contribui para a redução de problemas nas interfaces entre os componentes, elementos e subsistemas, diminuindo o desperdício devido aos erros cometidos pela mão de obra, o que acarretaria, possivelmente, em manifestações patológicas. (BARBOZA et al., 2008; GREVEN; BALDAUF, 2007; ESPER, 2010).

A alvenaria estrutural é um dos processos construtivos que consiste em utilizar as próprias paredes como estrutura, sem a utilização de vigas e pilares (TAUIL; NESE, 2010). Os blocos estruturais são seus principais componentes, podendo ser encontrado com maior disponibilidade no mercado brasileiro em concreto ou cerâmico. Representam de 80 a 95% de volume no volume total da estrutura (PARSEKIAN; SOARES, 2010). Uma das grandes dificuldades no projeto de alvenaria estrutural é a modulação dos blocos, contudo, Silva & Abrantes (2007) salientam que um projeto de alvenaria estrutural bem elaborado é uma das melhores formas de prevenção destas falhas construtivas. Para Vieira (2007), as principais vantagens da alvenaria estrutural é a racionalização, visto que o sistema construtivo encaminha a redução de etapas de outras atividades, como as instalações elétricas e hidráulicas. Além disso, a alvenaria estrutural, se comparada a alvenaria convencional, utiliza menos matéria prima, mão de obra e uma menor quantidade de etapas de serviço, o que reforça o conceito de racionalização.

As esquadrias são componentes que estão presentes na alvenaria das edificações e que cumprem funções as quais ultrapassam quesitos estéticos. Além de garantir a ventilação e iluminação, garantem a estanqueidade do empreendimento, cujos requisitos estão contidos na NBR 15575/2013 (MARTINS et al., 2017). É comumente verificada em obras que utilizam alvenaria estrutural, a incompatibilidade entre as dimensões dos componentes e aberturas, sendo necessários a utilização de blocos especiais, aumento da espessura de preenchimento da folga e utilização de pré-moldados, como contravergas e vergas. Deste modo, a interface esquadria/alvenaria é uma região propícia a manifestações patológicas, visto que são compostos por materiais com propriedades e formas distintas. Portanto, com a incompatibilidade das esquadrias com a modulação da alvenaria prejudica a racionalização dos processos e a qualidade da construção, facilitando a falhas construtivas (MOCH, 2009).

Segundo Lucini (2001), ajustar o vão e produzir esquadrias sob medida descartam a possibilidade da racionalização do projeto/execução, de modo a aumentar os custos com a inserção de blocos compensadores e com a produção de diversos tamanhos de esquadrias. Logo, a inserção de esquadrias de ciclo aberto compatíveis com a modulação dos vãos da alvenaria, reduzem a espessura dos preenchimentos das folgas e por consequência, tornam a região com menor chance de manifestação patológica.

Portanto, o seguinte artigo tem como objetivo analisar as interferências dos ajustes de coordenação das esquadrias com base no projeto modelo de alvenaria estrutural, aplicando os conceitos de coordenação modular.

## Materiais e Métodos

Este trabalho foi realizado por meio de três etapas. A primeira etapa (ETP 1) consiste na revisão bibliográfica dos temas abordados pelo seguinte artigo: construção civil, déficit habitacional, habitações de interesse social, alvenaria estrutural, coordenação modular e esquadrias de ciclo aberto. A segunda etapa (ETP 2) compreendeu algumas definições fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, como: tipo de edificação, áreas mínimas dos ambientes, definição do projeto modelo, tipo de bloco estrutural, áreas mínimas das aberturas das esquadrias, materiais das esquadrias e medidas preferidas das esquadrias.

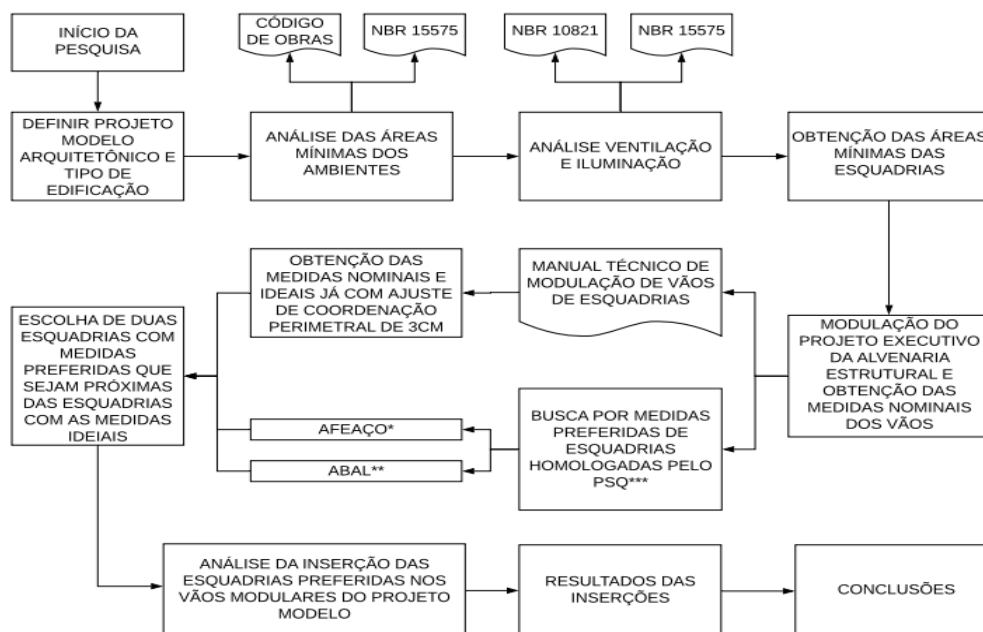


Figura 1 - Fluxograma com as etapas da pesquisa



\*AFEAÇO = Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Aço

\*\*ABAL = Associação Brasileira do Alumínio

O tipo de edificação escolhido consiste em habitação de interesse social (HIS) e levou-se em consideração o quesito do déficit habitacional do país que pode ser suprido com velocidade de execução e o menor custo na aquisição do imóvel.

Para a obtenção das áreas mínimas dos ambientes do projeto modelo, foram levantadas as dimensões mínimas dos ambientes conforme NBR 15575 e do código de obras da cidade de Criciúma/SC, sendo adotadas no projeto modelo as medidas que suprissem os dois requisitos.

As unidades de alvenaria podem ser executadas com blocos de concreto, cerâmicos, sílico-calcário e solo-cimento, entretanto, de acordo com Souza (2018), os blocos de concreto possuem as vantagens de serem melhores no requisito de desempenho acústico, mais resistentes, regulares em sua geometria e encontrados facilmente na região sul de Santa Catarina. Por estes motivos definiu-se por pesquisar as modulações da alvenaria provenientes das famílias dos blocos de concreto da família 14 cm e seus componentes, ilustrados na Figura 2.

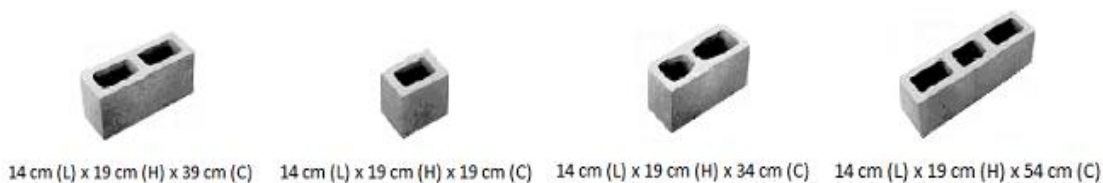


Figura 2 - Tipologia dos blocos utilizados no projeto modelo (Fonte: FK comércio).

Presente no código de obras da cidade de Criciúma, inserido na Lei N° 2847, de 27 de maio de 1993, ao multiplicar a fração de 1/6 pela área dos ambientes de permanência prolongada (dormitórios e sala) e 1/12 pela área dos ambientes de permanência transitória (cozinha e banheiro), obtém-se as áreas mínimas de ventilação e iluminação. Para atender o desempenho mínimo de ventilação e iluminação, conforme a NBR 15575/2013, é necessário que as aberturas tenham 7% e 12% da área dos ambientes de permanência prolongada, de ventilação e iluminação, respectivamente.

No que diz respeito às esquadrias, dentre as tipologias e materiais disponíveis, definiu-se pesquisar a tipologia de maior emprego nas HIS, sendo as quais aço e alumínio. Para os

quartos, definiu-se a janela de correr de 2 folhas, para a sala/cozinha, optou-se por uma porta janela protegida por um brise na área externa do edifício. No banheiro, a escolha realizada foi pela janela maxim ar.



Porta janela de correr de 2 folhas



Janela de correr de 2 folhas



Janela Maxim ar

Figura 3 - tipologias de janelas utilizadas no projeto modelo

O projeto modelo trata-se de um empreendimento composto por um bloco de três pavimentos, com quatro unidades habitacionais por pavimento, totalizando assim 12 unidades habitacionais. A Figura 4 apresenta o projeto modelo adotado.

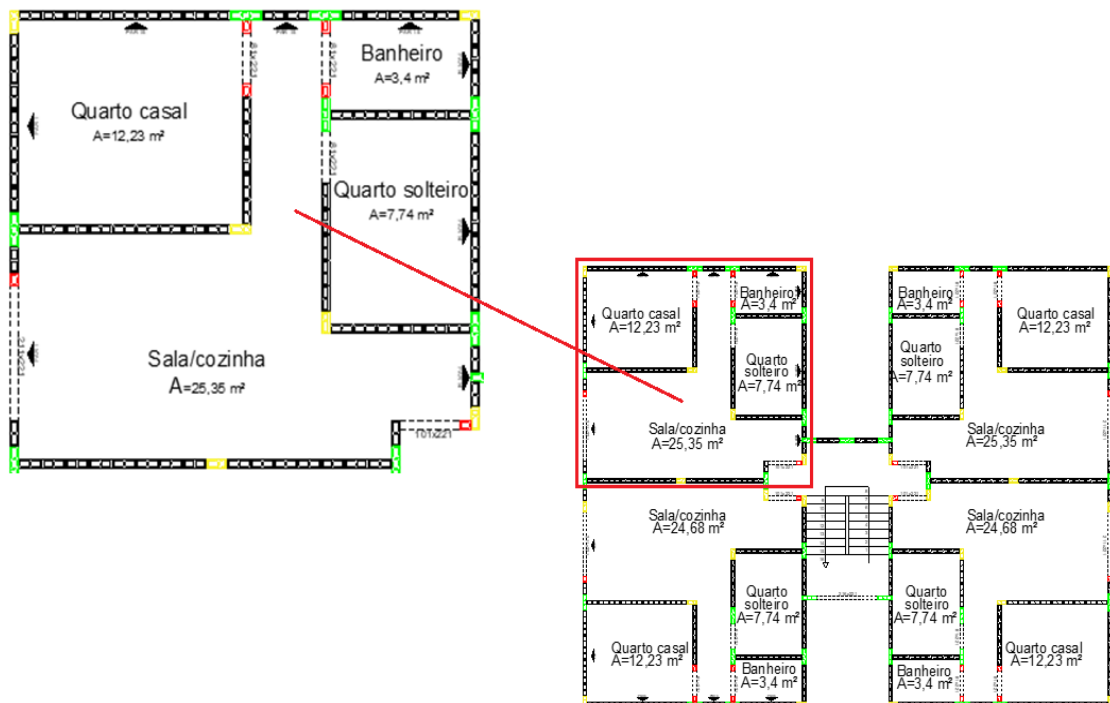


Figura 4 - Projeto modelo



A terceira etapa (ETP 3) foi dividida em 3 fases. A primeira fase (F1) consiste na obtenção dos possíveis vãos modulares livres da alvenaria, por meio de desenhos detalhados, tendo como referência os conceitos da coordenação modular. Já a segunda fase (F2) consiste em investigar os padrões dimensionais comercializados da tipologia “janela de correr de 2 folhas”, “portas janela”, “janela maxim ar” e verificar qual a dimensão ideal da esquadria para que a mesma seja colocada de forma a prevenir o surgimento de manifestações patológicas, devido à falta ou excesso de preenchimento do ajuste de coordenação. Por fim, a terceira fase (F3) refere-se à inserção das esquadrias com dimensões mais próximas às esquadrias com as medidas ideais e, posteriormente, realizar-se uma análise dos ajustes de coordenações, com o intuito de verificar se o mercado está oferecendo um produto compatível com as modulações do bloco de concreto da família 14 cm e suas derivações.

## Resultados e discussões

Para a obtenção das áreas mínimas dos ambientes do projeto modelo, foi elaborado a seguinte Tabela 1:

Tabela 1 - Áreas dos ambientes do projeto modelo

Ambiente	Áreas dos ambientes do projeto (m <sup>2</sup> )	Área mínima do ambiente código de obras (m <sup>2</sup> )	Áreas dos ambientes nbr 15575 (m <sup>2</sup> )
Banheiro	3,40	2,50	2,18
Sala/ cozinha	24,68	15,00	16,12
Quarto casal	12,23	9,00	8,16
Quarto solteiro	7,74	7,00	5,52

Os valores resultantes foram obtidos através da modulação do projeto modelo, com base nos critérios do código de obras da cidade de Criciúma e na NBR 15575. Na Tabela 1 é possível observar que, com a modulação dos ambientes, as áreas obtidas suprem as duas necessidades, tanto na questão do requisito de desempenho mínimo em função da área do ambiente para a NBR quanto na inscrição das circunferências mínimas necessárias para atender o código de obras.





Com a modulação dos blocos, durante o processo de criação do projeto modelo, foi possível obter apenas valores próximos das áreas mínimas solicitadas de cada cômodo. Para a obtenção das aberturas mínimas que atendem à norma e ao código de obras, utilizou-se de coeficientes dos dois requisitos, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 - Áreas de iluminação e ventilação com base no código de obras e NBR 15575/2013

Ambiente	Áreas dos ambientes do projeto (m <sup>2</sup> )	Área de ventilação (m <sup>2</sup> )	Área de iluminação (m <sup>2</sup> )	Ventilação NBR 15575	Iluminação NBR 15575
Banheiro	3,4	0,28	0,28	0,24	*não requerido
Cozinha	13,04	1,09	1,09	0,91	1,83
Sala	11,62	1,94	1,94	0,81	1,63
Quarto casal	12,23	2,04	2,04	0,86	1,71
Quarto solteiro	7,74	1,29	1,29	0,54	1,08

\*A NBR 15575 não requer desempenho mínimo lumínico para banheiros, corredores, escadas internas e garagens.

Ao realizar a multiplicação do coeficiente de 1/12 pela área do ambiente de permanência transitória (banheiro e cozinha) e 1/6 pela área dos ambientes de permanência prolongada (cozinha, quartos e sala), obteve-se as áreas mínimas de ventilação e iluminação que atendem aos requisitos do código de obras, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Para a obtenção dos resultados das áreas para atendimento à NBR 15575, em relação aos ambientes de permanência transitória, o desempenho lumínico não é requerido, porém, deve atender aos requisitos técnicos da NBR e atender também as condições mínimas da legislação local. Já para os cômodos de permanência prolongada, as aberturas devem ter 7% e 14% da área do ambiente, para ventilação e iluminação, respectivamente.

Diante dos resultados, percebe-se que os valores mais críticos para atendimento dos requisitos deram-se inteiramente pela metodologia do código de obras.

As esquadrias que se encaixam no vão modulado seguem medidas preferidas da ABAL (Associação Brasileira de Alumínio) e da AFEAÇO (Associação Nacional dos Fabricantes de Esquadrias de Aço), conforme demonstra a Tabela 3.





Tabela 3 – Áreas adotadas e tipologia das esquadrias utilizadas no projeto modelo

Ambiente	Áreas adotadas para atender a ventilação e iluminação (m <sup>2</sup> )	Tipo de esquadria
Banheiro	0,28	Janela maxim ar
Cozinha	4,11	Porta janela
Sala		
Quarto casal	2,04	Janela de correr 2 folhas
Quarto solteiro	1,29	Janela de correr 2 folhas

Para a verificação das dimensões ideais das janelas e portas janela, conforme se visualiza na Tabela 4, presente no manual técnico de modulação de vãos de esquadrias, elaborada por Lucini (2001), informa o procedimento de cálculo para obtenção dos vãos nominais e modulares das esquadrias:

Tabela 4 - Medidas modulares e medidas nominais das esquadrias

	Vão	Esquadria	Ajuste de coordenação
Medida modular (M)	nM	nM	
Medida nominal (cm)	nM + 1cm	nM - 5cm	1cm + 5cm = 6cm (3cm para cada lado)

A letra “n” significa a quantidade de módulos enquanto a letra M é a simbologia utilizada para indicar o módulo básico com valor padrão = 10cm. Portanto, para converter a medida nominal de uma janela de 60cm x 60cm para medidas modulares, a resultante é 6M x 6M.

Com as medidas dos vãos obtidos através da modulação, obtêm-se as medidas nominais do vão disponível e da esquadria ideal para encaixe neste vão. A Tabela 5 apresenta um exemplo da metodologia adotada.

Tabela 5 - Exemplo da metodologia adotada

Ambiente	Altura vão	Largura vão	Junta do bloco	Folga indicada entre esquadria e alvenaria	Medida da esquadria ideal
Banheiro	61 cm	61 cm	2 cm (1 para cada lado)	4cm (2 cm para cada lado)	61 - 2 - 4 = 55cm

Desta forma, fez-se para todas as esquadrias que constam no projeto modelo. A tabela 6 apresenta as medidas ideais para cada ambiente obtidas através da metodologia de Lucini (2001):



Tabela 6- Medidas modulares e nominais dos vãos e medidas ideais das esquadrias

Ambiente	Dimensões modulares do vão	Medidas nominais do vão	Medidas da esquadria ideal
Banheiro	6M X 6M	61 X 61	55 X 55
Cozinha	21M X 20M	211 X 201	205 X 195
Sala			
Quarto casal	12M X 18M	121 X 181	115 X 175
Quarto solteiro	12M X 12M	121 X 121	115 X 115

Ao realizar a pesquisa nos catálogos dos fornecedores associados a ABAL e a AFEAÇO que atendem aos requisitos da NBR 15575 quanto aos desempenhos de estanqueidade, acústico, térmico e estrutural, chegou-se nas medidas disponíveis, consideradas como preferidas para fabricação. Na Tabela 7 visualizam-se as dimensões de esquadrias preferidas pela ABAL e na Tabela 8 e 9, as dimensões preferidas conforme AFEAÇO:

Tabela 7- Medidas preferidas segundo ABAL

		Tipos de esquadrias															
		Janelas										Portas					
Altura nominal (cm)		40	50	60	70	75	80	100	120	135	140	160	210	215	217	218	220
	40	100	40	140	150	40	40	60	35	120	80	60	88	68	160	120	
	60	150	60			60	50	100		140	120	70		78	200	140	
	80		80			80	60	120			160	75		88	250	150	
	100		100			100	60	140				80		98		160	
	120		120			120	100	150				85				200	
	160		150			150	120	160				88				220	
Largura nominal (cm)	200		200			160	140	180				90				240	
						220	150	200				100					
							160	220				120					
							180	240				140					
							200					150					
							220					160					
												200					
											220						
											240						



Tabela 8 - Medidas preferidas de janelas segundo AFEAÇO

		Tipos de esquadrias									
		Janelas									
Altura nominal (cm)	30	40	50	60	80	100	120	140	150	200	
Larguras nominais (cm)	30	40	50	40	60	50	50	50	50	60	
		50	100	60	80	60	60	60	60	100	
		60	120	70	100	80	80	80	80	120	
		80	146	80	120	100	100			100	
		100	150	100		120	120			120	
				120		150	140				
			150		200	150					
			200			160					
						200					

Tabela 9 - Medidas preferidas de portas segundo AFEAÇO

		Tipos de esquadrias									
		Portas									
Altura nominal (cm)		180	200	210	212	214	215	216	217	220	238
Larguras nominais (cm)	240	85	60	65	150	61	75	65	75	250	
		240	70	75	160	65	85	67	80		
		250	80	78	200	68	88	75	85		
		260	120	85		71	150	77			
		300	140	88		75		80			
			150	120		77		83			
			200	150		78		84			
				163		81		85			
				200		83		87			
						85		88			
						87		100			
						88		118			
					99		119				
					120		120				
					140		140				
					150		145				
					160		150				
					200		151				
							160				
							180				
							200				

A partir das medidas apresentadas nas Tabelas 7, 8 e 9, foram definidas as medidas mais próximas e que atendessem aos requisitos das dimensões ideais, como demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10- Medidas ideais das esquadrias e medidas disponíveis no mercado

Ambiente	Área mínima adotada para o projeto	Medida do vão do projeto para suprir a área mínima	Medida ideal para esquadria	Dimensões disponíveis no mercado
Banheiro	0,28	61 x 61	55 x 55	50 x 50* 60 x 60
Cozinha				
Sala	4,11	221 x 211	215 x 205	210 x 200 200 x 140**
Quarto casal	2,04	121 x 181	115 x 175	100 x 160** 120 x 180*
Quarto solteiro	1,29	121 x 121	115 x 115	120 x 120 100 x 100

\*medida preferida da esquadria em aço

\*\*medida preferida da esquadria em alumínio

Como pode ser observado na Tabela 10, tradicionalmente não são encontradas esquadrias pré-prontas que atendam os vãos modulares do bloco de concreto da família 14 e as esquadrias com as medidas preferidas da ABAL e da AFEAÇO não possuem a mesma preferência de medida, contudo, foi selecionada uma esquadria com as medidas superiores e outra com as medidas inferiores ao ideal para início das análises.

Para o ambiente do banheiro, a janela ideal é de 55cm x 55cm, no entanto, as dimensões mais próximas que estão disponíveis no mercado são de 50cm x 50cm e 60cm x 60cm. Já para o cômodo do quarto de solteiro, a janela ideal é de 115cm x 115cm, contudo, as disponibilidades no mercado são de 100cm x 100cm e 120cm x 120cm.

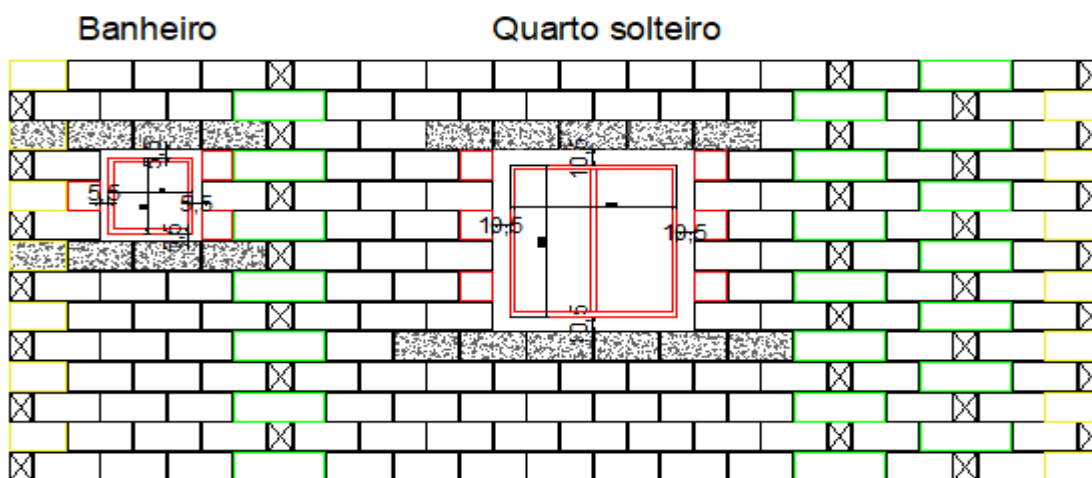


Figura 4 – Inserção esquadria 50cm x 50cm e 100cm x 100cm

Ao inserir a janela de 50 x 50 no vão modular 61 x 61 e 100 x 100 no vão 121cm x 121, conforme ilustrado na figura 4, é possível verificar que não há o cumprimento dos requisitos mínimos de iluminação e ventilação exigidos pela NBR 15575 devido a redução do tamanho da janela. É visto também que a folga perimetral existente entre alvenaria e esquadria é maior que a necessária, sendo 5,5cm para cada lado na janela 50 x 50 e 10,5cm para cada lado na janela 100 x 100, o que foge ao recomendado por Lucini (2001), cujo ajuste perimetral é de 3cm.

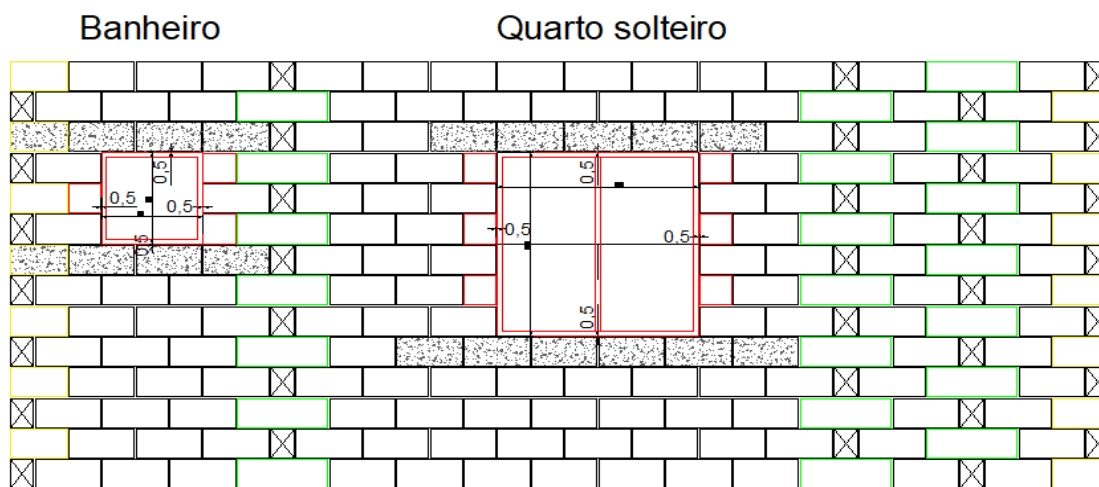


Figura 5 – Inserção esquadrias 60cm x 60cm e 120cm x 120cm

Ao inserir a esquadria de 60 x 60 e 120 x 120 no vão de 61 x 61 e 121 x 121, respectivamente, como demonstrado na figura 5, sobram apenas 0,5cm em relação aos vãos modulados. Desta forma, não há preenchimentos com as juntas de no mínimo 1cm, além de não haver espaço para a trabalhabilidade da esquadria gerando possíveis pontos críticos de falhas construtivas.

De acordo com Moch (2009), 24% das manifestações patológicas em edificações de alvenaria estrutural estão ligadas a interface esquadria/alvenaria, o que indica uma região problemática e que necessita de mais atenção, visto que pode comprometer não somente a estética, a habitabilidade e a estrutura da própria alvenaria.

Em relação ao ambiente sala/cozinha, a esquadria ideal é 205 x 195 (cm), no entanto, encontra-se disponível para compra as portas com as medidas 210 x 200 e 200 x 140. Já para o ambiente quarto de casal, a esquadria ideal é 115 x 175(cm), mas encontram-se disponível para compra as janelas com as medidas 100 x 160 (cm) e 120 x 180 (cm).

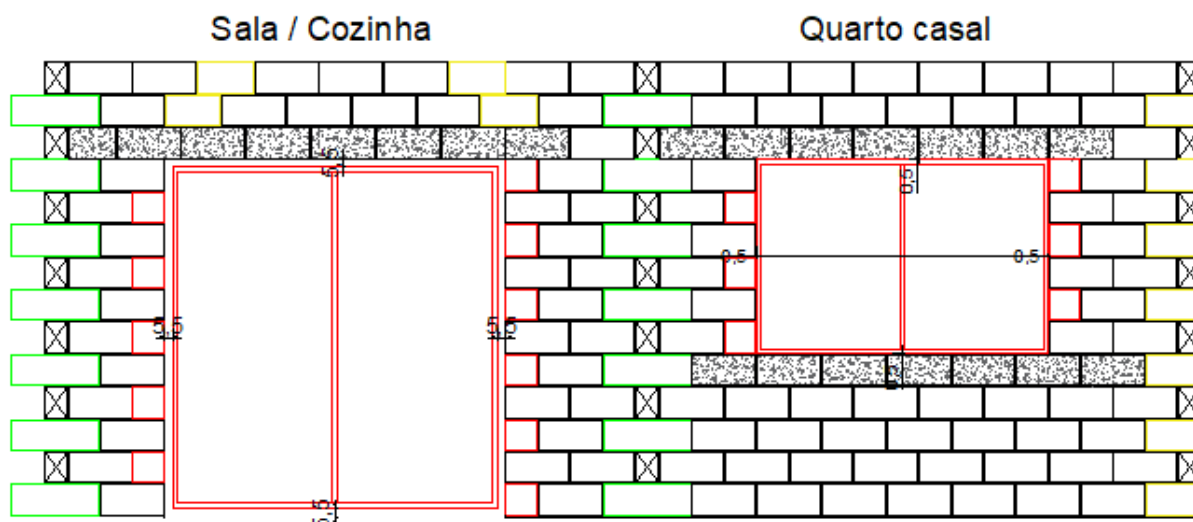


Figura 6 – Inserção esquadrias 200cm x 210cm e 120cm x 180cm

Ao inserir a porta/janela de 210cm x 200cm no vão de 221cm x 211cm e a janela de 120 x 180 no vão de 121cm x 181cm, ilustrado na figura 6, a folga perimetral excede e carece em 2,5cm para a porta/janela e janela, respectivamente, ao indicado por Lucini (2001). A inserção de contravergas e vergas com espessura maior ou menor que o bloco canaleta auxilia na correção da altura da modulação em ambos os casos, entretanto, a modulação horizontal ainda permanece falha para a aceitação da esquadria pré-fabricada.

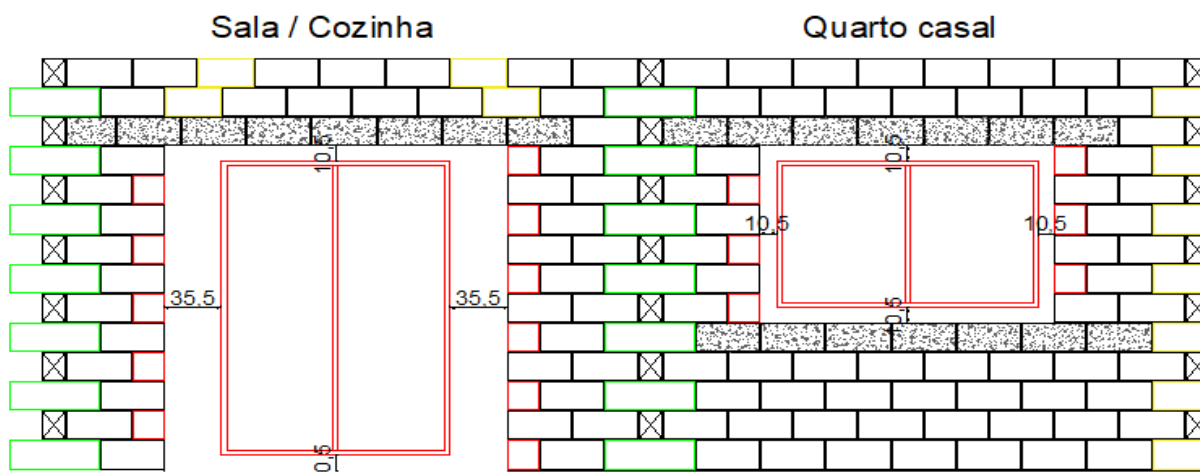


Figura 7 – Inserção esquadrias 140cm x 200cm e 100cm x 160cm

Ao inserir a porta/janela de 140 x 200, conforme ilustrado na figura 7, obteve-se o ajuste de coordenação de 10,5cm para as alturas e 35,5cm para as laterais. As folgas ainda permanecem em relação ao indicado, cabendo blocos derivados da família 14, como



demonstrado na Figura 2. Já para a esquadria de 100 x 160, a folga na modulação vertical e horizontal excedeu em 7,5cm, além de não atingir a iluminação e ventilação mínima exigida para este projeto.

Para simplificar o entendimento dos resultados obtidos através das análises das inserções, a Tabela 11 traz todas as medidas:

Tabela 11 - resumo das inserções das esquadrias nos vãos modulares

Ambiente	Esquadrias	Ajuste de coordenação vertical	Ajuste de coordenação horizontal	Ajuste de coordenação
Banheiro	50cm x 50cm	5,5	5,5	Janelas com dimensões menores ao requerido pelo projeto e não atendimento aos requisitos de ventilação e iluminação
	60cm x 60cm	0,5	0,5	Falta de ajuste de coordenação, comprometendo a trabalhabilidade e estrutura
Sala/cozinha	210cm x 200cm	5,5	5,5	Janelas com dimensões menores ao requerido pelo projeto e não atendimento aos requisitos de ventilação e iluminação
	200cm x 140cm	10,5	35,5	Necessidade de nova modulação dos blocos
Quarto casal	100cm x 160cm	10,5	10,5	Janelas com dimensões menores ao requerido pelo projeto e não atendimento aos requisitos de ventilação e iluminação
	120cm x 180cm	0,5	0,5	Falta de ajuste de coordenação, comprometendo a trabalhabilidade e estrutura
Quarto solteiro	120cm x 120cm	0,5	0,5	Falta de ajuste de coordenação, comprometendo a trabalhabilidade e estrutura
	100cm x 100cm	10,5	10,5	Janelas com dimensões menores ao requerido pelo projeto e não atendimento aos requisitos de ventilação e iluminação

## Conclusão

Ao implementar esquadrias de ciclo aberto na vedação, há uma grande contribuição na produtividade por se tratar de peças prontas e disponíveis para compra na grande maioria dos fornecedores, mas ao longo deste artigo foi possível verificar que a falta de adequações dos fornecedores em relação aos vãos obtidos pela modulação do bloco de concreto da família 14, acarreta em diversos problemas de desempenho lumínico e de ventilação, arquitetônico, além de não prevenir surgimento das manifestações patológicas na interface esquadria e alvenaria.





Uma das possibilidades para adequações das esquadrias nos vãos, seria a retirada de medidas in loco para que fosse obedecido o ajuste de coordenação de 6cm (3cm para cada lado), entretanto, a produção individual de cada esquadria infringe os princípios da alvenaria estrutural que visa a racionalização de processos por meio dos pré-fabricados. Desta forma, é necessário que os fornecedores realizem as adequações para atendimentos não só dos vãos obtidos através da modulação do projeto de alvenaria estrutural, mas também para que sejam atendidos os requisitos mínimos de iluminação e ventilação de forma a atender a norma de desempenho NBR 15575/2013.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB-25R**: Modulação das Construções. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 1950.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873:2010**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

BARBOZA, A. S. R. B. *et al.* **Coordenação Modular e Conectividade Aplicada à Alvenaria de Blocos em Alternativas Tipológicas de Habitação de Interesse Social no Nordeste do Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Antac, 2008. 1 CD-ROM.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Em 10 anos, 'Minha Casa, Vida Vida' impacta déficit e promove desenvolvimento social**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/em-10-anos-minha-casa-vida-vida-impacta-deficit-e-promove-desenvolvimento-social/>>. Acesso em: 9 jul. 2019

COSTA, Wilson Jose Vieira da et al. **Processos produtivos na construção civil: Otimização Do Processo De Reboco De Fachada Em Edificação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Enegep/abepro, 2014. p. 1 - 18. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_195\\_101\\_25756.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_101_25756.pdf)>. Acesso em: 4 ago. 2019.

ESPER, Mário William. **Norma de coordenação modular entra em vigor e permite racionalizar processos construtivos**. Brasília: Cbic, 2010. Disponível em: <[https://cbic.org.br/en\\_US/norma-de-coordenacao-modular-entra-em-vigor-e-permite-racionalizar-processos-construtivos/](https://cbic.org.br/en_US/norma-de-coordenacao-modular-entra-em-vigor-e-permite-racionalizar-processos-construtivos/)>. Acesso em: 23 abr. 2019.



FURLETTI, Daniel Ítalo Richard; VASCONCELOS, Ieda Maria Pereira; MENDES, Luis Fernando Melo (Ed.). **A Construção Civil pode dar um novo ânimo à economia**. 2018. CBIC. Disponível em: <<https://cbic.org.br/a-construcao-civil-pode-dar-um-novo-animo-a-economia-2/>>. Acesso em: 07 maio 2019.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil**: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007. (Coleção Habitare, 9).

LUCINI, H. C. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias**. São Paulo: Pini, 2001.

MARTINS, José Carlos Rodrigues et al. **Esquadrias Para Edificações, Desempenho E Aplicações**: Orientações Para Especificação, Aquisição, Instalação E Manutenção. Brasília: Cbic, 2017. 184 p. Disponível em: <[https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia\\_de\\_Esquadrias\\_para\\_Edificacoes\\_2017.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_de_Esquadrias_para_Edificacoes_2017.pdf)>. Acesso em: 7 abr. 2019.

MOCH, Tiago. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno: análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções**. 2009. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos**: projeto, execução e controle. São Paulo: O Nome da Rosa, 2010. 238 p.  
SILVA, M. S.; ABRANTES, V. **Patologia em Paredes de Alvenaria**: causas e soluções. Seminário sobre Paredes de Alvenaria, Lisboa: 2007. Anais...

RODRIGUES, Mariuza (Ed.). **Números do desperdício**. 2001. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx>>. Acesso em: 18 maio 2019.

SANTA CATARINA (Município). Lei nº 2847, de 27 de maio de 1993. **Código de Obras do Município de Criciúma**. 1. ed. Criciúma, SC. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-criciuma-sc>>. Acesso em: 12 mar. 2019

SILVA, J. Mendes da; ABRANTES, Vitor. **Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções**. In: SEMINÁRIO SOBRE PAREDES DE ALVENARIA, 1., 2007, Porto. Seminário. Porto: 2007. p. 1 - 20. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Vitor\\_Abrantes/publication/240629159\\_PATOLOGIA\\_EM\\_PAREDES\\_DE\\_ALVENARIA\\_CAUSAS\\_E\\_SOLUCOES/links/573c72cf08aea45ee8419065.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vitor_Abrantes/publication/240629159_PATOLOGIA_EM_PAREDES_DE_ALVENARIA_CAUSAS_E_SOLUCOES/links/573c72cf08aea45ee8419065.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2019.

SOUZA, Roberto. **Bloco cerâmico ou de concreto?**: Conheça as características, vantagens e desvantagens de cada tipo de bloco. 2018. Mapa da obra. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/bloco-ceramico-ou-de-concreto/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.



TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. 1. ed. São Paulo. Editora Pini. 2010

VIEIRA, Helio Flavio; **Logística aplicada à construção civil**: Como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo. Editora Pini. 2007