



## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

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

# DIRETRIZES PARA PADRONIZAÇÃO DIMENSIONAL DE PORTAS UTILIZANDO OS CONCEITOS DA COORDENAÇÃO MODULAR<sup>1</sup>

JOAZEIRO, Fernanda (1); BARBOZA, Aline (2)

(1) UFAL, email: fernandajoazeiro@hotmail.com; (2) UFAL, email: aline@lccv.ufal.br

### RESUMO

A coordenação modular estabelece num contexto de dimensão e espaço, a ordenação eficiente dos componentes de uma construção. Diante disso, com vistas a aprimorar o processo de conectividade entre porta e alvenaria, esse trabalho tem como objetivo estabelecer diretrizes para padronização dimensional de portas, considerando os princípios da coordenação modular. Para o desenvolvimento do trabalho buscou-se inicialmente detalhar os princípios da coordenação modular e em seguida fazer um levantamento de dados sobre portas produzidas e comercializadas na cidade de Maceió – Alagoas. Todas as portas levantadas foram catalogadas e analisadas, para que fosse elaborada uma diretriz de industrialização aberta, estabelecendo uma padronização que possibilitasse a permutabilidade e multiplicidade do componente porta em diferentes edificações. A diretriz considera que as dimensões de largura e altura do vão devem ser coordenadas modularmente, e para isso cada fabricante deve estabelecer as dimensões do marco, da folha e da folga para instalação. Os projetistas devem especificar a dimensão do contrapiso e a solução de piso que melhor se adequem à obra e assim dimensionar, como elementos acessórios, o alizar e a boneca do componente porta.

**Palavras-chave:** Coordenação Modular. Conectividade. Diretriz de Padronização Dimensional. Portas.

### ABSTRACT

The modular coordination establishes a efficient context of dimension and space to organize components in a building. Therefore, to improve an optimized connectivity process between door and masonry, this work aims to establish guidelines for dimensional standardization of doors, considering the modular coordination principles. Beside this modular coordination principles was detailed and it was carried out on a survey data from produced and marketed doors in Maceió - Alagoas. All the data doors had been cataloged and analyzed, to draw up an open industrialization politic, which would enable the interchangeability and multiple port component into different buildings. The guideline considers that the doorway dimensions should be modularly coordinated, and each manufacturer should establish the door frame and supplementary equipment which concerns to the installation. Designers must specify the subfloor and finishing floor thickness that best fits the supplementary door equipment.

**Keywords:** Modular coordination. Connectivity. Guidelines dimensional standartization. Doors.

---

<sup>1</sup> JOAZEIRO, Fernanda; BARBOZA, Aline. Diretrizes para padronização dimensional de portas utilizando os conceitos da coordenação modular In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

A coordenação modular é um conceito de dimensão e espaço, no qual os componentes da edificação são dimensionados e posicionados de acordo com uma unidade básica, o módulo. O completo benefício da industrialização só pode ser atingido por meio da padronização. Por sua vez nenhuma padronização efetiva pode ser atingida sem a coordenação dimensional (Farhana et al., 2015, p.1). O uso da coordenação modular é influenciado diretamente pela necessidade do setor produtivo por velocidade de construção, qualidade, benefícios advindos da produção em escala assim como por uma necessidade específica do produto. Tais benefícios podem ser quantificados numa avaliação holística do custo em relação a alternativas tradicionais. (ROGAN; LAWSON; BATES-BRKLJAC, 2000, p.1).

No contexto de se buscar um processo otimizado, esse trabalho tem como objetivo estabelecer diretrizes para padronização dimensional de portas, considerando como componente básico do módulo o bloco normalmente empregado na execução da alvenaria estrutural, e os princípios da coordenação modular.

Para desenvolvimento do trabalho buscou-se inicialmente conceituar o que é a coordenação modular e o componente modular e em seguida realizou-se uma pesquisa sobre as portas produzidas e comercializadas na cidade de Maceió – Alagoas. As amostras de portas foram cadastradas e analisadas, verificando-se a compatibilidade geométrico-dimensional, associativa e funcional, não só do componente porta, mas de todos os elementos que influenciam a dimensão do vão no qual será instalada a porta.

## 2 COORDENAÇÃO MODULAR

A coordenação modular é um instrumento que visa promover a compatibilidade dimensional de medidas na indústria da construção civil.

Coordenação modular é a coordenação dimensional mediante o emprego de um módulo básico ou de um multimódulo. O módulo básico é a menor unidade de medida linear da coordenação modular, representado pela letra M, cujo valor normalizado é  $M = 100 \text{ mm}$  (ABNT NBR 15.873:2010, p.1).

Seu principal objetivo é reunir os diferentes setores da indústria da construção civil em torno de uma unidade dimensional padrão determinada pelo módulo e juntos interagirem no processo de montagem de um edifício. A coordenação modular torna-se importante ferramenta para a qualidade do projeto e construção, colaborando para a melhoria do desempenho e para a redução do custo (ANDRADE, 2000, p.15).

O sistema de referência e o quadriculado modular são utilizados tanto para projetar componentes ou edificações quanto na execução da obra. Neste momento é pensada a relação entre componentes adjacentes, dando a exata correspondência entre as medidas nominais dos vãos ou componentes (MASCARÓ 1976, apud GREVEN; BALDOLF, 2007).

No sistema modular de medidas além do módulo básico (10cm) são utilizados também multi-módulos e submódulos. Os submódulos são indicados somente para componentes que obrigatoriamente possuem medidas inferiores ao módulo, por exemplo espessura de painéis, perfis e alguns tubos. Para resolver essa situação propõe-se a utilização de M/2 (5 cm), M/4 (2,5 cm) e M/8 (1,25 cm). O uso indiscriminado de submódulos geram aumento na variedade dimensional contrariando os princípios da padronização de dimensões da coordenação modular (ROSSO 1976, apud GREVEM; BALDALF, 2007).

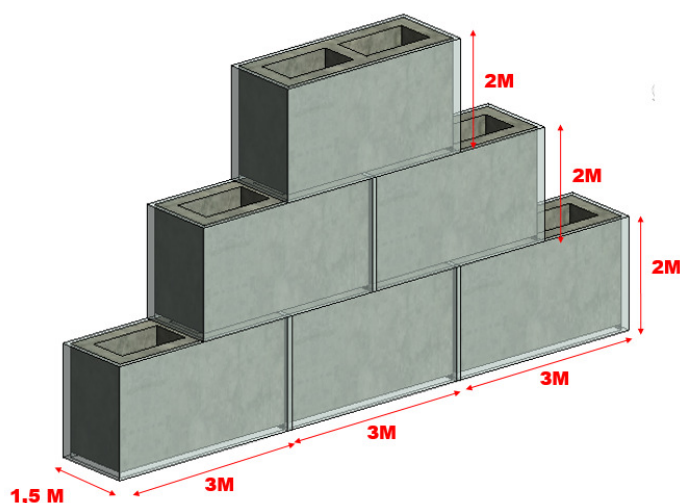
## 2.1 Componente Modular

Medida modular é a medida igual a um módulo básico ou a multimódulos, incluindo a dimensão do componente (dimensão nominal do objeto), suas tolerâncias de fabricação e sua folga perimetral para instalação (ajuste de coordenação do objeto). Somando-se a dimensão nominal do objeto com o ajuste de coordenação do objeto tem-se o espaço de coordenação do objeto. Desta forma garante-se que cada componente tenha o espaço necessário para instalação, sem invadir a medida modular de outro componente (LUCINI, 2001).

Para definição do ajuste de coordenação é necessário que o fabricante calcule quais serão as deformações mecânicas, térmicas ou por umidade, as perdas e acréscimos consequentes do processo de fabricação, e ainda que conheça o processo, os materiais e as dimensões necessárias para a instalação do componente.

Como exemplo, pode-se observar o bloco de alvenaria estrutural normatizado onde sua dimensão nominal é 29 x 14 x 19 cm. Seu ajuste de coordenação engloba as tolerâncias dimensionais permitidas  $\pm 2$  mm na largura,  $\pm 3$  mm na altura e no comprimento para a fabricação do bloco e ainda considera a argamassa de assentamento com espessura de 10 mm ( $\pm 3$  mm) para aplicação. O espaço de coordenação do objeto no caso deste componente é 30 x 20 x 15 cm sendo a sua medida modular 3M x 2M x 1,5M (Figura 1) (ABNT NBR 15.961-2:2011, p. 14).

Figura 1: Medida Modular - 3M x 2M x 1,5M



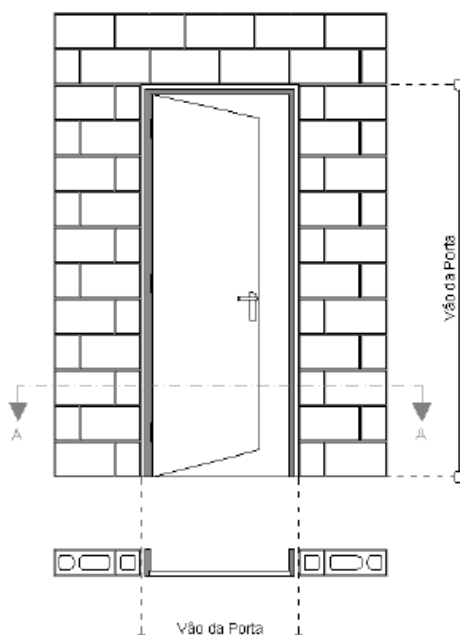
Fonte: Autor (2015)

Nas planta baixa e elevações utilizadas na alvenaria estrutural todos os componentes devem ser locados sem que um interfira na locação do outro.

### 3 COMPONENTE PORTA

Porta é o componente construtivo cuja função principal é permitir ou impedir a passagem de pessoas, animais e objetos entre espaços ou ambientes. Os principais componentes da porta são: marco ou caixa da porta, folha da porta, alizar e ferragens. Pode ser fornecida montada de fábrica, kit porta ou porta pronta. O vão da porta refere-se a "abertura na parede destinada a instalação da porta" (Figura 2) (ABNT NBR 15.930-1:2011p.1).

Figura 2: Vão da Porta



Fonte: GRABARZ (2013)

A norma NBR 15.930-2:2011 faz referência às medidas das folhas das portas e especifica as dimensões de altura, largura e espessura, diferenciando portas internas e externas de acordo com a massa: leve, médio, pesado e superpesado (Tabela 1 e Tabela 2). Estabelece ainda dimensionamento e tolerância para os vãos das portas para os padrões: leve, médio, pesado e superpesado (Tabela 3).

Tabela 1: Padronização das dimensões das folhas das portas internas de acordo com a massa

Dimensão das folhas das portas internas para os padrões (cm)			
Descrição	Leve De 6 a 10 Kg/m³	Médio De 10 a 20 Kg/m³	Pesado De 20 a 30 kg/m³
Altura	210	210	210 240
Largura	60 70 80 90	60 70 80 90	60 70 80 90
Espessura	3,5	3,5 4,0	4,0 4,5

Fonte: ABNT NBR 15.930-2:2011

Tabela 2: Padronização das dimensões das folhas das portas de entrada e externas

Dimensão das folhas das portas de entrada e externas para os padrões (cm)				
Descrição	Leve De 6 a 10 Kg/m³	Médio De 10 a 20 Kg/m³	Pesado De 20 a 30 Kg/m³	Superpesado > 30Kg/m³
Altura	210	210	210 240	210 240
Largura	80 90	80 90 100 110	80 90 100 110	80 90 100 110
Espessura	3,5	3,5 4,0	4,0 4,5	4,5

Fonte: ABNT NBR 15.930-2:2011

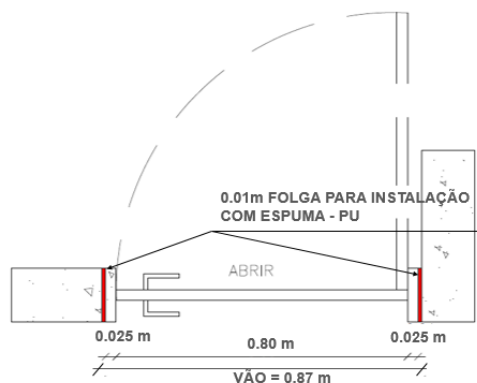
Tabela 3: Dimensionamento e tolerância dos vãos das portas fixadas com espuma PU, onde L = largura e H = altura

Dimensionamento e tolerância dos vãos das portas para os padrões (cm)				
Descrição	Leve 6 a 10 Kg/m³	Médio 10 a 20 Kg/m³	Pesado 20 a 30 Kg/m³	Superpesado > 30Kg/m³
Largura do vão	L + 7	L + 8	L + 9	L + 10
Altura do vão	H + 4	H + 4,5	H + 4,5	H + 5
Tolerância do vão da porta	± 1			

Fonte: ABNT NBR 15.930-2:2011

Nas tabelas pode-se observar que a norma especifica medidas decimais de largura para as folhas. Porém, para a coordenação modular não importa que parte do componente possua dimensões decimais, mas sim que o componente instalado, considerando o ajuste de coordenação, tenha dimensões decimais (Lucini, 2001). Como exemplo, pode-se ver na Figura 3, uma porta de massa leve com largura da folha de 0.80 m, caixa com espessura de 0.025 m e folga para instalação de 0.01 m conforme especifica a norma ( $L + 7\text{cm}$ ), Tabela 3.

Figura 3: Desenho com dimensões do vão de acordo com a Norma 15.930-2:2011



Fonte: Autor (2015)

Quando a norma especifica que a folha tem dimensão de largura decimétrica e que soma-se a 7, 8 ou 9 cm de acordo com os padrões levando em consideração somente a massa nenhum vão de largura relacionado com estas medidas será decimétrico. Somente quando especifica ( $L+10\text{cm}$ ) o vão será decimétrico, porém esse valor é considerado para as portas superpesadas que são pouco utilizadas.

Analisando também as dimensões especificadas para a altura (210 e 240 cm) somados a 4 e 4,5 também não se obtém valores deciméticos. Somente quando a norma especifica ( $H+5$ ) pode-se chegar a um vão coordenado, porém também só é empregado em portas superpesadas que são pouco utilizadas.

#### 4 AVALIAÇÃO DAS PORTAS NA CIDADE DE MACEIÓ, ALAGOAS

Para a elaboração desta pesquisa foi feito um levantamento dimensional e dos procedimentos de instalação dos diversos tipos de porta produzidos e vendidos pelos principais fabricantes e fornecedores da cidade de Maceió/AL. Foram verificados as especificações adotadas pelos diferentes fabricantes para diferentes tipologias (giro, correr e pivotante), diferentes formas de instalação (chumbada, espumada e parafusada), diferentes materiais (madeira, alumínio e pvc) e diferentes dimensões. Os dados cadastrados de cada porta foram: dimensões de largura, altura, marco e folga para instalação. Todas as informações foram tabuladas e com os dados foi possível estabelecer os vãos necessários para a instalação de cada componente considerando os conceitos de coordenação modular e

as normas aplicáveis à alvenaria estrutural. No total foram cadastradas 13 diferentes fábricas, com um total de 471 portas.

Segundo a ABNT NBR 15873:2010 p. 1, componente modular é definido como "componente construtivo cujas medidas de coordenação são modulares".

Com base nos estudos acerca da utilização da malha modular e das definições de componente modular, foi possível estabelecer parâmetros para classificar os componentes estudados de acordo com a coordenação modular e o módulo básico.

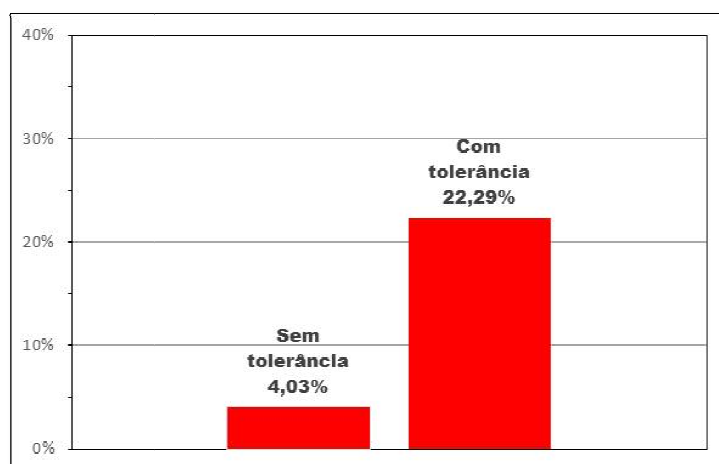
Grabarz, 2013, p.138, destaca a importância do contrapiso e da solução de piso adotada no cálculo do vão necessário para instalação da porta. A autora classifica o contrapiso como um elemento complexo para o dimensionamento de vãos de portas, uma vez que pode apresentar variações dimensionais.

Segundo Souza, 2007, p.1, o contrapiso pode ter de 2 cm a 7,8 cm de espessura. Barros e Sabbatini, 1991, p.18, recomendam a utilização de até 6 cm, e apontam que acima disso é uma espessura elevada, favorável ao desperdício.

Como foram consideradas diferentes formas de instalação e para cada forma existe um ajuste de coordenação foi adotada uma tolerância de  $\pm 1$  cm na dimensão final dos vãos sendo 0.5 cm de cada lado.

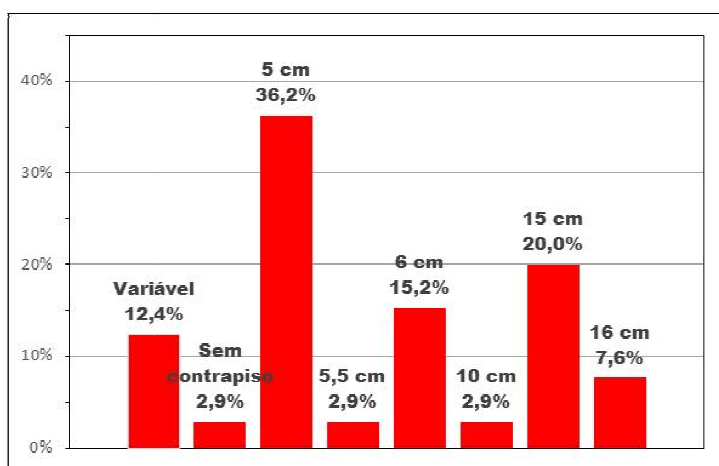
O Gráfico 1 mostra que apenas 4% das portas que estão no mercado são modulares. Se considerada a tolerância de 1 cm nos vãos, essa porcentagem sobe para 22,29%. Outra característica analisada foi a relação entre o contrapiso e solução de piso e os vãos de portas modulares. Avaliando este critério, pode-se identificar a espessura necessária do contrapiso e solução de piso para que o vão de instalação torne-se modular, de acordo com uma modulação de altura de 20 em 20 cm (altura do bloco). Utilizando os critérios de Souza, 2007, p1, mais de 33% das portas mostradas no Gráfico 2 são inviáveis para utilização. Pôde-se constatar também que 27,6% das portas necessitariam de uma espessura de contrapiso mais solução de piso que poderia chegar a quase o dobro da proposta pelo autor. Porém, levando em consideração as recomendações de Barros e Sabbatini, 1991, p18, obtêm-se que 69,5% das portas com vãos modulares cadastradas estão na faixa de contrapiso e solução de piso ideal.

Gráfico 1: Porcentagem de portas modulares sem/com tolerância



Fonte: Autor (2015)

Gráfico 2: Espessura do contrapiso e solução de piso das portas com vão modular



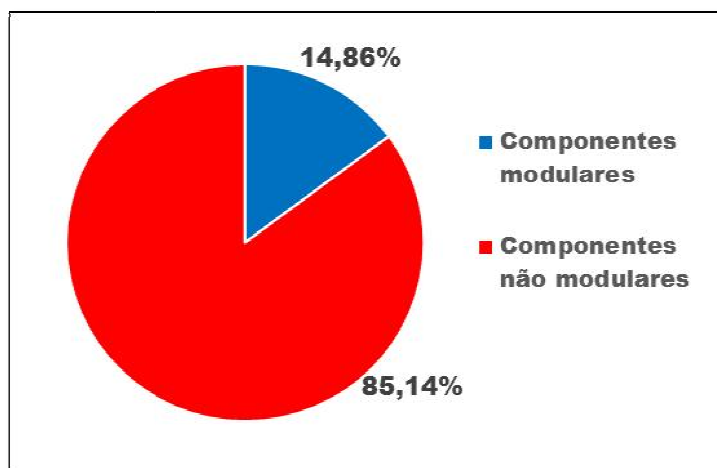
Fonte: Autor (2015)

Levando em consideração a espessura de contrapiso mais solução de piso propostas por Souza, 2007, p.1 e também de Barros e Sabbatini, 1991, p.18, pode-se perceber que o contrapiso mais a solução de piso é uma variante e não se pode chegar a uma dimensão fixa. Diante disso foi estabelecido como ideal o limite inferior de 2 cm e o superior de 6 cm que é a interseção entre as medidas propostas pelos dois autores.

O Gráfico 3 mostra o resultado final da caracterização dos componentes cadastrados, se estão ou não de acordo com os princípios da coordenação modular.



Gráfico 3: Porcentagem de componentes modulares com espessura de contrapiso mais solução de piso adotada em relação a todos os componentes cadastrados.



Fonte: Autor (2015)

Portanto, de todos os 471 componentes inicialmente cadastrados, apenas 14,86% apresentaram dimensões de acordo com os conceitos da coordenação modular, quando levado em conta os critérios apresentados.

O problema das portas não serem um componente modular é que suas dimensões não são compatíveis com as dos componentes vizinhos, que são usualmente os blocos, com isso muitas vezes é necessário cortes e adaptações para instalá-las, gerando desperdício de tempo, de materiais e aumento do custo em discondância com o que cita Andrade, 2000.

## 5 PROPOSTA DE DIMENSÕES PARA PORTAS DE GIRO MODULARES

Diante do exposto fica claro a necessidade urgente de se utilizar portas modulares com dimensões decimétricas padronizadas, considerando:

- As dimensões nominais da porta;
- O ajuste de coordenação com tolerâncias de fabricação (deformações mecânicas, térmicas ou por umidade, as perdas e acréscimos consequentes do processo de fabricação) e folga para instalação (chumbada, parafusada ou com espuma de Poliuretano – PU).

As diretrizes ora propostas para a padronização dimensional de portas limitaram-se a porta de madeira por ser a única que possui normatização de dimensão. Partiu-se do kit porta pronta de madeira, visto que o mesmo já vem com todos os componentes da porta (folha, caixa da porta, alizares, dobradiças) montados de fábrica e de acordo com as recomendações prescritas na ABNT NBR 15.930-1:2011. Na instalação do kit porta pronta é recomendado 1 cm de folga, fixação definitiva com espuma de PU e que o piso e o teto já estejam acabados.

Ressalta-se que com o objetivo de se buscar um processo otimizado e estabelecer diretrizes para padronização dimensional de portas o bloco

normalmente empregado na execução da alvenaria estrutural foi considerando como o componente básico do módulo.

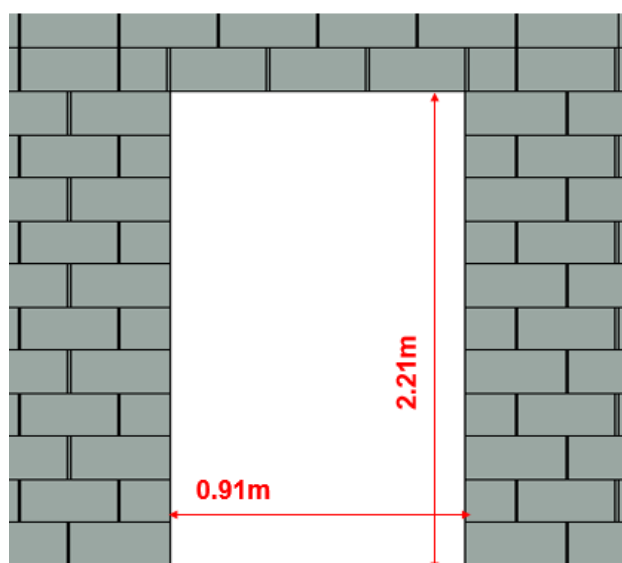
Para exemplificação foi utilizada a porta de madeira de 0.80 m com abertura de giro, por ser a mais utilizada em edificações, porém as diretrizes podem ser aplicadas a qualquer tipologia, dimensão e material.

### 5.1 Elementos que Influenciam o Vão da Porta

De acordo com os conceitos da coordenação modular a medida de coordenação do objeto deve ser decimétrica (10 cm). Como o vão da porta é feito na parede e sobre o piso, faz-se necessário considerar os componentes para calcular o espaço de coordenação da porta conforme cita Lucini, 2001.

Os blocos estruturais mais utilizados são os da família 29 x 19 x 14 cm e os da família 39 x 19 x 14 cm, de acordo com a NBR 15.961-2:2011, p. 14 a espessura de argamassa de assentamento é de 10 mm com tolerância de +/- 3 mm as medidas modulares são 3M x 2M e 2M x 2M respectivamente. Na Figura 4 pode-se observar que após o assentamento dos blocos o vão que se obtém é de 0.91 x 2.21 m em função da espessura da argamassa.

Figura 4: Vão da Porta



Fonte: Autor (2015)

Por ser a porta um componente pré fabricado foi pertinente utilizar a norma ABNT NBR 9062:2005, p. 6, determina que as dimensões dos elementos devem ser fixadas levando em conta as tolerâncias globais compatíveis com o processo construtivo.

A espessura de contrapiso somada à solução de piso, adotada como ideal, está entre 2 cm e 6 cm que é a interseção entre as medidas propostas pelos autores Souza, 2007 e Barros e Sabbatini, 1991, conforme explicitado anteriormente.

### 5.1.1 Parâmetro Largura

As dimensões mais utilizadas em portas de giro são 0.60, 0.70, 0.80, 0.90 e 1.00 m. O objetivo não é alterar as medidas habituais, porém adequá-las. Atualmente estas medidas são medidas nominais da folha da porta, que com a adequação passarão a ser o espaço de coordenação do objeto.

Com isso, o projetista terá maior facilidade em especificar o vão no projeto, pois independente da porta ser leve, média, pesada ou superpesada, ter caixa de 0.045, 0.04, 0.03 ou 0,025 o vão especificado será o mesmo, o que vai variar é a dimensão nominal da folha da porta. Os fabricantes deverão adequar as dimensões da folha de acordo com a espessura de seus componentes.

Quando o fabricante, o projetista, o construtor ou o cliente final solicitarem uma porta de 0.90 m, estarão falando do vão e não da folha da porta.

### 5.1.2 Parâmetro Altura

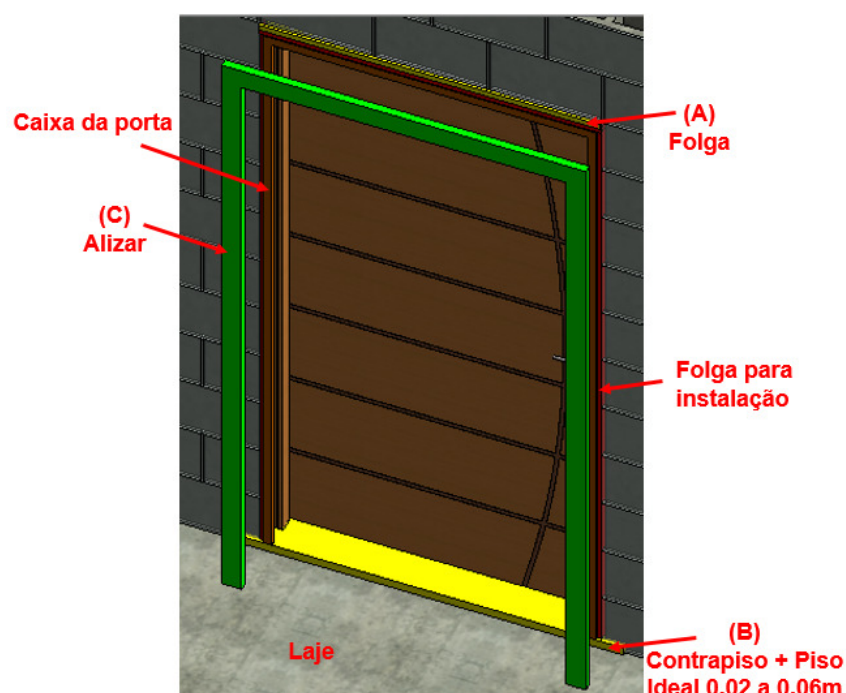
A dimensão mais utilizada para a altura de porta é de 2.10 m, porém está medida é a dimensão nominal da folha da porta.

Considerando que a maioria dos blocos possuem altura de 0.20 m medida de coordenação, e que ao se executar a alvenaria os blocos são assentados em cima da laje uns sobre os outros, com 11 fiadas assentadas tem-se uma altura de 2.21m.

Com isso foi possível estabelecer uma relação entre os vãos modular verticais, espessura de contrapiso, caixa da porta, folga de instalação, medidas usuais das folhas de porta e alizares.

Na Figuras 5, pode-se observar todos os itens que devem ser considerados na instalação do Kit porta pronta sendo: (A) folga, a caixa da porta, a folga para instalação, (B) contrapiso + piso e (C) Alizar.

Figura 5: Componentes da Porta



Fonte: Autor (2015)

Muitos projetistas acham que a utilização do alizar é somente estética, porém é um componente necessário para esconder imperfeições de instalação e cobrir o espaço (A) folga, dando um perfeito acabamento em todo perímetro da caixa da porta. A instalação do (C) alizar é feita após a fixação permanente do Kit porta pronta.

Pode-se atentar que a dimensão (A) folga tem relação direta com a dimensão (C) do alizar, pois quanto maior for o espaço da folga, maior será a dimensão do alizar, já que o mesmo tem a função de esconder as imperfeições (Tabela 4).

- Dimensões variáveis – (A) Folga, (B) Contrapiso + Piso e (C) Alizar

Tabela 4: Relação entre (B) Contrapiso x (A) Folga x (C) Alizar

ALTURA FOLHA	MARCO	(B) CONTRAPISO + PISO	(A) FOLGA	(C) ALIZAR	ALTURA MODULAR
2.10m	0.03m	0.02m	0.05m	0.10m	2.20m
2.10m	0.03m	0.03m	0.04m	0.10m	2.20m
2.10m	0.03m	0.04m	0.03m	0.07m	2.20m
2.10m	0.03m	0.05m	0.02m	0.07m	2.20m
2.10m	0.03m	0.06m	0.01m	0.05m	2.20m

Fonte Autor (2015)

A dimensão de 0.05, 0.07 e 0.10 m consideradas para os (C) alizares são as utilizadas no mercados de portas e a dimensão de 0.03 m do marco foi

utilizada somente como exemplo, podendo variar de 0.045 a 0,025 m conforme a norma NBR 15.930-2:2011.

Para instalar portas no canto de paredes ou em corredores é necessário deixar uma boneca ou espaleta, que seja proporcional ao (C) alizar.

Na execução da boneca é necessário seguir o projeto de produção, normalmente é especificado um componente pré fabricado de concreto e sua fixação é feita com argamassa e parafuso ou ainda utiliza-se blocos compensadores de 0.04 m ou 0.09 m fixados com argamassa.

Como a coordenação modular visa padronizar medidas (decimétricas), foi feita uma relação entre as medidas existente dos alizares com a dimensão da boneca. Para alizares com 0.10 m o projetista deve prever uma boneca de 0.10 m no mínimo, para alizares com 0.07 e 0.05m deve prever uma boneca de 0.05 m no mínimo.

Se a boneca tem que ser prevista em função da dimensão do alizar e a dimensão do alizar é relacionada com a espessura do contrapiso + solução de piso, o projetista tem que prever qual é a solução de contrapiso + piso mais adequada para sua obra, para só então dimensionar o alizar e a boneca, ressalta-se que o dimensionamento do contrapiso é complexo de acordo com que cita Grabarz, 2013. Sugere-se padronizar a boneca com a dimensão de 0.10 m, pois assim é possível instalar portas com qualquer variação de contrapiso adotada.

## 6 RESULTADOS

Após esta pesquisa foi possível elaborar diretrizes para padronização dimensional de portas utilizando os conceitos da coordenação modular.

O espaço de coordenação da porta na largura deve ser terminado em 0 e na a altura deve-se considerar a altura dos blocos iniciando de 2.20 m.

Partindo-se da complexidade de dimensionamento do contrapiso e considerando que a porta é um elemento pré fabricado e suas dimensões devem ser padronizadas, para que haja intercambialidade é necessário utilizar um elemento de acabamento, conhecido como alizar que pode ter dimensões variáveis de 0.05, 0.07 e 0.10 m, para cobrir as folgas necessárias resultantes da instalação.

A metodologia deste trabalho pode ser utilizada em portas de qualquer material desde que seja respeitada às dimensões coordenadas.

Cada fabricante deve estabelecer a dimensão da caixa, a dimensão da folha da porta e a dimensão da folga para instalação adequadas, de acordo com o material, o peso e as deformações consequentes do processo de fabricação.

Os projetistas e construtores devem especificar a dimensão do contrapiso e solução de piso que melhor se adeque à obra, bem como o alizar e a boneca.

Com isso visou-se facilitar de forma abrangente a especificação de portas modulares, causando o menor impacto possível para a cadeia produtiva.

## 7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados mostrados, pode-se afirmar que são poucos os componentes do tipo porta que seguem os princípios da coordenação modular.

Destaca-se a importância da padronização e normatização da medida modular do componente porta, visto que os vãos previstos em projeto coordenado modularmente são de extrema importância para alcançar eficiência.

As portas de madeira foram citadas por serem usuais e possuírem normatização de dimensão, mas as diretrizes propostas podem ser aplicadas a qualquer material que obedeça às dimensões coordenadas. Sugere-se que seja padronizada a forma de comercialização do componente como o kit porta pronta.

É fundamental que após a padronização das dimensões seja feita uma campanha de divulgação para que os projetistas, construtores, vendedores e consumidores tenham consciência desses elementos e de sua importância para a qualidade da obra, uma vez que estes têm influência direta na necessidade, ou não, de retrabalho, contribuindo assim com a normatização, resultando em uma linguagem unificada e simplificada.

Para que a coordenação modular seja aplicada de forma efetiva no Brasil é necessário difundir seus conceitos para que os profissionais envolvidos possam aplicá-los. São necessárias mudanças substanciais das técnicas construtivas, ajustes na produção de componentes, capacitação profissional, e colaboração entre todos os setores da construção civil, obtendo assim edificações eficientes quanto à produtividade e níveis de desperdícios.

## AGRADECIMENTOS

Às fábricas e lojas que colaboraram com a pesquisa. À Financiadora de Estudos e Projetos FINEP, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.961-2**: Alvenaria estrutural blocos de concreto, parte 2: execução e controle. Rio de Janeiro. 2010b

\_\_\_\_\_. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré moldado. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.930-1:** Portas de madeira para edificações, parte 1: terminologia e simbologia. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.930-2:** Portas de madeira para edificações, parte 2: requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.873:** Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

ANDRADE, M. L. V. X. **Coordenação dimensional como ferramenta para a qualidade em projetos de habitação popular.** 2000 208p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Escola de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Brasília, 2000.

BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil.** 2004 147p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2004

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais.** São Paulo, 1991

FARHANA, S et al. Modular coordination: an application in construction industry. In *International Conference on: "Engineering: Issues, opportunities and Challenges for Development"*. S.N. Patel Institute of Technology & Research Centre, 2015, Bardoli. ISBN: 978-81-929339-1-7 **Anais Eletrônicos...** Bardoli, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/281174977\\_MODULAR\\_COORDINATION\\_AN\\_APPLICATION\\_IN\\_CONSTRUCTION\\_INDUSTRY](https://www.researchgate.net/publication/281174977_MODULAR_COORDINATION_AN_APPLICATION_IN_CONSTRUCTION_INDUSTRY)> Acesso em: 01 mar. 2016.

GRABARZ, R. C. **Contribuição para o emprego de portas modulares em projetos de alvenaria estrutural.** 2013 285p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós Graduação em Estruturas e Construção Civil. São Carlos, 2013.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil:** uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007. Coleção Habitare, vol. 9.

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

ROGAN, A. L; LAWSON, R. M; BATES-BRKLJAC, N. **Value and Benefits Assessment of Modular Construction.** The Steel Construction Institute. London, 2000. 24p. Disponível em: < <http://www.designforhomes.org/wp-content/uploads/2012/03/ModularSteel.pdf>> Acesso em: 22 fev. 2016.

SOUZA, U. E. L. **Argamassa para contrapiso:** Como evitar desperdício de argamassa na execução de contrapisos. PiniWEB. Edição 12. Jul. 2007. Disponível em <<http://www.equipededobra.com.br/construcao-reforma/12/artigo56461-1.asp>>. Acesso em: 21 set. 2014.