

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

FERNANDA MONTEIRO FERRO

**ANÁLISE DA PADRONIZAÇÃO DIMENSIONAL DE REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS PRODUZIDOS EM ALAGOAS, COM BASE NA COORDENAÇÃO  
MODULAR**

Maceió, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

**ANÁLISE DA PADRONIZAÇÃO DIMENSIONAL DE REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS PRODUZIDOS EM ALAGOAS, COM BASE NA COORDENAÇÃO  
MODULAR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof. Dr. Dilson Batista Ferreira

Maceió, 2018.

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

F395a Ferro, Fernanda Monteiro.  
Análise da padronização dimensional de revestimentos cerâmicos produzidos em Alagoas, com base na coordenação modular / Fernanda Monteiro Ferro. – 2019.  
120 f.: il. color.

Orientador: Dilson Batista Ferreira.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2018.

Bibliografia: f. 102-106.

Apêndice: f. 107-111.

Anexos: f. 112-120.

1. Arquitetura. 2. Revestimento em cerâmica - Alagoas. 3. Moldagem de cerâmica. I. Título.

CDU: 72:666.3.03(813.5)

FOLHA DE APROVAÇÃO

**ANÁLISE DA PADRONIZAÇÃO DIMENSIONAL DE REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS PRODUZIDOS EM ALAGOAS, COM BASE NA COORDENAÇÃO  
MODULAR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

**APROVADA em 16 / 03 / 2018**

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Dilson Batista Ferreira (Orientador)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (Ufal)

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Max Andrade (Examinador Externo)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

---

Profa. Dra. Morgana Pitta Duarte (Examinadora Interna)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

---

Profa. Dra. Gianna Melo Barbirato (Examinadora Interna)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Aos que persistem

## AGRADECIMENTOS

---

Agradeço à minha **família** por tudo em minha vida.

Ao meu amor **Alexandre**, por estar ao meu lado desde os primeiros passos na graduação, pelo apoio emocional e pelas incontáveis provas de amor ao longo dos últimos dez anos.

Às minhas melhores amigas **Isabela** e **Ruth**, pela amizade incondicional que sobrevive ao tempo e à distância.

A todos os **amigos** que fiz durante o período da graduação, por tornarem o caminho até aqui mais leve.

À professora **Aline Ramos**, pelas oportunidades diante do tema da coordenação modular, pelos ensinamentos e conselhos ao longo dos anos, indispensáveis para concretização deste estudo.

Às professoras **Adriana Capretz** e **Suzann Cordeiro** pelas oportunidades e orientações dentro da faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Ao professor **Dilson Batista**, pela confiança e pela orientação deste trabalho.

À **FAPEAL**, pela bolsa concedida e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

*“All we need is just a little patience”*

***Patience - GN'R***

## RESUMO

---

Este trabalho apresenta uma análise qualitativa acerca dos aspectos que influenciam as dimensões dos revestimentos cerâmicos, produzidos em Alagoas. Ao final são apresentadas sugestões de modificações, nos processos e produtos da maior fábrica de Alagoas, para que a coordenação modular possa ser implementada à mesma. Em decorrência das análises das normas, foram identificados pontos que necessitam de revisão e modificações nesses documentos nacionais, que ditam características dimensionais importantes para estes componentes. O trabalho divide-se em duas partes. Inicialmente, são feitas três análises com enfoques distintos: na coordenação modular; no sistema de produção dos revestimentos cerâmicos no Brasil; nas normas vigentes de revestimentos. Em cada um desses três enfoques, são identificadas as influências exercidas sobre a dimensão do produto. Após a identificação das influências dimensionais, e com base nessas informações, o estudo volta-se para a fábrica alagoana, a qual é identificada neste trabalho como “Fábrica X”. A segunda parte do estudo consiste na caracterização do sistema de produção e dos revestimentos desenvolvidos por ela, através de informações divulgadas pela própria empresa, em plataformas digitais, documentos públicos *online* e avaliação dimensional dos produtos tanto no *site* da empresa, quanto em catálogo e finalmente em uma loja física, onde somente lá foi possível verificar que, de fato, as características dimensionais dos produtos da “Fábrica X” não são compatíveis com a coordenação modular. Ao final, é apresentada uma série de sugestões, que poderão ajudar, caso haja interesse da indústria, à implementação dos padrões da coordenação modular neste segmento. As sugestões estão pautadas, principalmente, no que se refere às normas nacionais que são antigas e apresentam informações confusas de tolerância dimensional para revestimentos modulares.

**Palavras-chave:** Padronização dimensional; revestimentos cerâmicos; coordenação modular.

## ABSTRACT

---

This work presents a qualitative analysis about the aspects that influence the dimensions of ceramics tiles produced in Alagoas. At the end, suggestions of modifications are presented, about the process and products of the largest factory in Alagoas, so that a modular coordination can be implemented. As a result of the analysis of the standards, aspects were identified that need revision and modifications in these national documents, which dictate important dimensional characteristics for these components. The work is divided into two parts. Initially, three analyzes were carried out with different approaches: in modular coordination; in the ceramic tile production system in Brazil; in the current standards of coatings. In each of these three approaches, the influences exerted on the size of the product are identified. After identifying the dimensional influences, and based on this information, the study turns to the Alagoas factory, which is identified in this work as "Factory X". The second part of the study consists of the characterization of the production system and the coatings developed by it, through information disclosed by the company itself, on digital platforms, online public documents and dimensional evaluation of the products both on the company's website and in the catalog and finally in a physical store - being the only resource where it was possible to verify that, in fact, the dimensional characteristics of the products of "Factory X" are not compatible with the modular coordination. At the end, a series of suggestions is presented, which may help, if there is interest from the industry, to the implementation of modular coordination standards in this segment. The suggestions are mainly based on national standards that are antiquated and present confusing information on dimensional tolerance for modular coatings.

**Keywords:** Dimensional standardization; ceramic coatings; modular coordination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

Figura 1 - Padrão decimétrico e octamétrico, respectivamente.....	24
Figura 2 - Alvenaria coordenada modularmente na UFAL.....	30
Figura 3 - Medida nominal e medida modular de uma sala de 3m x 3m .....	31
Figura 4 - Sala com revestimento modular de 3M x 3M.....	32
Figura 5 - Medida modular e medida nominal de um revestimento de 30cm x 30cm com junta de assentamento de 3mm.....	32
Figura 6 - Polegada, palmo, pé e braça.....	34
Figura 7 - Relação de dimensões .....	35
Figura 8 - O setor e sua abrangência .....	38
Figura 9 - Números da indústria cerâmica.....	39
Figura 10 - Fases do processo produtivo dos revestimentos cerâmicos .....	43
Figura 11 - Configuração da placa cerâmica .....	44
Figura 12 - Características dos revestimentos .....	46
Figura 13 - Tipos de acabamento de borda.....	46
Figura 14 - Representação esquemática que indica a ocupação lateral do forno. a) Peças maiores e baixa ocupação; e b) Peças menores e maior ocupação.....	49
Figura 15 - Tendências de moda e de decoração.....	52
Figura 16 - Afastamento da dimensão de fabricação (W) com relação à dimensão nominal (N), onde, neste exemplo, a placa tem N = 30cm x 30cm e a área em azul representa o afastamento, positivo ou negativo, permitido .....	62
Figura 17 - Revestimento com N = 30cm x 30cm e W = 30,3cm x 30,3cm, resultado de uma tolerância dimensional positiva com valor = +3mm.....	62
Figura 18 – Revestimento com N = 30cm x 30cm e W = 29,7cm x 29,7cm e uma tolerância dimensional negativa com valor = -3mm. ....	63
Figura 19 – Revestimento com medida de fabricação (W) prevista para 29,7cm e dimensão real (r) de 29,73cm. ....	63
Figura 20 - Desvio dimensional das placas individuais com relação à média do lote .....	64
Figura 21 - Configuração de um revestimento modular.....	64
Figura 22 - Ilustração da junta de assentamento.....	69
Figura 23 - Organização do “Grupo Y” .....	73
Figura 24 - Certificação de qualidade dos produtos “Fábrica X” junto ao CCB.....	74
Figura 25 - Vista aérea da fábrica “Fábrica X”, em Marechal Deodoro-AL .....	75

Figura 26 - Pontos de venda em Maceió - AL.....	77
Figura 27 - Regiões administrativas de Maceió - AL.....	79
Figura 28 - Etapas de fabricação .....	84
Figura 29 - Argila é a matéria prima da cerâmica .....	84
Figura 30 - Moagem a seco .....	85
Figura 31 - Mistura de dois a quatro tipo de argila .....	85
Figura 32 - Prensagem.....	86
Figura 33 - Impressora dá o acabamento final antes da queima.....	86
Figura 34 - Fornos .....	87
Figura 35 - Informativo exposto nas placas de aplicação em piso .....	91
Figura 36 - Informativo exposto nas placas de aplicação em parede .....	92
Figura 37 - Informativo do revestimento "cocal pedra" indicando o mesmo como produto modular.....	92
Figura 38 - Padrão de embalagem “Fábrica X”.....	93
Figura 39 - Dimensão de fabricação indicada na embalagem.....	94

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 - Normas Costarriquenhas relativas à coordenação modular .....	25
Tabela 2 - Segmentos da indústria cerâmica .....	38
Tabela 3 - Ranking dos 10 países que mais produzem revestimentos cerâmicos .....	40
Tabela 4 - Ranking dos 10 países que mais consomem revestimentos cerâmicos .....	41
Tabela 5 - Tipo de revestimento quanto à fabricação.....	42
Tabela 6 - Classificação dos revestimentos quanto à absorção de água.....	45
Tabela 7 - Tamanhos de fabricação mais produtivos de acordo com a largura do forno .....	50
Tabela 8 - Tamanhos de fabricação mais produtivos para dimensionamentos .....	50
Tabela 9 - Ranking dos países que mais exportam revestimentos cerâmicos no mundo .....	52
Tabela 10 - Ranking dos países que mais importam revestimentos cerâmicos no mundo.....	53
Tabela 11 - Ranking dos países para os quais o Brasil mais exporta revestimentos cerâmicos .....	54
Tabela 12 – Normas analisadas em 2009 e no presente estudo.....	58
Tabela 13 - Indicação de calibres .....	61
Tabela 14 - Grupos de Absorção .....	65
Tabela 15 - Especificações de desvios para os grupos B Ia, B Ib, B IIa e B IIb .....	68
Tabela 16 - Especificações de desvios para os grupos B III .....	68
Tabela 17 - Variação dimensional especificada pela norma de porcelanato .....	71
Tabela 18 - Pontos de venda nos estados nordestino.....	76
Tabela 19 - População dos bairros, segundo Censo 2010, onde são comercializados os produtos da empresa .....	78
Tabela 20 - Pontos de venda nas zonas residenciais de Maceió - AL e suas respectivas rendas familiares médias .....	80
Tabela 21 - Pontos de venda por bairro da cidade de Maceió-AL .....	80
Tabela 22 - Estimativas de renda domiciliar mensal para os estratos socioeconômicos.....	81
Tabela 23 - Indicação da classe da população por bairros .....	82
Tabela 24 – Produtos e suas dimensões nominais (N) em centímetros, fabricados pela empresa, que estão expostos no site .....	88
Tabela 25 - Dimensões reais (r) das placas, verificadas em um dos pontos de revenda na cidade de Maceió-AL .....	90

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1 - Variação do comprimento dos revestimentos cerâmicos comercializados em Maceió - AL .....	56
Gráfico 2 - Variação da largura dos revestimentos cerâmicos comercializados em Maceió - AL .....	56
Gráfico 3 - Tamanho da junta proposta pelos fabricantes .....	56
Gráfico 4 - Classificação quanto à renda média familiar referente aos bairros onde os produtos Pointe estão inseridos .....	83

## LISTA DE SIGLAS

---

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABCERAM: Associação Brasileira de Cerâmica  
ABDI: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial  
ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa  
ABRAMAT: Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção  
AEP: Agência Europeia para a Produtividade  
AFNOR: Associação Francesa para a Normalização  
ANFACER: Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento  
ANICER: Associação Nacional da Indústria Cerâmica  
BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CCB: Centro Cerâmico do Brasil  
CCC: Câmara Costarriquenha da Construção  
CBID: Câmara Brasileira da Indústria da Construção  
CM: Coordenação Modular  
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente  
FIESP: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
ISO: *International Organization for Standardization*  
ITCR: Instituto Tecnológico da Costa Rica  
M: Módulo  
NBR: Norma Brasileira  
PERS: Plano Estadual de Resíduos Sólidos  
PIB: Produto Interno Bruto

## SUMÁRIO

---

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1 Objetivos do trabalho .....	20
1.1.1 Geral.....	20
1.1.2 Específicos .....	20
1.2 Estrutura do trabalho .....	20
<b>2 TEORIA DA COORDENAÇÃO MODULAR APLICADA AOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS .....</b>	<b>22</b>
2.1 Histórico da Coordenação Modular.....	22
2.1.1 Histórico mundial a partir do século XX .....	22
2.1.2 Histórico recente da coordenação modular no Brasil .....	26
2.1.3 Histórico recente da coordenação modular em Alagoas .....	29
2.2 Princípios fundamentais da coordenação modular .....	30
2.2.1 Definições .....	31
2.2.2 Módulo .....	31
2.2.3 Espaço de coordenação e espaço modular do componente construtivo.....	31
2.2.4 Multimódulos .....	33
2.2.5 Submódulos.....	33
2.3 Componente Modular.....	33
2.3.1 Tolerância.....	33
2.3.2 Junta de assentamento .....	33
2.4 Sistema de medidas .....	34
2.4.1 Métrico .....	35
2.4.2 Pé-polegada.....	35
2.5 Síntese das informações .....	36

<b>3</b>	<b>INDÚSTRIA CERÂMICA.....</b>	<b>38</b>
3.1	Indústria cerâmica vermelha.....	39
3.2	Indústria de revestimentos cerâmicos.....	40
3.2.1	Placa cerâmica.....	41
3.2.2	Produção.....	42
3.2.3	Configuração.....	44
3.2.4	Classificação.....	44
3.2.5	Dimensionamento.....	47
3.2.6	Equipamentos.....	48
3.2.7	Estética.....	51
3.3	Exportação.....	52
3.4	Revestimentos cerâmicos em Maceió – AL.....	55
3.5	Síntese das informações.....	57
<b>4</b>	<b>NORMAS BRASILEIRAS PARA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....</b>	<b>58</b>
4.1	Norma de revestimentos cerâmicos - Terminologia.....	60
4.2	Norma de revestimentos cerâmicos - Classificação.....	65
4.3	Norma de revestimentos cerâmicos – Especificação e métodos de ensaio.....	66
4.4	Norma de revestimentos cerâmicos – Procedimentos.....	69
4.5	Norma de revestimentos cerâmicos - Porcelanato.....	70
4.6	Síntese das informações.....	71
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>73</b>
5.1	Caracterização do estudo de caso.....	73
5.2	Clientes da empresa.....	75
5.3	Mapeamento da forma de produção.....	83

5.4 Revestimentos produzidos.....	87
5.4.1 Site.....	87
5.4.2 Catalogo <i>online</i> .....	89
5.4.3 Loja .....	89
5.4.4 Embalagem.....	93
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>95</b>
6.1 Influências dimensionais identificadas x Estudo de caso.....	95
6.1.1 Processo produtivo .....	95
6.1.2 Revestimentos produzidos .....	96
6.2 Sugestões para adequação dos revestimentos alagoanos aos padrões da coordenação modular decimétrica .....	97
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>111</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

De acordo com Lacerda (2005) a etapa de revestimentos cerâmicos apresenta altos índices de perda em uma obra, seja pelo desperdício ocasionado pelos cortes, seja pela compra efetuada em excesso ou, ainda, pela dificuldade em se precisar o quantitativo adequado uma vez que as variações são elevadas tanto em modelo quanto em dimensões.

A construção civil no Brasil passou por um período de forte aquecimento na última década, através dos grandes incentivos ao setor habitacional promovidos pelo governo federal. Durante esse período, a busca por instrumentos e métodos que viabilizassem processos construtivos mais racionais fez com que a discussão a respeito da coordenação modular fosse resgatada no país. De fato, o assunto já vem sendo bastante debatido desde então e em 2010 a NBR 5706 – Coordenação Modular da Construção (ABNT, 1977) foi revista e atualizada, resultando na NBR 15873 – Coordenação Modular para Edificações (ABNT, 2010).

No entanto, mesmo com todo o debate e produção de trabalhos referentes à temática, o que vemos na prática é que o Brasil ainda se encontra muito distante de incorporar efetivamente tais padrões em seus meios de produção, seja na abordagem em relação ao assunto dentro das universidades, no universo das atuais normas para componentes construtivos, na baixa incidência desses padrões na atividade projetual dos profissionais inseridos no atual mercado da construção civil e também na fase de execução em obras onde é visível a ausência de ferramentas que garantam a padronização das metodologias construtivas, sendo possível perceber o caráter artesanal dos processos ainda muito dependentes da habilidade e precisão humana.

A coordenação modular consiste num instrumento de padronização dimensional, aplicada a toda a cadeia produtora, pertencente à indústria da construção civil, que se fundamenta na adoção da medida básica modular  $M=100\text{mm}$  e seus múltiplos e submúltiplos, porém, é possível perceber que ainda há um longo caminho a ser percorrido para que de fato, esses padrões possam ser incorporados no Brasil.

Dentro do universo da indústria produtiva de materiais de construções, a indústria cerâmica é a que mais gera emprego no Brasil, representado aproximadamente 1% do PIB do país (ANFACER, 2015). Porém, este segmento apresenta-se de forma bastante heterogênea, tendo o Brasil destaque mundial na produção de revestimentos cerâmicos e por outro lado, as empresas produtoras de blocos, tijolos e telhas, por exemplo, ainda são bastante heterogêneas

em relação ao porte e tecnologia, sendo muitas delas pequenas empresas familiares e com processos produtivos ainda bastante artesanais.

Na cidade de Maceió - AL, há uma grande demanda por este componente visto que a ampla maioria das edificações residenciais e comerciais, utilizam este tipo de revestimento em suas fachadas e em ambientes internos e externos. Em 2015, Alagoas se consolidou como Polo Industrial de Revestimentos Cerâmicos ao receber, na cidade de Marechal Deodoro, uma fábrica, que tem seus componentes produzidos através do sistema “via seca”. Esse método de produção implica revestimentos porosos, justamente pela diminuição da utilização de água na massa que compõe as placas.

A fábrica estudada tem seus produtos distribuídos em todos os estados do Nordeste e conta com 55 lojas, tipo multimarcas, que revendem seus revestimentos somente na capital alagoana, Maceió. Apesar de ser uma empresa nova no mercado, ela já vem sendo reconhecida pelos seus processos sustentáveis, em decorrência das características do seu sistema de produção. Em 2016 recebeu, pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA), o prêmio Alagoas Verde como a fábrica mais sustentável do estado.

Constatado o elevado alcance, regional e local, dos revestimentos desta empresa, são definidos três parâmetros para avaliação dimensional dos seus produtos: coordenação modular, métodos da produção brasileira dos revestimentos e as recomendações das normas vigentes.

A fábrica analisada, a qual é identificada neste estudo como “fábrica X”, trabalha com apenas três dimensões nominais para seus revestimentos (30x60cm, 45x45cm e 60x60cm), dimensões estas que, aparentemente estão de acordo com a coordenação modular decimétrica. No entanto, após a identificação das influências dimensionais inerentes a cada um dos três parâmetros avaliados, pôde-se constatar que nenhum dos produtos analisados pôde ser classificado com coordenado modularmente. Isso se deve, principalmente, ao fato de que as características dimensionais das placas, levando em consideração as recomendações de junta de assentamento e de dimensões específicas de fabricação e tolerâncias, não estarem configuradas de acordo com os padrões recomendados pela norma nacional de coordenação modular.

Além dessa constatação, a etapa de avaliação das normas vigentes, sob o ponto de vista da coordenação modular, demonstrou diversos pontos, elencados ao final deste trabalho, que dificultam a incorporação desses padrões à indústria analisada. Dentre os pontos observados, percebeu-se que as principais normas de revestimentos foram desenvolvidas há mais de vinte

anos, e estas apresentam informações confusas e que não acompanham a evolução comercial e tecnológica do mercado de revestimentos cerâmicos.

## 1.1 Objetivos do trabalho

### 1.1.1 Geral

Investigar os aspectos que influenciam as dimensões dos revestimentos cerâmicos e relacioná-los ao sistema de produção e aos produtos de uma fábrica cerâmica, tendo em vista a coordenação modular decimétrica.

### 1.1.2 Específicos

- a. Caracterizar o processo e as etapas da fabricação dos revestimentos cerâmicos produzidos na maior fábrica de revestimentos de Alagoas, através das influências dimensionais identificadas e com base nos conceitos da coordenação modular decimétrica;
- b. Analisar as características dimensionais dos revestimentos cerâmicos produzidos na maior fábrica de Alagoas, através das influências dimensionais identificadas e com base nos conceitos da coordenação modular decimétrica;
- c. Elencar sugestões, com base nas influências identificadas, que possam contribuir para incorporação da coordenação modular decimétrica ao atual processo de produção dos revestimentos.

## 1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho se organiza em sete capítulos, os quais abordam os seguintes conteúdos:

O **capítulo 01** traz as considerações iniciais a respeito da pesquisa, apresentadas nesta seção, tais como: hipótese, objetivos e estrutura do trabalho.

O **capítulo 02** se refere à caracterização da coordenação modular aplicada aos revestimentos cerâmicos, apresentando seus conceitos fundamentais e o estado da arte sobre o assunto.

O **capítulo 03** aborda a indústria cerâmica brasileira, apresentando os aspectos que devem ser observados para caracterização do processo de produção dos revestimentos.

O **capítulo 04** traz uma revisão acerca do que as normas atuais, para revestimentos cerâmicos, recomendam no que se refere aos aspectos dimensionais.

O **capítulo 05** descreve o estudo de caso, abordando a caracterização da maior fábrica de revestimentos cerâmicos de Alagoas e apresenta as considerações acerca do sistema de produção e dos produtos da mesma.

O **capítulo 06** apresenta as análises resultantes deste estudo, referentes aos conceitos da coordenação modular, ao sistema de produção de revestimentos e às considerações a respeito das normas abordadas, relacionando-os ao sistema de produção e os produtos da empresa analisada.

O **capítulo 07** corresponde às considerações finais da pesquisa.

## 2 TEORIA DA COORDENAÇÃO MODULAR APLICADA AOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Esse tópico traz, inicialmente, as considerações a respeito do estado da arte da coordenação modular e posteriormente expõe algumas definições, determinadas pela NBR 15873 – Coordenação Modular para Edificações (ABNT, 2010), importantes para o entendimento dos conceitos inerentes, tendo em vista o componente cerâmico.

Cabe ressaltar que a NBR 15873 (ABNT, 2010), não é de uso obrigatório, e a mesma determina que fica a critério dos responsáveis pelos projetos e produção dos componentes construtivos, definir caso a caso a amplitude de sua aplicação.

### 2.1 Histórico da Coordenação Modular

Este item aborda a evolução da coordenação modular em três contextos: a nível mundial, a partir do século XX; no Brasil; em Alagoas.

#### 2.1.1 Histórico mundial a partir do século XX

De acordo com Greven e Baudalf (2007), Farwell Bemis, industrial de Boston, originou o primeiro estudo sobre uma nova técnica de construção, em 1930, o qual denominou de “método modular cúbico”. Bemins indicou 4 polegadas (4 x 2,54cm ou M=10,16cm) como dimensão modular, pois na época acreditava que essa seria a mais racional. As ideias de Bemis impactaram nos primeiros estudos, realizados na Europa e nos EUA, sobre Coordenação Modular.

Posteriormente, a França iniciou alguns estudos a fim de coordenar as dimensões dos componentes da construção e em 1942 tais estudos foram apresentados à Associação Francesa para a Normalização (AFNOR), se tornando projeto de norma e, posteriormente, norma fundamental sobre o assunto. Assim, a França foi o primeiro país a obter uma norma de Coordenação Modular de caráter nacional.

Os Estados Unidos publicaram sua primeira norma em 1945, a Suécia em 1946 e a Bélgica em 1948 (Lisboa, 1970 apud Greven, Bauldaulf, 2007).

O alemão Ernest Neufert, durante a Segunda Guerra, desenvolve um estudo sistemático sobre o assunto e em 1943 publicou em seu livro *Bauordnungslehre*, um sistema de coordenação octamétrica (100cm/8), baseado no módulo de 12,5cm (figura 1). Os estudos de Neufert foram tão importantes que a primeira norma alemã sobre a Coordenação Modular, a DIN 4172, foi extraída dos seus trabalhos. Calcula-se que em 1970 eram produzidos em

dimensões octamétricas 90% dos blocos sílico-calcários, 90% dos blocos de concreto leve, 89% das lajes mistas pré-fabricadas, 75% dos caixilhos, 100% das chapas de fibrocimento e 65% das estruturas pré-fabricadas, de acordo com Greven e Baldaulf (2007). Embora tenham ocorridas diversas objeções em relação ao sistema octamétrico, principalmente em função do módulo decimétrico, opção da maioria dos países, os resultados obtidos com o seu uso comprovaram a viabilidade da utilização da Coordenação Modular.

Ainda durante a segunda guerra, Bergvall e Dahlberg estudaram, na Suécia, a Coordenação Modular através do módulo base 10cm, enquanto na América do Norte os estudos se guiavam através da utilização do módulo baseado em 4 polegadas (10,16cm).

A partir do final da segunda guerra, esses trabalhos passaram a ser encarados com mais atenção, já que os problemas habitacionais decorrentes da Guerra exigiam novos métodos construtivos. A partir de então a coordenação modular assumiu um caráter universal sendo uma questão tratada a nível de cooperação internacional.

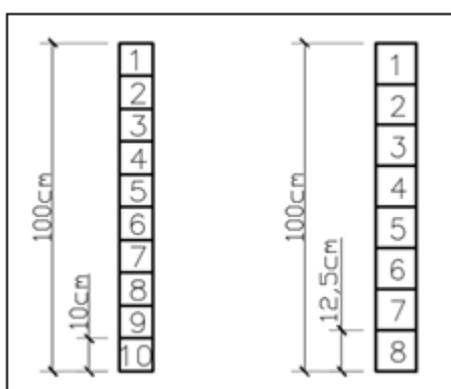
Como resultado de todas as experiências que vinham se desenvolvendo por diversos países, em 1953 foi criada a Agência Europeia para a Produtividade (AEP) e faziam parte desta organização a Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Grécia, Holanda, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça e a Turquia. A AEP, então, concluiu que as maiores vantagens da utilização da coordenação modular só seriam alcançadas através de um estudo metódico em âmbito internacional e em 1953 foi organizado um estudo do qual participaram onze países europeus (Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Grécia, Itália, Noruega, Holanda, Grã-Bretanha e Suécia) e mais o Canadá e os Estados Unidos.

Os estudos realizados pela AEP demonstraram que, em tese, os módulos 10cm ou 4 polegadas eram o que melhor se adaptavam às exigências. Assim, a teoria modular foi completa com investigações práticas e discussões teóricas, baseadas nos experimentos desenvolvidos em cada um dos países (GREVEN; BALDAUF, 2007). Em 1957 foi aprovada a adoção da medida de 10cm ou 4 polegadas como módulos-base. Dos países membros da ISO, na época, 31 adotaram o módulo decimétrico incluindo todos os países europeus, com exceção da Alemanha que ainda debatia as vantagens da aceitação do módulo octamétrico (12,5cm) e da Inglaterra (4 polegadas), enquanto Canadá e Estados Unidos normalizaram o módulo em 4 polegadas.

Na década de 1970, a Áustria publica o *Modular Metric Handbook*, a fim de solucionar os problemas decorrentes da mudança do sistema nacional de medidas pé/polegada para o métrico. O manual estimulava, mediante a utilização da coordenação modular, a implantação

de um sistema aberto em que os componentes provenientes de fabricantes diferentes pudessem ser usados concomitantemente em um mesmo edifício, excluindo assim o sistema fechado, que utiliza componentes especialmente desenhados e produzidos para um projeto específico. Em 1971 o Comitê Alemão de Normas propôs uma nova norma para a Coordenação Modular baseado no sistema decimétrico, de uso internacional, em detrimento do sistema octamétrico proposto por Neufert. Atualmente, as normas utilizadas na Europa estão centralizadas nas normas da ISO – International Organization for Standardization (GREVEN; BALDAUF, 2007).

**Figura 1 - Padrão decimétrico e octamétrico, respectivamente**



Fonte: Autora (2018)

Essa revisão histórica é importante para que compreendamos que, para que haja sucesso na incorporação de qualquer conceito na indústria, é necessário tempo, empenho e articulação conjunta entre todos os envolvidos.

A discussão a respeito da coordenação modular continua atual a nível mundial, países emergentes como Malásia, Costa Rica, Índia, Peru, assim como o Brasil, continuam buscando meios de consolidar esses padrões em suas indústrias.

É possível observar isso, por exemplo, no artigo intitulado *Comparative Study on Prefabrication Construction Process*, publicado em 2012 na Malásia, o qual faz um estudo comparativo entre os processos construtivos do Reino Unido, Austrália e a Malásia, abordando os métodos de construção industrializados utilizados em cada país, como é o caso do Moderno Método de Construção (MMC), termo utilizado pelo governo do Reino Unido; Fabricação Offsite (OSM), termo usado para as indústrias de construção da Austrália e o Sistema Construtivo Industrializado (IBS) que está em desenvolvimento na Malásia, sistema esse que tem a coordenação modular como uma de suas prerrogativas para obtenção do aprimoramento

deses processos construtivos. Um segundo artigo malaio, denominado “*Malaysian Industrialised Building System (IBS): A Review of Studies*” foi publicado em 2015 no jornal australiano “*Australian Journal of Basic and Applied Sciences*”, esse trabalho fala sobre os esforços para a difusão do IBS e como a coordenação modular contribui com esse sistema de construção industrializado, no entanto destaca alguns esforços que ainda não foram atingidos plenamente, como: a implementação da coordenação modular nos cursos de arquitetura, engenharia, construção, em todas as universidades do país; tornar exigência o uso da CM por parte de órgãos regulamentadores da construção civil; criação de catálogos para componentes construtivos normalizados, dentre outras ações.

A Malásia possui norma para coordenação modular desde 2001, a MS 1064, no entanto, através dos artigos mencionados anteriormente, é possível perceber que ainda existe a necessidade de esforços para uma implementação efetiva.

A Costa Rica é um outro exemplo onde é possível observar que a temática da coordenação modular ainda é um assunto atual. O país possui normas atualizadas, no entanto enfrenta dificuldades para incorporação dos padrões dimensionais decimétricos em decorrência das importações de material construtivo que são feitas dos Estados Unidos, os quais ainda utilizam padrões dimensionais baseados no sistema pés-polegadas (informação verbal)<sup>1</sup>. Como resultado dessa parceria comercial, as normas de coordenação modular do país contemplam também o sistema de medidas pé-polegada, determinando, além dos conceitos relativos às medidas modulares decimétricas, as medidas modulares em polegadas. As normas vigentes, de coordenação modular, na Costa Rica são:

**Tabela 1 - Normas Costarriquenhas relativas à coordenação modular**

Norma	Assunto
INTE 06-05-01:2013 <i>Construcción de edificaciones — Coordinación modular— Multimódulos horizontales y verticales aplicables a los sistemas de construcción</i>	Define multimódulos horizontais e verticais (com definições de dimensões modulares tanto decimétrica quanto em polegada). É uma norma nacional que não se equivale a nenhuma internacional por não existir nenhuma referência no momento da sua elaboração.
INTE 06-05-02:2013 <i>Construcción de edificaciones — Coordinación modular — Dimensiones modulares de aberturas para puertas</i>	Dimensões modulares de vãos de porta (com definições de dimensões modulares tanto decimétrica quanto em polegada). É uma norma nacional que não se equivale a nenhuma internacional por não existir nenhuma referência no momento da sua elaboração.
INTE 06-05-03:2013 <i>Construcción de edificaciones — Coordinación modular — Dimensiones modulares de aberturas para ventanas.</i>	Vãos de janelas (com definições de dimensões modulares tanto decimétrica quanto em polegada). É uma norma nacional que não se equivale a nenhuma

<sup>1</sup> Informação fornecida, via *e-mail*, pelo arquiteto e urbanista, Alla Céspedes, ex funcionário do *Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos* da Costa Rica, em 07 de novembro de 2016.

	internacional por não existir nenhuma referência no momento da sua elaboração.
INTE/ISO 1006:2007 <i>Construcción de edificaciones — Coordinación Modular — Módulo Básico</i>	M=100mm M''=101,6mm (4'') Equivale a Norma Internacional ISO 1006:1983, "Building construction – Modular coordination – Basic module"
INTE/ISO 1791:2007 <i>Construcción de edificaciones - coordinacion modular - vocabulario</i>	Idêntica a ISO 1791:1983 segunda edição "Building construction – Modular coordination – vocabulary"

Fonte: Autora (2018)

Um aspecto interessante é observar que as normas direcionadas para portas e janelas não especificam dimensões para os componentes em si, na verdade elas se voltam para a edificação, determinando que a mesma seja projetada e construída com esse padrão dimensional em seus vãos, implicando assim a necessidade de compra, por parte das construtoras, de componentes que sejam compatíveis.

Ainda simbolizando os esforços desse país, em 2015 foi firmado um convênio de colaboração entre a Câmara Costarriquenha da Construção (CCC) e o Instituto Tecnológico da Costa Rica (ITCR), a fim de melhorar os sistemas de construção do país, mediante a realização de ações, investigações e desenvolvimento para implementação da coordenação modular nas edificações. Neste mesmo convênio, o ITCR, através da Escola de Arquitetura e Urbanismo, tem a missão de promover o melhoramento do setor da construção mediante a introdução dos conceitos da "coordenação modular", assim como o melhoramento das práticas de desenho arquitetônico e desenho urbano naquele território (COSTA RICA, 2015).

Esse tipo de convênio, que envolve um Instituto de ensino superior, configura uma alternativa interessante para o Brasil, visto que o assunto da coordenação modular não é obrigatório nas faculdades de Arquitetura e Urbanismo do país.

### 2.1.2 Histórico recente da coordenação modular no Brasil

A primeira norma sobre coordenação modular no Brasil surgiu em 1950, com a publicação da NB-25R – Modulação das Construções, acompanhando todo o movimento internacional que havia na época em busca de um instrumento de compatibilização de medidas mundial. Em 1969, o Banco Nacional da Habitação (BNH) contratou o Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (CBC) a fim de desenvolver estratégias para implantação efetiva da coordenação modular no país, no entanto as ações não tiveram sistematicidade e recursos suficientes para uma difusão ampla, o que ocasionou sua interrupção em 1972 (BALDAUF,

2004). Em 1977 a norma de coordenação modular foi revista, resultando na NBR 5706 (ABNT, 1977), que só iria ser reestruturada novamente após passadas mais de três décadas (ABDI, 2009).

Nos anos 1980 e principalmente a partir de 1990, com as mudanças dos processos de trabalho na construção civil, os debates sobre a versatilidade dos componentes construtivos, a comunicação entre os agentes do setor e o melhoramento da produtividade, fizeram com que houvesse uma retomada das discussões sobre a coordenação modular, culminado em 2010 na NBR 15873 – Coordenação Modular para edificações (ABNT, 2010), a qual cancelou outras 25 normas anteriores<sup>2</sup>.

A partir do resgate desse assunto, surgem nas universidades diversos trabalhos e estudos relacionados, por exemplo, à fabricação de componentes construtivos, comparação de orçamentos de obras convencionais e que utilizem a coordenação modular, estudos a respeito dos aspectos sustentáveis do sistema, e etc., todos buscando avaliar a validade do tema e formatar propostas, baseados nos conceitos da padronização decimétrica, para resolução de pontos específicos e importantes, que atualmente impedem que o setor da construção civil seja devidamente articulado, como é o caso dos estudos abaixo:

Lacerda (2005) desenvolveu um estudo comparativo entre um orçamento convencional de construção e um orçamento com coordenação modular, onde ele aplica os conceitos da mesma em alguns serviços para execução de uma residência unifamiliar de classe média baixa, o resultado verificado confirmou a redução dos custos, através da diminuição de perdas de tempo de mão-de-obra empregada, e que a normalização e fiscalização ineficazes contribuem

---

<sup>2</sup> Normas canceladas pela NBR 15873:2010:

ABNT NBR 5706:1977 - Coordenação modular da construção; ABNT NBR 5707:1982 - Posição dos componentes da construção em relação à quadrícula modular de referência; ABNT NBR 5708:1982 - Vãos modulares e seus fechamentos; ABNT NBR 5709:1982 - Multimódulos; ABNT NBR 5710:1982 - Alturas modulares de piso a piso, de compartimento e estrutural; ABNT NBR 5711:1982 - Tijolo modular de barro cozido; ABNT NBR 5713:1982 - Altura modular de teto - Piso (entre pavimentos consecutivos); ABNT NBR 5714:1982 - Pannel modular vertical; ABNT NBR 5715:1982 - Local e instalação sanitária modular; ABNT NBR 5716:1982 - Componentes de cerâmica, de concreto ou de outro material utilizado em lajes mistas na construção coordenada modularmente; ABNT NBR 5717:1982 - Espaço modular para escadas; ABNT NBR 5718:1982 - Alvenaria modular; ABNT NBR 5719:1982 - Revestimentos; ABNT NBR 5720:1982 - Coberturas; ABNT NBR 5721:1982 - Divisória modular vertical interna; ABNT NBR 5722:1982 - Esquadrias modulares; ABNT NBR 5723:1982 - Forro modular horizontal de acabamento (placas, chapas ou similares); ABNT NBR 5724:1982 - Tacos modulares de madeira para soalhos na construção coordenada modularmente; ABNT NBR 5725:1982 - Ajustes modulares e tolerâncias; ABNT NBR 5726:1982 - Série modular de medidas; ABNT NBR 5727:1982 - Equipamento para complemento da habitação na construção coordenada modularmente; ABNT NBR 5728:1982 - Detalhes modulares de esquadrias; ABNT NBR 5729:1982 - Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente; ABNT NBR 5730:1982 - Símbolos gráficos empregados na coordenação modular da construção; ABNT NBR 5731:1982 - Coordenação modular da construção;

para a autoconstrução influenciando o preço de mercado em detrimento da qualidade do produto. Na etapa em que houve a medição da produtividade relativa à aplicação dos revestimentos cerâmicos, os resultados apontaram uma redução de 12% da perda do material utilizado, esse ganho se deve justamente pela ausência da necessidade de cortes e quebra das peças. No que se refere à mão de obra, a redução do tempo gasto foi de 30,83%, em relação ao tempo gasto na execução do projeto convencional.

Zechmeister (2005) propôs uma padronização dimensional de unidades de alvenaria estrutural, com base na coordenação modular, além de ter feito um estágio na Alemanha, onde ela pôde observar como esses padrões funcionam naquele país.

Grabarz, Parsekian e Paliari (2011) desenvolveram um Estudo Teórico de Perdas de Placas Cerâmicas em Projeto com e sem Coordenação Modular. O trabalho consiste na simulação de três cenários, com resultados de perdas distintas:

Cenário 1: paginação de cerâmica não modular em arquitetura não modular. Esse caso apresentou perda de 7,57%;

Cenário 2: paginação não modular em projeto coordenado modularmente. Esse caso apresentou perdas de 4,26%;

Cenário 3: paginação de cerâmica modular em arquitetura coordenada modularmente. Esse caso confirma a vantagem da utilização da coordenação modular ao apresentar uma perda mínima de 0,36%.

Ainda tratando de componentes construtivos, Grabarz (2013) aborda o assunto da padronização de “portas de abrir com uma folha”, uma vez que estas também não são produzidas em acordo com as dimensões dos possíveis vãos modulares, onde as quais devem ser inseridas, e faz uma proposta para a padronização das mesmas.

Cirqueira (2015) abordou a coordenação modular como ferramenta de projeto de arquitetura e fez uma pesquisa, no mercado da construção civil do Distrito Federal, em busca de componentes construtivos que atendem aos padrões dimensionais os quais pudessem ser utilizados em seu projeto, ela concluiu que os produtos disponíveis, como blocos cerâmicos e concreto, além de esquadrias metálicas e portas de madeira, não possuem dimensões compatíveis com o sistema decimétricas.

Kapp (2007), traz o conceito de “moradia estojo”, fazendo analogia entre os estojos de ferramentas de precisão, como o compasso, e as moradias projetadas de forma a prever meticulosamente cada ação, evento e objeto de um futuro usuário. O texto traz a coordenação modular sob um olhar diferente, como alternativa para a flexibilização dos espaços e comenta

como ela pode passar de mais um problema da indústria da construção a uma possibilidade relevante para a qualidade do ambiente construído, no momento em que ela afirma:

Com ou sem coordenação modular a indústria da construção pode perfeitamente continuar produzindo milhares de unidades idênticas. Contudo, quando se põe essa discussão na perspectiva de uma maior possibilidade de escolha dos usuários finais [...] ou de autonomia desses usuários (por exemplo, na facilidade de autoconstrução, reforma e bricolagem), elas adquirem novas implicações para a produção do espaço e novos significados e prioridades.

Em se tratando de projetos efetivos e do histórico de construções brasileiras desenvolvidas coordenadas modularmente, não há grande expressividade porque a coordenação modular não diz respeito somente a uma edificação específica, ela diz respeito ao setor construtivo como um todo. O Brasil tem norma para a coordenação modular, no entanto a realidade é que ela não é aplicada no processo de fabricação dos componentes, os mesmos não apresentam a mesma linguagem dimensional, o assunto não é obrigatório nos programas de ensino das faculdades de arquitetura, por conta disso, no geral, os projetos não nascem com essa intenção de coordenação e os processos construtivos, de forma genérica, também estão em descompasso com o que deveria ser o resultado positivo da coordenação modular: velocidade, economia e a minimização da produção de resíduos.

A coordenação modular não diz respeito a uma produção em ciclo fechado, se ela é aplicada de maneira isolada, ela não cumpre o papel para o qual foi desenvolvida.

### 2.1.3 Histórico recente da coordenação modular em Alagoas

A Universidade Federal de Alagoas, especialmente através do grupo de pesquisa SISMOD<sup>3</sup>, tem participado ativamente, desde 2006, do debate acerca da temática da coordenação modular. O grupo de pesquisa tem a proposta de difundir informações a respeito dos procedimentos, entender o mercado e os produtores de componentes construtivos locais, elaborar alternativas para implementação da CM ao setor construtivo e validar os dados de economia e ganhos de produção através de aplicações práticas em desenvolvimento de protótipos. As ações desenvolvidas em Alagoas abrangem:

---

<sup>3</sup> Rede Nacional para Desenvolvimento de um Sistema Integrador Aplicado a Sistemas Construtivos em Alvenarias com Base na Coordenação Modular e na Conectividade entre Componentes – Grupo de pesquisa ligado ao centro de tecnologia da UFAL

- Pesquisa de mercado local através de visitas às fábricas, olarias e revendedores de componentes construtivos do estado de AL, buscando aproximar os trabalhos desenvolvidos na Universidade à atual realidade de mercado;
- Desenvolvimento de protótipos de portas e esquadrias, com auxílio de impressão 3D, a fim de facilitar a compreensão das características do componente para a adequação à CM;
- Treinamento de mão de obra local, com informativos elaborados pelo grupo de pesquisa a fim de difundir os conceitos da coordenação modular neste grupo de profissionais;
- Elaboração de uma cartilha informativa a respeito das práticas construtivas em acordo com a CM;
- A ação mais recente compreende a execução de uma edificação, localizada na Universidade Federal de Alagoas (figura 2), no campus Maceió, a qual foi elaborada através de um projeto coordenado modularmente. A execução da edificação está servindo de base para medições de produtividade e os resultados serão divulgados em breve.

**Figura 2 - Alvenaria coordenada modularmente na UFAL**



Fonte: Arquivo pessoal

## 2.2 Princípios fundamentais da coordenação modular

Para o bom entendimento desse estudo faz-se necessário a compreensão acerca de alguns conceitos fundamentais:

### 2.2.1 Definições

É importante entender e distinguir conceitos como: coordenação dimensional, módulo e coordenação modular. A medida básica tomada como “módulo” deve ser empregada em todos os níveis do processo produtivo, projetual e construtivo, ela é a chave para a coordenação modular, sem o “módulo”, o que há é apenas coordenação dimensional, ou seja, uma coordenação de medidas independentes e resolvida caso a caso.

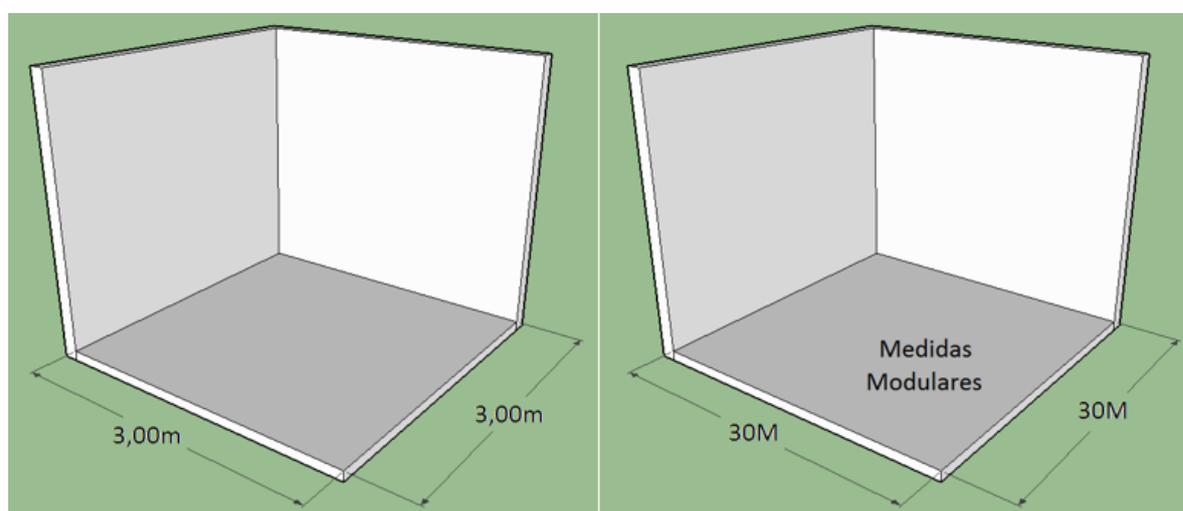
### 2.2.2 Módulo

De acordo com a NBR 15783 (ABNT, 2010), o módulo é a menor unidade de medida linear da coordenação modular, representada pela letra M, cujo valor normalizado é  $M=100\text{mm}$ .

### 2.2.3 Espaço de coordenação e espaço modular do componente construtivo

Para dimensionar um componente modular é necessário definir suas medidas de coordenação (ou medida modular). Como exemplo, temos uma sala com dimensão nominal de  $3,00\text{m} \times 3,00\text{m}$ , ou seja,  $30\text{M} \times 30\text{M}$ , como ilustrado na figura 3 a seguir:

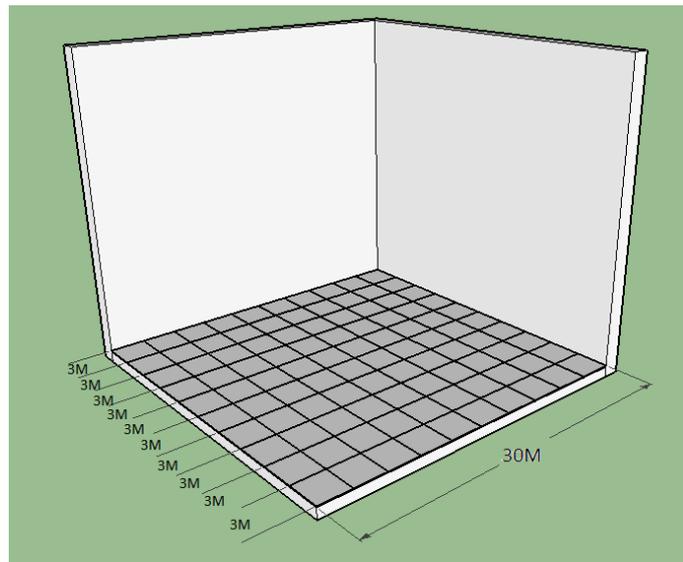
**Figura 3 - Medida nominal e medida modular de uma sala de 3m x 3m**



Fonte: Autora (2018)

De acordo com as medidas da sala, seria interessante utilizar um revestimento com medidas submúltiplas de  $30\text{M}$ , a fim de se obter uma paginação livre de recortes. Dessa forma, propõe-se, por exemplo, uma placa cerâmica de  $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ , ou com medidas modulares de  $3\text{M} \times 3\text{M}$ , como ilustrado na figura 4.

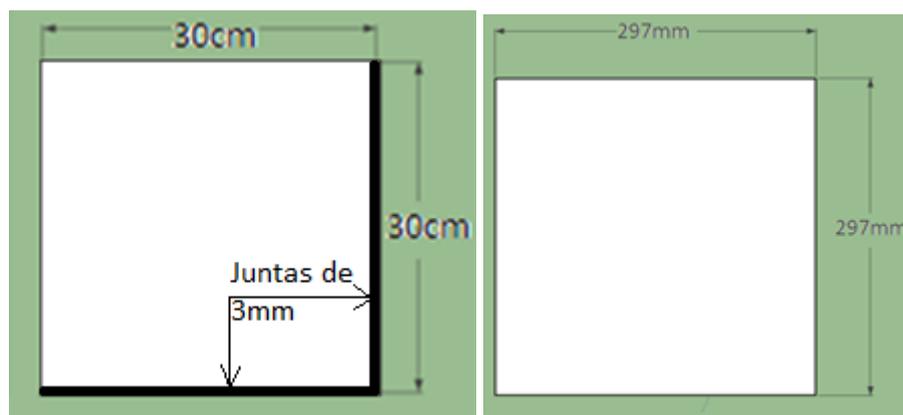
**Figura 4 - Sala com revestimento modular de 3M x 3M**



Fonte: Autora (2018)

Para o fabricante produzir este revestimento modular, o raciocínio é o seguinte: pegar a medida de coordenação da peça desejada, nesse caso 30cm x 30cm e reduzir dela as folgas perimetrais para instalação da componente, ou seja, a junta de assentamento. A figura 5 traz as folgas com valor de 3mm, o que resultará em um revestimento modular, com medidas de fabricação de 29,7cm x 29,7cm. As folgas perimetrais são chamadas de ajustes de coordenação, que no caso do revestimento cerâmico, ela corresponde ao espaço que será preenchido com o rejunte.

**Figura 5 - Medida modular e medida nominal de um revestimento de 30cm x 30cm com junta de assentamento de 3mm**



Fonte: Autora (2018)

Sendo assim, a medida de coordenação pode ser obtida por:  $M_c = M_n + A_c$

Onde  $M_c$  é denominado medida de coordenação (ou medida modular, representada pelo valor  $3M \times 3M$ ),  $M_n$  é a medida nominal (correspondente a 29,7cm x 29,7cm) e o  $A_c$  é o ajuste de coordenação (ou seja, a junta de 3mm), ou seja:  $3M = 29,7\text{cm} + 3\text{mm}$ .

#### 2.2.4 Multimódulos

De acordo com a NBR 15873 (ABNT, 2010), o multimódulo configura um múltiplo inteiro do módulo básico. O uso dos multimódulos, com um maior número de divisores também modulares, aumenta as possibilidades de compatibilização de elementos e componentes construtivos de diferentes tipos, funções e origens, como por exemplo na série de 6M, todos os valores são múltiplos de 2M e de 3M.

#### 2.2.5 Submódulos

A NBR 15873 (ABNT, 2010) determina que os submódulos representam frações do módulo básico e possuem os seguintes valores normalizados:

$$M/2 = 50\text{mm}; M/4 = 25\text{mm}; M/5 = 20\text{mm}$$

### 2.3 Componente Modular

Para que um componente construtivo seja modular é necessário que suas medidas de coordenação sejam modulares como explicitado no item 2.2.3 e de acordo com a NBR 15873 (ABNT, 2010).

Além dos conceitos fundamentais da coordenação modular, faz-se necessário o entendimento de termos referentes aos componentes construtivos, como:

#### 2.3.1 Tolerância

Configura a diferença admissível entre a medida nominal de um elemento construtivo, ou seja, a medida de projeto dele (ex.: 29,7cm), e a medida real do componente, ou seja, a medida verificada diretamente nele (ex.: 29,78cm).

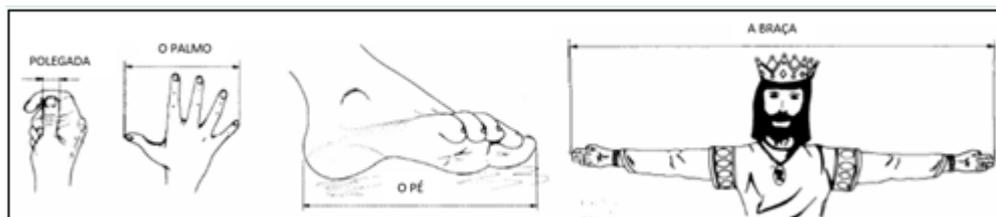
#### 2.3.2 Junta de assentamento

Segundo a NBR 13753 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento (ABNT, 1996), a junta de assentamento configura um espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes (figura 22).

## 2.4 Sistema de medidas

De acordo com o Instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia (INMETRO, 2016), a necessidade de medição é muito antiga e por muito tempo cada povo teve seu próprio sistema de medidas, com base em unidades arbitrárias e imprecisas, como por exemplo as que são baseadas no corpo humano, como a polegada, palmo, pé, braça ou côvado (figura 6).

**Figura 6 - Polegada, palmo, pé e braça**



Fonte: Repositório digital FIEMIG

Esse fato implicava complicações em atividades relacionadas ao comércio, principalmente, pois pessoas de regiões diferentes estavam familiarizadas apenas com seus próprios sistemas de medidas e sentiam dificuldade em comprar e vender produtos cujas características eram expressas em unidades diferentes e que não tinham correspondência entre si. Com a crise do feudalismo, diversas transformações políticas e econômicas criaram a necessidade de conciliar os interesses da nobreza aos da crescente burguesia mercantil, com isso, a formação dos Estados Nacionais tinha como característica a criação de unidades monetárias, idioma nacional e a padronização de pesos e medidas, para facilitar as trocas comerciais (INMETRO, 2016).

O Sistema Métrico Decimal, inicialmente, adotou três unidades básicas de medida, que eram o metro, o quilograma e o segundo, porém, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Em 1960, o Sistema Internacional de Unidades (SI) foi consolidado pela 11ª Conferência Geral de Peso e Medidas. Assim, a SI foi também adotada pelo Brasil em 1962 e, posteriormente, ratificado pela Resolução nº 12 (de 1988) do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Conmetro, tornando-se de uso obrigatório em todo o território brasileiro (INMETRO, 2016).

### 2.4.1 Métrico

O sistema métrico serve como base para os dois sistemas abaixo:

- Decimétrico - resulta da divisão de um metro em dez partes iguais (figura 1). O valor internacionalmente padronizado para o módulo básico pela ISO 1006 – Construção civil: coordenação modular: módulo básico (ISO, 1983a) é igual a 10 cm, inclusive aqui no Brasil (ZECHMEISTER, 2005).
- Octamétrico - consiste na divisão do metro em oito partes iguais, resultando na medida 12,5cm (figura 1) e que representa o módulo básico desse sistema, o qual foi desenvolvido por Ernest Neufert, durante a Segunda Guerra Mundial na Alemanha (ZECHMEISTER, 2005).

### 2.4.2 Pé-polegada

Atualmente o sistema pé-polegada não é amplamente utilizado, no entanto ainda tem força expressiva nos Estados Unidos da América. A unidade básica de comprimento é a jarda e atualmente é definida com base no Sistema Internacional de Unidades, medindo, portanto, 0,9144 m, de acordo com a Enciclopédia Columbia (apud ZECHMEISTER, 2005, p.37). Um pé consiste em um terço da jarda e uma polegada é um doze avos do pé. Tem-se assim:

**Figura 7 - Relação de dimensões**

a) 1 jarda = 0,9144 m ou 3 pés;
b) 1 pé = 0,3048 m ou 12 polegadas;
c) 1 polegada = 0,0254 m.

Fonte: Halliday et al. (1991)

De acordo com Gonzales (2015), apesar dos Estados Unidos ainda resistirem à adoção do sistema métrico, em 1988 o então presidente Ronald Reagan assinou uma lei que indicava que esse sistema era o “preferido” para o comércio naquele país. Atualmente existe uma lei federal que exige que os produtos de consumo carreguem em seus rótulos as especificações dimensionais no sistema tradicional e no sistema métrico.

As organizações, que defendem a mudança do sistema, indicam que o uso de dois pesos e medidas simultaneamente cria confusão e apontam que as empresas dos EUA gastam milhões de dólares por ano na adaptação de seus produtos ao mercado internacional. Um

exemplo grave de confusão que cria esta dualidade é a de uma nave espacial da NASA, que caiu em 1999 porque foi construída para navegar de acordo com o sistema de medidas anglo-saxão e antes de sua decolagem as instruções de voo foram dadas no sistema métrico (GONZALES, 2015).

## 2.5 Síntese das informações

Neste item são elencados os aspectos, identificados no capítulo 2, que geram influências nas dimensões dos revestimentos cerâmicos, de acordo com os conceitos da coordenação modular decimétrica.

### **ETAPA 1 – COORDENAÇÃO MODULAR**

#### **Aspectos identificados que influenciam o dimensionamento dos revestimentos cerâmicos**

- **Padrão dimensional decimétrico:** A norma de coordenação modular brasileira define que o dimensionamento do revestimento deve estar de acordo com o sistema de medida decimétrico;
- **Definição de componentes modular:** Para o componente ser modular é necessário que a soma da dimensão nominal da placa e da junta de assentamento resulte em uma medida múltipla de 10cm;
- **Relações comerciais:** o sistema de medidas adotado é importante para o estabelecimento de relações internacionais de comércio, um exemplo visto foi a relação comercial com os Estados Unidos;
- **Conjuntos modulares:** A norma de CM permite que um componente isolado não seja modular desde que em conjunto ele apresente dimensão modular;

Este capítulo traz informações a respeito da discussão sobre a relevância da CM, a nível mundial, nacional e local. É possível observar que o debate sobre o assunto ganhou força no período pós-guerra, principalmente nos países europeus que buscavam se reconstruir naquele período. Mesmo depois de tantas décadas é possível observar que a discussão ainda está presente em diversos países emergentes, como a Costa Rica, Malásia e no Brasil, por exemplo. A discussão ainda persiste porque esses países buscam diminuir os impactos ambientais e as perdas econômicas gerados pela indústria da construção civil.

Não há como abordar o tema da CM sem falar sobre a conectividade entre os componentes construtivos (blocos, portas, esquadrias, revestimentos e etc.). Dessa forma, este capítulo ilustra os princípios da CM aplicados ao componente revestimento cerâmico, que é o foco deste estudo.

### 3 INDÚSTRIA CERÂMICA

A indústria cerâmica nacional representa aproximadamente 1% do PIB do Brasil (ANFACER, 2015), e o segmento de produtos cerâmicos é o que mais gera empregos na indústria produtora de materiais de construção. O setor se destaca também com a expressiva utilização de blocos cerâmicos nos sistemas de alvenaria construídos no país, de acordo com a Anicer. No Brasil o setor cerâmico é dividido em 12 segmentos (tabela 2) que se diferenciam pelos produtos obtidos e mais precisamente pelos mercados em que estão inseridos (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

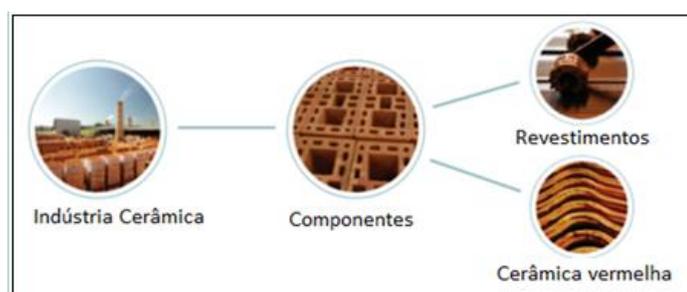
**Tabela 2 - Segmentos da indústria cerâmica**

Segmentos da indústria cerâmica brasileira
1. Cerâmica estrutural vermelha
2. Revestimentos (pisos e azulejos)
3. Matérias Primas Naturais
4. Refratários
5. Cerâmica Técnica, Especiais, outras
6. Sanitários
7. Louça de Mesa e Adorno
8. Fritas, Vidrados e Corantes
9. Matérias Primas Sintéticas
10. Cerâmica Elétrica
11. Equipamentos para Cerâmica
12. Abrasivos

Fonte: Bustamante e Bressiani (2000), adaptado

A indústria cerâmica nacional não é homogênea, no que se refere à configuração tecnológica, visto que alguns segmentos se sobressaem em relação a outros, como é o caso do segmento produtor de revestimentos, que possui grande destaque no cenário nacional e mundial.

**Figura 8 - O setor e sua abrangência**



Fonte: Anicer (2016)

### 3.1 Indústria cerâmica vermelha

A cerâmica vermelha como material de construção, precedida apenas pela pedra e pela madeira, é empregada pela humanidade há milhares de anos por ser um material natural, produzido a partir dos quatro elementos da natureza (terra, ar, fogo e água), não utiliza aditivos insalubres aos ocupantes dos imóveis e ao meio ambiente e ainda proporciona conforto ambiental para o usuário (ABDI, 2015).

Este segmento se caracteriza pela produção de componentes como blocos, tijolos maciços, elementos vazados, lajes, argila expandida e telhas, por exemplo, e possui a nomenclatura “vermelha” devido à presença de compostos ferrosos que desenvolvem coloração avermelhada, de acordo com a Anicer (2015).

É caracterizada também por ser uma indústria bastante pulverizada e espalhada por todo o país, com unidades localizadas relativamente próximas aos mercados consumidores. Prado e Bressiani (2013) destacam que, embora haja exceções, a grande maioria dos produtores é composta de pequenas empresas de organização simples e familiar. Muitas empresas apresentam processos produtivos bastante artesanais, tais processos ainda dependentes da precisão humana, o que tendem a resultar em peças com diferenças entre si, dificultando a padronização dos mesmos.

De qualquer forma, ela representa uma atividade de importância significativa para a construção civil. Além disso, possui papel social importante pois, de acordo com a Anicer, estima-se que o segmento gere 293 mil empregos diretos e 900 mil indiretos (figura 9).

**Figura 9 - Números da indústria cerâmica**



Fonte: Anicer (2016)

### 3.2 Indústria de revestimentos cerâmicos

O setor de revestimento cerâmico, pertencente ao ramo da indústria de minerais não metálicos, produz azulejos, porcelanatos, pastilhas e etc., voltados ao revestimento de pisos e paredes de ambientes residenciais, institucionais, comerciais e industriais, internos e externos (BNDES, 2013).

O segmento em questão contempla cerca de 100 fábricas instaladas em 18 estados do Brasil, sendo que mais de 80% se encontram nos polos cerâmicos regionais de Santa Catarina e São Paulo (PRADO; BRESSIANI, 2013).

O Brasil é também o segundo país no *ranking* dos maiores produtores deste material (tabela 3), segundo a revista internacional *Ceramic world* (ed. 2016), porém é também um grande consumidor, ocupando a segunda colocação no *ranking* dos países que se destacam em relação a este quesito (tabela 4). Talvez este detalhe explique o porquê do Brasil, apesar de ser o segundo maior produtor mundial, é somente o sétimo país com maiores índices de exportação desses componentes (tabela 9), ficando atrás de países como China, Itália, Espanha, Irã, Índia e Turquia.

**Tabela 3 - Ranking dos 10 países que mais produzem revestimentos cerâmicos**

PAÍS	2010	2011	2012	2013	2014	% na produção mundial em 2014	% var. 14/13
1. China	4.200	4.800	5.200	5.700	6.000	48,4%	5,3%
2. Brasil	754	844	866	871	903	7,3%	3,7%
3. Índia	550	617	691	750	825	6,6%	10,0%
4. Espanha	366	392	404	420	425	3,4%	1,2%
5. Indonésia	287	320	360	390	420	3,4%	7,7%
6. Irã	400	475	500	500	410	3,3%	-18,0%
7. Itália	387	400	367	363	382	3,1%	5,2%
8. Vietnã	375	380	290	300	360	2,9%	20,0%
9. Turquia	245	260	280	340	315	2,5%	7,4%
10. México	210	221	231	230	230	1,9%	0,0%
Total	7.740	8.709	9.189	9.864	10.270	82,8%	4,1%
Total mundial	9.644	10.630	11.230	11.973	12.409	100,0%	3,6%

Fonte: *Ceramic World Review* (2016)

**Tabela 4 - Ranking dos 10 países que mais consomem revestimentos cerâmicos**

PAÍS	2010	2011	2012	2013	2014	% na produção mundial em 2014	% var. 14/13
1. China	3.500	4.000	4.250	4.556	4.894	40,5%	7,4%
2. Brasil	700	775	803	837	853	7,1%	1,9%
3. Índia	557	625	681	718	756	6,3%	5,3%
4. Indonésia	277	312	340	360	407	3,4%	13,1%
5. Vietnã	330	360	254	251	310	2,6%	23,5%
6. Irã	335	395	375	350	280	2,3%	-20,0%
7. AS	182	203	230	235	244	2,0%	3,8%
8. EUA	186	1994	204	230	231	1,9%	0,4%
9. Rússia	158	181	213	231	219	1,8%	5,2%
10. Turquia	155	169	184	226	215	1,8%	4,5%
Total	6.380	7.214	7.534	7.994	8.409	69,5%	5,2%
Total mundial	9.543	10.486	10.978	11.604	12.095	100,0%	4,2%

Fonte: *Ceramic World Review* (2016)

A indústria brasileira, de revestimentos cerâmicos, é uma potência mundial. Com relação às atividades de pesquisa e desenvolvimento da área, Boschi (2002) comenta que grande parte é feita nas próprias empresas e/ou nos laboratórios dos seus fornecedores de equipamentos e insumos, com resultados que vêm contribuindo para o crescimento do setor. Esse tipo de desenvolvimento tem como vantagem a facilidade, rapidez e baixos riscos envolvidos na transferência de resultados para o processo produtivo, no entanto, as limitações que são impostas, pelas empresas, como a necessidade de uma aplicação imediata, barata e simples, dificultam o desenvolvimento de pesquisas que poderiam implicar avanços mais significativos. De forma geral, essas limitações contribuem para que haja um certo preconceito em relação às atividades desenvolvidas em instituições de pesquisa que não estão diretamente ligadas à atividade produtiva.

### 3.2.1 Placa cerâmica

Esse tópico traz conceitos importantes para a compreensão do componente revestimento cerâmico, tais como suas formas de produção, configuração, classificação e dimensionamento das peças.

### 3.2.2 Produção

O processo produtivo básico dos revestimentos cerâmicos, pode ser dividido em três etapas: mineração de matérias-primas, preparação da massa que compões as placas e processo cerâmico (BNDES, 2013).

Em relação à fabricação, os revestimentos podem ser classificados em três grupos:

**Tabela 5 - Tipo de revestimento quanto à fabricação**

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>	<b>Processo</b>
Extrudada ou Maromba	A	São placas cerâmicas para revestimento, cujo corpo foi conformado no estado plástico em uma extrusora (maromba) para, a seguir, ser cortado. São divididos em dois tipos: tipo “precisão” e tipo “artesanal”
Prensada	B	São placas cerâmicas conformadas em prensas, a partir de uma mistura finamente moída
Outros processos	C	Placa cerâmica produzida por outros processos

Fonte: IAU/USP adaptado

No Brasil, mais de 95% das placas cerâmicas são produzidas através do processo de prensagem. O processo de extrusão ainda é utilizado, mas com pouca expressividade, e por enquanto não há registros de outros processos no país (SANTOS, 2012).

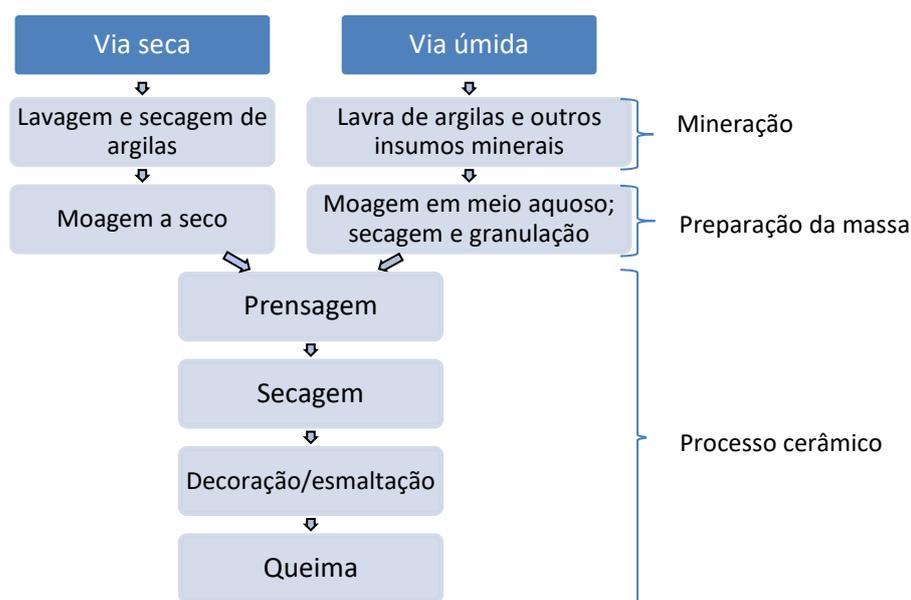
Uma característica típica da produção brasileira, e única no cenário mundial, segundo Cabral Júnior (2010), é a utilização de dois processos produtivos distintos em seu parque industrial: a via úmida, tradicionalmente utilizada, e a via seca, de desenvolvimento mais recente. Como ilustrado na figura 10, as diferenças entre os dois processos se concentram nas duas primeiras etapas.

O processo por via seca utiliza uma mistura de diferentes tipos de argilas vermelhas, elas passam por um processo natural de secagem, são trituradas em moinhos pendulares ou de martelo, e em seguida passam pelo processo cerâmico, caracterizado pela prensagem, secagem, decoração e queima da peça (BNDES, 2013). A secagem é realizada naturalmente, expondo-a ao sol. As maiores vantagens desse processo são os menores custos energéticos e o menor impacto ambiental (SINDICER, 2017).

O processo por via úmida utiliza um número maior de matérias primas como argila, caulim, filito, rochas feldspáticas, talco, quartzo, etc., cuja mistura resulta em uma massa de cor clara, que passa por moinhos de bola nos quais são misturadas, trituradas e homogeneizadas em meio aquoso. Antes de seguir para o processo cerâmico, a massa passa por um procedimento

de secagem e granulação em *spray dryer* (atomizador). A maior vantagem desse processo é não precisar esperar a secagem da argila pelo sol e por conseguir uma massa mais homogênea (SINDICER, 2017). O processo por via úmida é reconhecido pela qualidade do produto final, enquanto que o processo por via seca opera com menores custos de materiais, insumos energéticos e manutenção de equipamentos, resultando em produtos frequentemente apontados como mais vulneráveis às patologias por causa de limitações tecnológicas do processo produtivo (BNDES, 2013).

**Figura 10 - Fases do processo produtivo dos revestimentos cerâmicos**



Fonte: BNDES (2013) adaptado

De qualquer forma, assim como tantos outros quesitos da construção civil brasileira que estão intimamente ligados aos aspectos financeiros, a economia de custos que o processo por via seca proporciona implicou expressivo ganho de mercado nos últimos anos, e em 2012 essa participação chegou a 75% da produção brasileira, de acordo com o BNDES (2012).

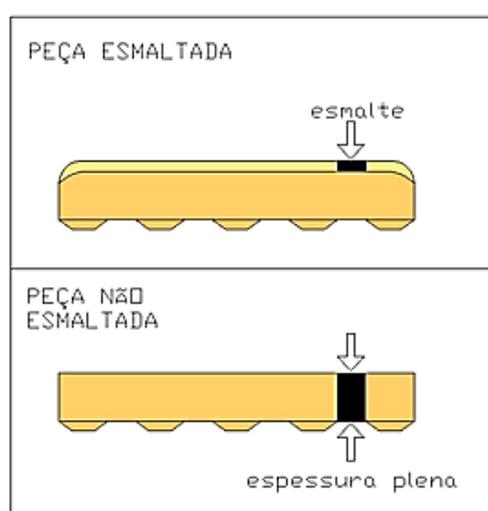
O processo pela via seca concentra-se no polo de Santa Gertrudes, localizado no estado de São Paulo, formado além do município, pelas cidades de: Rio Claro, Cordeirópolis, Itacemópolis, Ipeúna, Limeira e Piracicaba, representando cerca de 70% da produção nacional dessa modalidade (SINDICER, 2017). A maior fábrica de revestimentos cerâmicos, situada no estado de Alagoas, também tem sua produção caracterizada pelo sistema via seca, como será detalhado mais adiante.

### 3.2.3 Configuração

Os revestimentos cerâmicos podem ser produzidos em diversos tamanhos, formatos, cores e texturas. Quanto ao acabamento superficial, a NBR 13817 (ABNT, 1997) determina que elas podem ser esmaltadas ou não esmaltadas. Essa característica interfere diretamente na funcionalidade da mesma, influenciando na sua escolha para determinados usos.

Os esmaltados são formados pela base de argila com cobertura da esmaltação para conferir acabamento superficial. Os revestimentos não esmaltados possuem corpo único e não passam pelo processo de esmaltação, sendo a coloração superficial uniforme para todo o corpo cerâmico (figura 11).

**Figura 11 - Configuração da placa cerâmica**



Fonte: IAU/USP adaptado

### 3.2.4 Classificação

Há no mercado diversos tipos de revestimentos com diferentes denominações, como porcelanatos, azulejos, pastilhas e etc., esses revestimentos são classificados de acordo com o grau de porosidade da base da massa e pelo método de fabricação. São essas características que determinam a denominação da placa, conforme a tabela abaixo:

**Tabela 6 - Classificação dos revestimentos quanto à absorção de água**

Tipologia do produto	Absorção de água %	Grupo	Aplicações
Porcelanato	0 a 0,5	B Ia	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas
Grês	0,5 a 3,0	B Ib	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas
Semi-grês	3,0 a 6,0	B IIa	Paredes e pisos internos, pisos externos
Semi-poroso	6,0 a 10	B IIb	Paredes e pisos internos
Poroso	Acima de 10	B III	Paredes internas

Fonte: INMETRO, adaptado

A denominação “B”, estabelecida para classificação dos grupos da tabela 6, diz respeito ao método de fabricação da peça (o qual foi explicado na tabela 5), que se caracteriza pelo método de prensagem, que é o processo mais utilizado no Brasil, como mencionado anteriormente.

Quanto menor for o grau de absorção de água e maior a espessura da placa, maior será também a resistência à flexão da peça. O grau de absorção de água, está diretamente ligado ao processo de fabricação, de acordo com a NBR 13818 (ABNT, 1997). No caso do porcelanato, que representa o tipo de revestimento com menor índice de absorção, ele é produzido através do processo por via úmida (figura 10), o qual recebe água ainda durante a mistura da massa e passa por um processo de secagem em *spray dryer* (atomizador), ao contrário do que acontece com o revestimento do grupo B III (tabela 6), o qual é produzido pelo sistema de via seca, onde a massa não é misturada à água e a secagem é feita de maneira natural, resultado disso é que o revestimento assumirá característica mais porosa.

Os revestimentos podem ser classificados, também, a partir de outras características, físicas, químicas, geométricas e visuais, identificadas na figura 12, no entanto é importante destacar aqui a classificação em relação à absorção de água, por que esse aspecto está diretamente ligado ao que a NBR 13818 (ABNT, 1997) recomenda em relação às tolerâncias dimensionais admitidas no processo de fabricação, que configura um aspecto relevante para a questão da padronização dimensional dos revestimentos e para esse estudo.

**Figura 12 - Características dos revestimentos**

Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorção de água; resistência à flexão; resistência à abrasão superficial; resistência à abrasão profunda; resistência ao risco – dureza mohs; expansão por umidade (EPU); dilatação térmica linear; resistência ao choque térmico; resistência ao congelamento; coeficiente de atrito (resistência ao deslizamento) e resistência ao gretamento.</li> </ul>
Características químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência ao manchamento; resistência ao ataque químico.</li> </ul>
Características geométricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionais: lados e espessura;</li> <li>• Forma: ortogonalidade, retitude lateral e planaridade.</li> </ul>
Características visuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defeitos e tonalidade.</li> </ul>

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997), adaptado

Os revestimentos também podem ser classificados de acordo com seu tipo de acabamento de borda (figura 13). Eles podem ser do tipo “bold” ou “retificado”. Esse aspecto, além do caráter visual, também influencia o dimensionamento final da peça e o tamanho da junta de assentamento, por exemplo.

**Figura 13 - Tipos de acabamento de borda**

Fonte: Autora (2018)

Os revestimentos com acabamento tipo “bold” possuem suas bordas abauladas. Esse tipo de produto, ao sair da etapa de queima (figura 10) não passa pelo processo final de corte

da peça, e a consequência é que as medidas desse tipo de revestimento são menos precisas, além disso esses produtos devem ser assentados com juntas mais espessas que as do tipo retificado.

Os revestimentos retificados, ao final da queima passam por um processo de corte em suas laterais que garantem dimensões finas e precisas, permitindo maior alinhamento durante o assentamento, demandando juntas menores e em alguns casos até junta seca, como é o caso de revestimentos decorativos de parede. Esse processo adicional (retificação), após a etapa da queima, tem impacto direto no custo final desse tipo de peça, o que se conclui que em relação ao dimensionamento dos revestimentos, quanto mais preciso for o tamanho, mais alto será o seu custo para o consumidor.

Os produtos acabados também podem ser classificados em A, B, C e D de acordo com os defeitos das peças. Essa classificação é feita eletrônica ou visualmente e também têm influência direta sobre o custo final do produto. Os revestimentos B, C e D são, respectivamente, 15%, 40% e 60% mais baratos que o A (GORINI e CORREA, 1999).

### 3.2.5 Dimensionamento

Existe uma enorme variedade de revestimentos cerâmicos disponíveis no mercado. Das características apresentadas pelo material, a questão dimensional da peça é a que está diretamente ligada à temática da coordenação modular. No entanto, a incontável quantidade de dimensões distintas, apresentadas por um mesmo fabricante ou por diferentes empresas, dificulta a consolidação dos padrões decimétricos na cadeia da construção civil como um todo.

Quanto às dimensões dos revestimentos, conforme a NBR 13818 (ABNT, 1997), elas podem ser:

- Nominal – dimensão utilizada para descrever o formato do produto
- De fabricação – dimensão especificada para fabricação

As informações referentes às dimensões das peças devem estar contidas na embalagem de cada produto, elas são importantes não somente para o consumidor, mas também para o profissional responsável pelo assentamento das peças (INMETRO, 2016).

Durante a fabricação dos revestimentos, em decorrência de processos como a queima por exemplo, ocorrem alterações nos tamanhos das placas. Essas alterações estão previstas na NBR 13818 (ABNT, 1997) e são denominadas tolerâncias.

Cada uma das etapas de fabricação dos revestimentos pode exercer influência sob o aspecto dimensional da peça. De acordo com Melchiades et al (2001), as etapas do processo de fabricação que podem alterar a forma das peças, são:

- Secagem:
  - Pode causar imprecisões de forma, geradas por gradientes térmicos no secador que acarretam retrações diferenciais entre regiões de uma mesma peça;
- Esmaltação:
  - Pode causar curvaturas nas peças após a aplicação dos esmaltes, decorrentes da retração das camadas de engobe/esmalte que ocorre durante sua secagem;
- Queima:
  - Pode causar deformações geradas por retrações diferenciais entre regiões de uma mesma peça, causadas por gradientes de temperatura nas distintas regiões do forno.

### 3.2.6 Equipamentos

Gorini e Correa (1999) comentam que o processo de produção na indústria cerâmica, no geral, é bastante automatizado, com a utilização de equipamentos de última geração e interferência humana mais restrita às etapas como: controle de processo, inspeção da qualidade do produto acabado, armazenagem e expedição.

Boa parte das máquinas e equipamentos utilizados é fabricada no exterior (principalmente Itália), como por exemplo as máquinas e equipamentos para o processamento e revestimento, polimento e corte (GORINI e CORREA, 1999).

A seguir são listados os equipamentos que constituem uma linha de produção do processo de via úmida de cerâmica para revestimentos, de acordo com o Sebrae (2012):

- Box de matérias-primas – estoca a matéria-prima para a base;
- Balança – pesa as matérias-primas conforme a formulação;
- Moinho de bolas – mói, via úmida, as matérias-primas e produz a massa (barbotina);
- Atomizador – atomiza a barbotina para obter o pó;
- Silos de pó atomizado – armazena e homogeneiza o pó atomizado;
- Prensa e secador – formata e seca a base;
- Balança para esmalte – pesa o esmalte conforme a formulação;
- Moinho de esmalte e tanque com agitação – mói e estoca o esmalte;

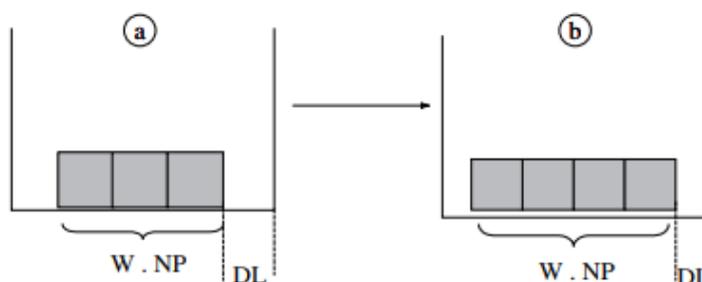
- Linha de esmaltação – aplica o esmalte e decora o revestimento cru;
- Forno – queima o revestimento esmaltado à temperatura da ordem de 1.160°C; e
- Máquina de classificação – escolhe, classifica e embala o produto.

De todos os equipamentos listados acima, o forno é o principal deles, o qual ditará o volume diário de produção.

Melchiades, Canavesi e Boschi (2006) comentam sobre como o tamanho do forno pode interferir diretamente nas dimensões dos revestimentos produzidos, a fim de se obter um volume de produção mais elevado.

A figura 14 ilustra como o dimensionamento do revestimento cerâmico pode interferir na produção de um forno, através da maximização da ocupação lateral do mesmo. A situação "b" demonstra como a fabricação de um produto com dimensões menores, que a situação "a", viabiliza a utilização de uma peça a mais no tapete de entrada do forno e que reduza a distância lateral entre o tapete de peças e a parede do equipamento. A situação "a" apresenta um revestimento com dimensões maiores que impedem um melhor aproveitamento lateral do forno e geram uma produção inferior com um mesmo ciclo de queima.

**Figura 14 - Representação esquemática que indica a ocupação lateral do forno. a) Peças maiores e baixa ocupação; e b) Peças menores e maior ocupação**



Fonte: Melchiades, Canavesi e Boschi (2006)

Os autores do estudo comentam que essa situação pode ser evidenciada através do seguinte exemplo: considerando um forno de 144m de comprimento e largura de 2,5m, a produção de um produto com dimensões finais de 35cm x 35cm pode ser consideravelmente aumentada se sua dimensão de fabricação for alterada para 31cm x 31cm. No caso do produto de 35cm x 35cm, seis peças podem ser dispostas lado a lado na entrada do forno e assim será possível obter uma produção diária máxima de 15.935m<sup>2</sup>. No entanto, o produto 31cm x 31cm permite a utilização de sete peças no tapete, e a produção máxima diária deste forno passaria a ser de 16.465m<sup>2</sup>. Essa alteração dimensional representa um ganho de produção de 3,3%, o que significa dizer que deve haver um aumento de produção mensal de 15.900m<sup>2</sup> neste forno.

O estudo aponta, ainda, que existem tamanhos de fabricação que são mais produtivos do que outros, considerando a ocupação do forno apresentada pelos mesmos. A tabela 7 demonstra os tamanhos de fabricação, de revestimentos quadrados, mais produtivos para fornos de três larguras diferentes, mantendo as demais condições fixas. Os tamanhos mais produtivos são diferentes para cada um dos fornos considerados, como mostra a tabela a seguir:

**Tabela 7 - Tamanhos de fabricação mais produtivos de acordo com a largura do forno**

Forno: L = 2,50 m	Forno: L = 2,60 m	Forno: L = 2,75 m
31,0 x 31,0 cm	32,5 x 32,5 cm	30,5 x 30,5 cm
36,0 x 36,0 cm	38,0 x 38,0 cm	34,5 x 34,5 cm
43,5 x 43,5 cm	45,5 x 45,5 cm	40,0 x 40,0 cm
54,5 x 54,5 cm	57,0 x 57,0 cm	48,5 x 48,5 cm

Fonte: Melchiades, Canavesi e Boschi (2006)

Outra constatação deste estudo é que em algumas empresas, a comercialização do produto é realizada através de embalagens que devem conter metragens inteiras do produto. Muitas vezes são evitados números “quebrados” no conteúdo da embalagem para facilitar as operações no ato da venda ao consumidor final. Assim, em um produto em que se comercializa embalagens contendo 2,00m<sup>2</sup>, o excedente presente na embalagem além dos 2,00m<sup>2</sup> acaba não sendo considerado no momento da venda e representa prejuízos consideráveis para a empresa.

Dessa forma, muitos fabricantes consideram, durante o dimensionamento dos produtos, o aproveitamento da embalagem em conjunto com a ocupação produtiva do forno. A tabela 8 apresenta, para o mesmo dimensionamento realizado anteriormente, os efeitos do tamanho de fabricação sobre o aproveitamento da caixa. Observa-se que, em função do tamanho de fabricação utilizado, a metragem obtida na embalagem é alterada e as perdas de produção por esse motivo, variam significativamente.

**Tabela 8 - Tamanhos de fabricação mais produtivos para dimensionamentos**

Forno	Forno - embalagem
31,0 x 31,0 cm	31,0 x 31,0 cm
36,0 x 36,0 cm	35,5 x 35,5 cm
43,5 x 43,5 cm	43,0 x 43,0 cm
54,5 x 54,5 cm	53,5 x 53,5 cm

Fonte: Melchiades, Canavesi e Boschi (2006)

Esse estudo é interessante por que ilustra dois bons exemplos de como a indústria é livre para produzir da maneira que for mais lucrativa para as empresas fabricantes, em detrimento de

aspectos como a questão dimensional, responsável pela incidência dos cortes durante o assentamento dos revestimentos.

### 3.2.7 Estética

Se compararmos dois componentes construtivos, blocos e revestimentos cerâmicos, poderíamos entender, de forma genérica, que os blocos representam a estrutura, enquanto os revestimentos assumem a função de proporcionar um tipo de identidade visual à edificação ou ao ambiente. Metaforicamente, poderíamos associar a edificação ao corpo humano, onde os blocos assumiriam o papel de estrutura óssea e os revestimentos poderiam representar a roupa da mesma.

Os revestimentos cerâmicos são componentes construtivos, que assim como blocos e telhas, eles também estão ligados à construção civil, no entanto os revestimentos fazem parte de uma indústria que, além de toda a tecnologia empregada nas composições físicas e químicas das peças, se assemelha à indústria da moda, na qual conceitos como estilo, tendência, coleções e design (cores, texturas, dimensões e formatos) buscam atribuir identidade ao cliente que procura esse tipo de produto, seja através da estética da sua roupa ou dos ambientes de sua casa, por exemplo.

O design dos revestimentos cerâmicos é uma das características que confere competitividade entre as empresas produtoras que estão no mercado. O BNDES (2013), em seu informe setorial, recomenda que as empresas desse segmento não pautem a competitividade baseada apenas nos preços dos produtos, mas que se estimulem e apoiem investimentos em novas tecnologias, como os sistemas digitais de decoração e de produção de placas com grandes dimensões, e que o design local possa ser valorizado através da consolidação de uma identidade própria.

A questão do dimensionamento dos revestimentos cerâmicos é diferente da abordagem do dimensionamento de blocos, por exemplo. Em se tratando dos blocos, as dimensões dos componentes estão ligadas à produtividade em obra, e a questão estética não ganha tanta atenção por se tratar de peças que, no geral, não ficam expostas. Em se tratando dos revestimentos, o aspecto dimensional, além de também estar ligado à produtividade em obra, está intimamente ligado ao *design* do produto e, como mencionado anteriormente, essa é uma característica importante para estabelecer competitividade entre os produtores.

**Figura 15 - Tendências de moda e de decoração**

Fonte: [blogspot.com.br/2013/08/moda-e-casa.html](http://blogspot.com.br/2013/08/moda-e-casa.html)

Devido a este fato, a abordagem a respeito de modificações nos padrões dimensionais da indústria de revestimentos cerâmicos requer atenção, pois a viabilidade dessas mudanças não diz respeito somente aos benefícios relativos à construção civil, mas também implica alterações nas estratégias de mercado desse segmento.

### 3.3 Exportação

O Brasil tem destaque mundial no mercado de revestimentos cerâmicos, ele é o segundo maior produtor desse componente, ficando atrás somente da China (tabela 3).

No entanto, apesar de ser um grande produtor, no que se refere ao comércio internacional, o Brasil ocupa a sétima colocação no *ranking* dos maiores exportadores (tabela 9), ficando atrás de países europeus como Espanha e Itália.

**Tabela 9 - Ranking dos países que mais exportam revestimentos cerâmicos no mundo**

PAÍS	2011	2012	2013	2014	% na produção mundial em 2014	% na exportação mundial em 2014	% var. 14/13
1. China	1.015	1.086	1.148	1.110	18,5%	41,4%	-3,3%
2. Espanha	263	296	318	339	82,7%	12,6%	6,6%
3. Itália	298	289	303	314	82,2%	11,7%	3,6%
4. Irã	65	93	114	109	26,6%	4,1%	-4,4%

5. Índia	20	33	51	92	11,1%	3,4%	80,4%
6. Turquia	87	92	88	85	27,0%	3,2%	3,4%
7. Brasil	60	59	63	69	7,6%	2,6%	9,5%
8. México	59	63	64	62	27,0%	2,3%	-3,1%
9. UAE	48	50	51	53	54,1%	2,0%	3,9%
10. Polônia	36	42	48	42	31,3%	1,6%	-12,5%
Total	1.961	2.103	2.248	2.275	23,4%	84,8%	1,5%
Total mundial	2,346	2,520	2,655	2,683	21,6%	100%	1,1%

Fonte: *Ceramic World Review* (2016)

Os países que mais importam os revestimentos brasileiros (tabela 11) são o Paraguai e os Estados Unidos, que é o maior importador mundial desse componente (tabela 10), seguidos por outros países da América do Sul e América Central.

**Tabela 10 - Ranking dos países que mais importam revestimentos cerâmicos no mundo**

PAÍS	2011	2012	2013	2014	% na produção mundial em 2014	% na exportação mundial em 2014	% var. 14/13
1. EUA	131	139	160	159	68,8%	5,9%	-0,6%
2. AS	134	155	155	149	61,0%	5,6%	-3,9%
3. Iraque	80	105	121	102	99,0%	3,8%	-15,7%
4. França	110	107	96	99	86,1%	3,7%	3,1%
5. Alemanha	90	89	89	95	79,2%	3,5%	6,7%
6. Nigéria	47	61	84	90	89,1%	3,4%	7,1%
7. CS	63	61	65	76	63,3%	2,8%	16,9%
8. Rússia	63	72	80	73	33,3%	2,7%	-8,8%
9. UAE	50	52	53	54	54,5%	2,0%	1,9%
10. Filipinas	31	38	46	53	63,1%	2,0%	15,2%
Total	799	879	949	950	66,2%	35,4%	0,1%
Total mundial	2,346	2,520	2,655	2,683	22,2%	100,0%	1,1%

Fonte: *Ceramic World Review* (2016)

**Tabela 11 - Ranking dos países para os quais o Brasil mais exporta revestimentos cerâmicos**

<b>Países para os quais o Brasil mais exportou revestimentos cerâmicos em 2013</b>
1 – Paraguai
2 – EUA
3 – Rep. Dominicana
4 – Uruguai
5 – Venezuela
6 – Colombia
7 – Argentina
8 – Peru
9 – Trindad
10 – Haiti

Fonte: *Ceramic World Review* (2013)

Durante uma entrevista publicada pela revista *Techne* (ed.138, 2008), Hélio Greven falou sobre a importância das dimensões dos componentes construtivos, para as exportações de um país. Para exemplificar isso, ele comentou sobre a produção brasileira de folhas de madeira compensada, onde os Estados Unidos são os maiores compradores deste material. Uma das medidas mais vendidas é a de 1,22m x 2,44m, que corresponde a 4x8 pés, que é o sistema de medidas amplamente utilizado por aquele país.

Como o Brasil é um grande produtor e ao mesmo tempo um grande consumidor de revestimentos cerâmicos, é possível afirmar que os padrões dimensionais produzidos aqui são amplamente aceitos na indústria nacional da construção.

Os maiores importadores de revestimentos brasileiros, elencados na tabela 11, com exceção dos Estados Unidos, são países emergentes e que não tiveram participação expressiva, durante o início do século XX, nos estudos e ações que culminaram nas normas que hoje estabelecem os princípios da coordenação modular.

Em relação aos Estados Unidos, estes ainda mantêm o sistema de medidas em pés e polegadas. Esse padrão de medidas pode ser observado em embalagens de revestimentos brasileiros, e isso pode ser explicado pelo fato deles serem um dos principais importadores do Brasil, demandando esse tipo de configuração dimensional.

### 3.4 Revestimentos cerâmicos em Maceió – AL

O cenário da indústria de revestimentos cerâmicos em Alagoas, anteriormente a 2015<sup>4</sup>, se caracterizava por pequenas olarias, produtores e empresas familiares, marcados por processos artesanais e baixo controle de qualidade. As grandes demandas do setor da construção civil eram atendidas unicamente por empresas situadas em outros estados, e o fator da distância implicava um valor adicional referente ao transporte. Em relação aos pequenos consumidores e construtores, as lojas de materiais de construção e revenda de multimarcas de revestimentos, caracterizavam a alternativa destinada a esse grupo.

Com a chegada da “Fábrica X”, que é uma marca pertencente ao “Grupo Y”, as construtoras locais passaram absorver os produtos fabricados, beneficiadas pelo custo reduzido do material devido a não necessidade de grandes deslocamentos.

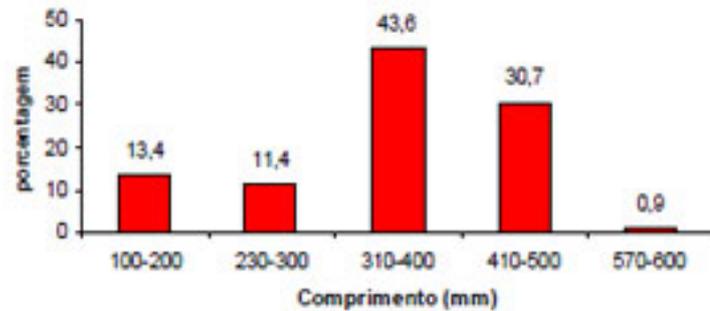
A ampla maioria das edificações em Alagoas, especialmente os prédios da capital Maceió, utilizam o componente revestimento cerâmico, e isso torna-se visível ao observar o padrão estético das fachadas, por exemplo, empregado nos edifícios da capital.

De acordo com Barboza et al. (2011), através de entrevistas às construtoras maceioenses, certificadas com o sistema de gestão de acordo com a ISO:9001 (ABNT, 2008), foi constatado que todas as empresas entrevistadas utilizavam o componente revestimento cerâmico em 100% de suas obras. Cerca de 80% das construtoras utilizavam entre 50% e 99% de revestimentos cerâmicos nas fachadas e usam em mais de 50% das obras esse mesmo material nas paredes de banheiros e cozinhas. As construtoras afirmaram que não trabalhavam sempre com o mesmo fornecedor, pois este depende do padrão da obra. Durante a mesma pesquisa, que foi publicada na revista ambiente construído, foi realizada uma investigação a respeito das dimensões das placas cerâmicas comercializadas nas lojas de materiais de construção em Maceió. Os resultados obtidos foram:

---

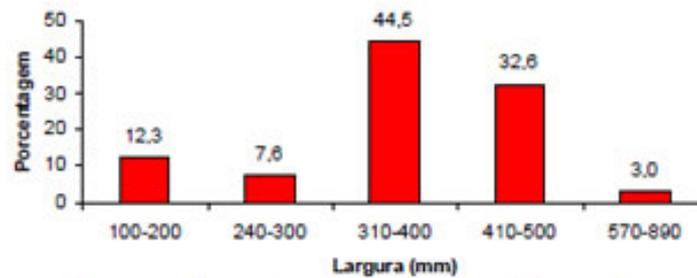
<sup>4</sup> Ano em que a maior fábrica de revestimentos do Nordeste se instalou no estado de Alagoas, na cidade de Marechal Deodoro.

**Gráfico 1 - Variação do comprimento dos revestimentos cerâmicos comercializados em Maceió - AL**



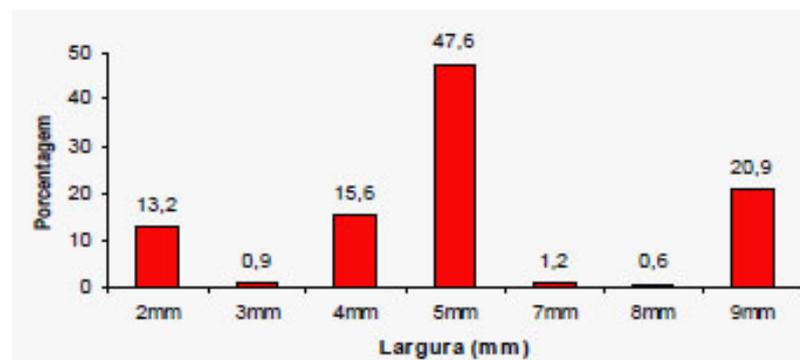
Fonte: Barboza et al. (2011)

**Gráfico 2 - Variação da largura dos revestimentos cerâmicos comercializados em Maceió - AL**



Fonte: Barboza et al. (2011)

**Gráfico 3 - Tamanho da junta proposta pelos fabricantes**



Fonte: Barboza et al. (2011)

O estudo constatou que há uma grande variedade, no que se refere ao aspecto dimensional, de revestimentos cerâmicos disponíveis no mercado maceioense.

Cerca de 70% do total das peças avaliadas, possuíam dimensões (tanto comprimento quanto largura) que variavam entre 31cm e 50cm (gráficos 2 e 3).

Quanto às juntas especificadas pelos fabricantes (gráfico 4), a espessura de 5mm predominou em relação aos demais tamanhos, com incidência em 47,6% das peças.

### 3.5 Síntese das informações

Neste item são elencados os aspectos, identificados no capítulo 3, que geram influências nas dimensões dos revestimentos cerâmicos, de acordo com características inerentes à produção brasileira de revestimentos.

## ETAPA 2 – PRODUÇÃO

### Aspectos identificados que influenciam o dimensionamento dos revestimentos cerâmicos

- **Modo de Produção:** via seca ou via úmida;
- **Acabamento de borda:** tipo “bold” ou tipo “retificada”, impactando no dimensionamento da junta de assentamento;
- **Design da peça:** características físicas determinadas para atribuir um valor estético ao componente;
- **Competitividade:** o Brasil, por ser o segundo maior produtor mundial de revestimentos, possui um mercado competitivo, assim, as empresas precisam se diferenciar no mercado e as características dimensionais das placas podem garantir que um determinado produto, com cores e tamanhos específicos, seja encontrado somente em uma determinada empresa, por exemplo;
- **Tamanho do forno:** Pode influenciar às dimensões do revestimento se a intenção for obter uma maior produtividade do equipamento;
- **Processo de queima:** o controle dessa etapa é importante por que é nessa fase que ocorre deformações por conta da expansão do material;
- **Porcelanato x Cerâmica vermelha:** o porcelanato pode atingir até a medida de 1m x 3m, enquanto a cerâmica tem dimensão máxima de 60cm x 60cm.

Este capítulo abordou os aspectos relativos ao atual modo de produção de revestimentos cerâmicos no Brasil e como esse modelo influencia as dimensões finais do produto. Demonstrou também que o país ocupa uma posição de destaque no mercado mundial neste segmento e como essa indústria gera impactos na economia nacional.

#### 4 NORMAS BRASILEIRAS PARA PRODUÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

O Relatório de Avaliação dos Esforços para Implantação da Coordenação Modular no Brasil, organizado pela ABDI em 2009, traz uma série de indicações referentes às dificuldades para a consolidação da CM no país, pontuando problemas encontrados nos mais diversos segmentos da indústria de componentes construtivos.

No que se refere ao segmento do componente revestimento cerâmico, o relatório engloba a avaliação das normas de revestimentos (vigentes naquele ano), com base na norma de coordenação modular da época (tabela 12). A constatação final foi que, das nove normas avaliadas, apenas uma, a NBR 5719 – Revestimento (ABNT, 1982) fazia alguma referência às dimensões das placas.

O presente capítulo apresenta uma atualização dessa ação que foi realizada em 2009, e além disso busca identificar os principais pontos que geram influência no aspecto dimensional da placa. Essa atualização é necessária pois, posteriormente ao Relatório da ABDI, a norma de coordenação modular foi atualizada, e a mesma veio a cancelar, como já foi mencionado anteriormente, outras 25 normas, dentre as quais, a NBR 5719 (ABNT, 1982), mencionada no Relatório como sendo a única norma a fazer referência ao dimensionamento das peças, também foi suspensa.

**Tabela 12 – Normas analisadas em 2009 e no presente estudo**

<u>Relatório ABDI 2009</u>		<u>Presente Estudo</u>
Norma	Situação	Norma
NBR 5796:1977 - Coordenação Modular da Construção	Em vigor na época, porém já em processo de substituição pela NBR 15873:2010	NBR 15873:2010 – Coordenação Modular para edificações
NBR 13816:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia	Em vigor atualmente	NBR 13816:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia
NBR 13817:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Classificação	Em vigor atualmente	NBR 13817:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Classificação

NBR 13818:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios	- Em vigor atualmente	NBR 13818:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios	
NBR 15463:2007 - Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato	- Em vigor na época, e atualizada em 2013	NBR 15463:2013 - Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato	
NBR 13753:1996 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento	- Em vigor atualmente	NBR 13753:1996 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento	
NBR 13755:1997 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento	- Em vigor na época, e atualizada em 2017		x
NBR 10247:1988 - Produtos de cerâmica vidrada e queimada - Determinação da resistência à abrasão.	- Cancelada atualmente		x
NBR 13754:1996 - Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento	- Em vigor atualmente		x
NBR 5719:1982 - Revestimentos	- Cancelada atualmente		x

Fonte: Autora (2018)

Ao contrário da NBR 15873 – Coordenação Modular para Edificações (ABNT, 2010), as normas para revestimentos cerâmicos, abordadas neste estudo (tabela 12), são obrigatórias para que as empresas adquiram certificado de qualidade.

As análises descritas nesse capítulo visam, apenas, aos aspectos relacionados às dimensões das placas cerâmicas.

#### 4.1 Norma de revestimentos cerâmicos - Terminologia

Essa norma tem como objetivo definir os termos relativos às placas cerâmicas para revestimento, esmaltadas e não esmaltadas.

##### 1- Definições:

- Revestimento cerâmico e o conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.

- A dimensão nominal (N) é classificada pela norma em questão como sendo a dimensão utilizada para descrever o formato do produto. Exemplo: revestimento 30cm x 30cm.

Em relação a essa definição, percebe-se que há uma divergência entre o conceito de “dimensão nominal” estabelecido pela NBR 13816 (ABNT, 1997) e pela NBR 15873 (ABNT, 2010), a qual traz as definições dos termos relativos à CM. Para a NBR 15873 (ABNT, 2010), dimensão nominal é a medida esperada de um objeto, definida antes da execução/fabricação, subtraindo da mesma o espaço destinado à junta. Ex.: para um revestimento descrito como 30cm x 30cm, com junta de assentamento de 5mm, sua medida nominal deveria ser de 27,5cm x 27,5cm.

- A dimensão real individual de cada placa (r) corresponde à dimensão média dos quatro lados de uma placa cerâmica quadrada, ou de dois lados correspondentes de uma placa retangular, considerando as dimensões medidas diretamente no objeto. Exemplo: soma as dimensões dos lados de uma placa quadrada e divide por 4. Ou soma os dois lados correspondentes de uma placa retangular e divide por 2.

- A dimensão real média (R) é o tamanho médio de 10 placas. Exemplo: Soma os tamanhos médios (r) de 10 placas e divide por 10

- A dimensão de fabricação (W) corresponde à dimensão especificada para fabricação, de acordo com a NBR 13818 (ABNT, 1997), descrito no item 4.3. Essa dimensão corresponde à dimensão nominal que a norma de coordenação modular especifica, ou seja, é o tamanho do objeto subtraindo-se o espaço necessário para a junta de assentamento.

- Os calibres dos revestimentos correspondem aos lados das placas cerâmicas que são medidos e classificados em faixas de dimensão (*size ranges*). Por exemplo: revestimentos quadrados com dimensões prevista de fabricação (W) de 27,5cm, 27,6cm e 27,6cm possuem calibres de 5, 6 e 7 respectivamente. A tabela 13 ilustra outros exemplos:

**Tabela 13 - Indicação de calibres**

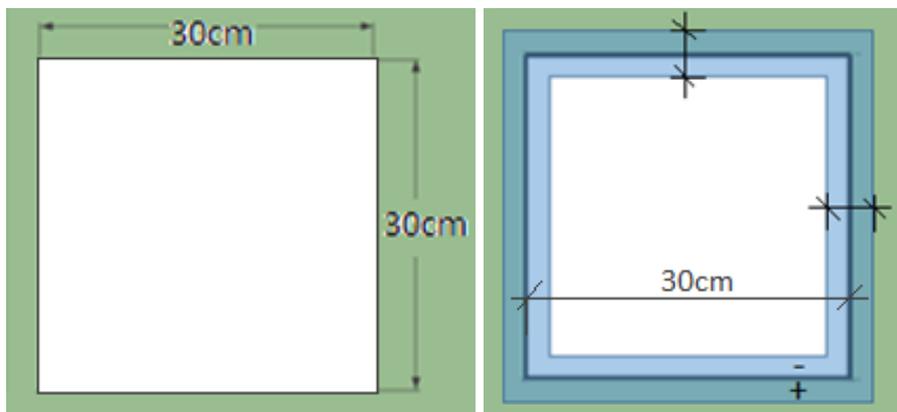
Milímetros	Código
198	8
199	9
200	0
201	1

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

A norma em questão, que trata diretamente das terminologias relacionadas aos revestimentos cerâmicos, traz os conceitos de três tolerâncias dimensionais, no entanto somente a NBR 13818 (ABNT, 2010), explicita os valores permitidos, como será descrito adiante:

- a) Afastamento da dimensão de fabricação com relação à dimensão nominal (**W com relação a N**), conforme a figura 16:

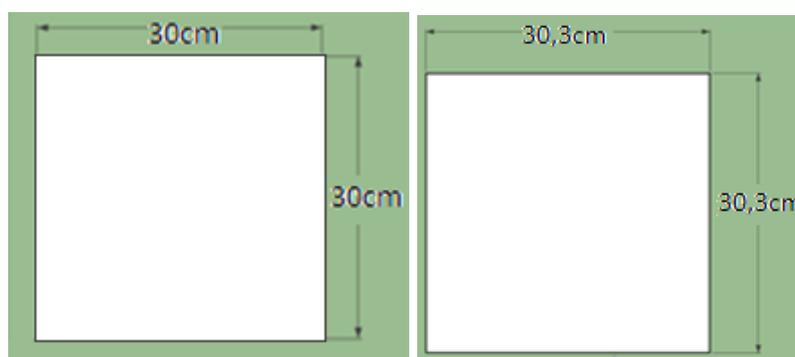
**Figura 16 - Afastamento da dimensão de fabricação (W) com relação à dimensão nominal (N), onde, neste exemplo, a placa tem  $N = 30\text{cm} \times 30\text{cm}$  e a área em azul representa o afastamento, positivo ou negativo, permitido**



Fonte: Autora (2018)

A figura 17 ilustra um exemplo de placa cerâmica com variação dimensional (W em relação a N) positiva:

**Figura 17 - Revestimento com  $N = 30\text{cm} \times 30\text{cm}$  e  $W = 30,3\text{cm} \times 30,3\text{cm}$ , resultado de uma tolerância dimensional positiva com valor = +3mm**

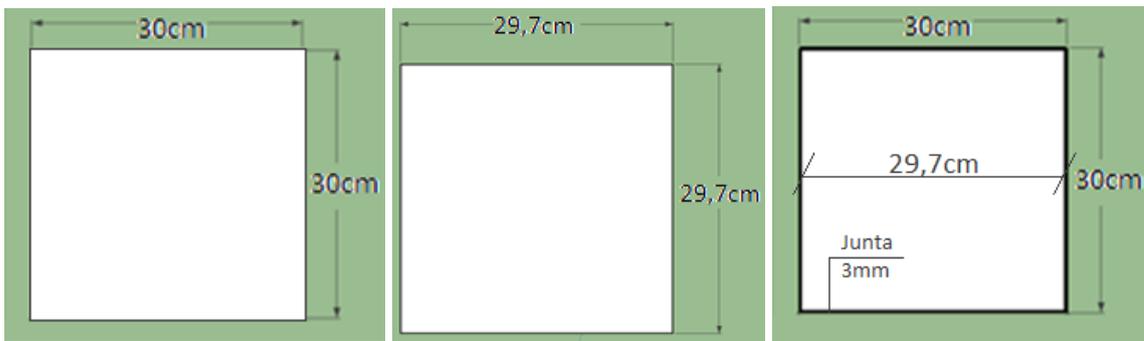


Fonte: Autora (2018)

Em se tratando de um componente modular (figura 21), o W (dimensão especificada para fabricação) só poderá apresentar variação inferior a N (dimensão nominal), justamente por que o espaço da junta deve estar incluído no valor da dimensão nominal. A dimensão da junta deve igual ao valor do desvio dimensional, conforme ilustrado na figura 18.

Se o W for maior que N, o componente automaticamente não se caracteriza como modular (figura 17), justamente por que nesse caso a junta da peça.

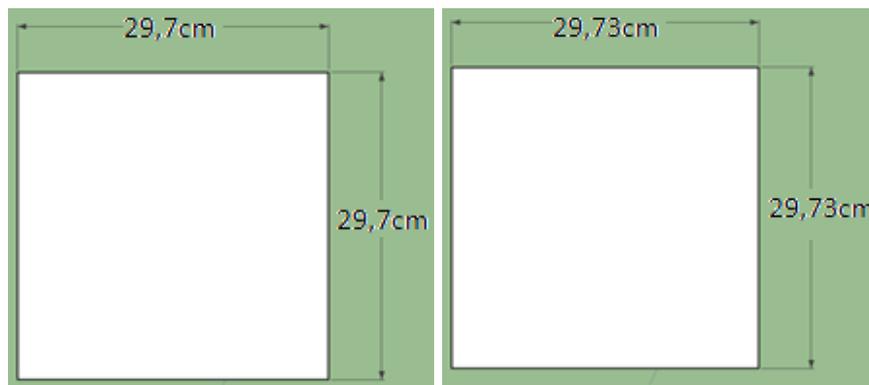
**Figura 18 – Revestimento com  $N = 30\text{cm} \times 30\text{cm}$  e  $W = 29,7\text{cm} \times 29,7\text{cm}$  e uma tolerância dimensional negativa com valor =  $-3\text{mm}$ .**



Fonte: Autora (2018)

- b) Desvio da dimensão real (dimensão verificada diretamente na placa cerâmica) com relação à dimensão prevista para fabricação (**r com relação a W**), conforme o exemplo da figura 19;

**Figura 19 – Revestimento com medida de fabricação (W) prevista para 29,7cm e dimensão real (r) de 29,73cm.**

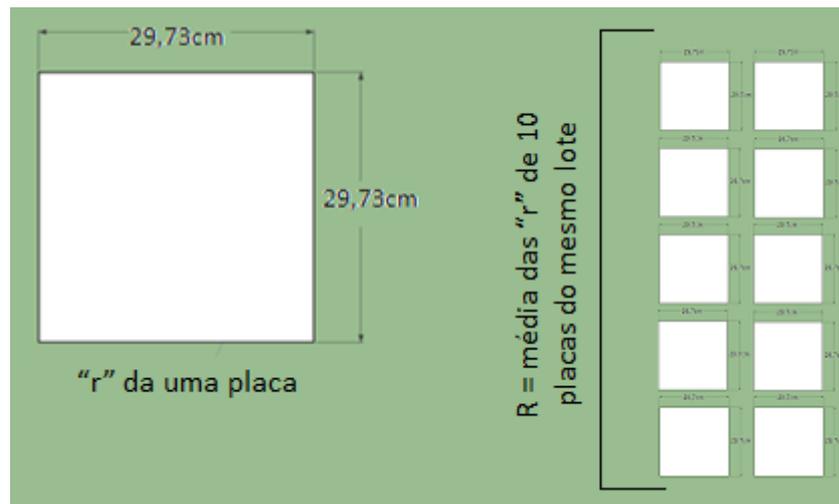


Fonte: Autora (2018)

- c) Dispersão dimensional de uma placa individual com relação à média do lote (**r com relação a R**), conforme a figura 20.

Exemplo: uma placa que possui dimensão individual = 29,73cm e a média do lote (10 placas) possui 29,75cm.

**Figura 20 - Desvio dimensional das placas individuais com relação à média do lote**



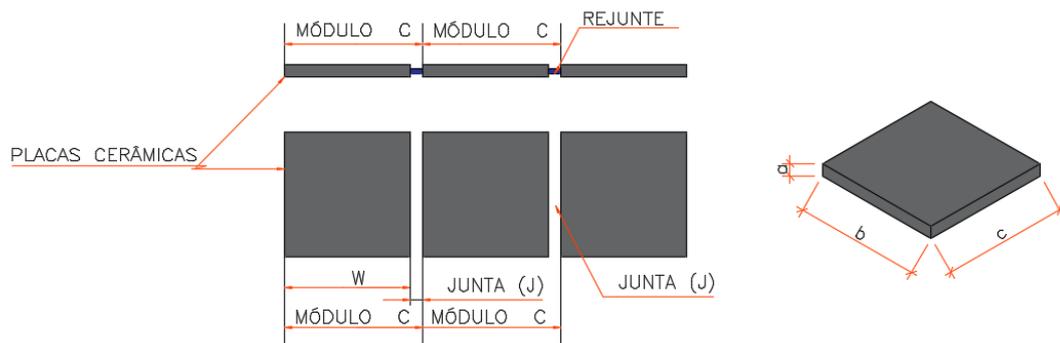
Fonte: Autora (2018)

- Módulo (M) corresponde à dimensão de fabricação (W), acrescida da largura da junta (J), conforme a figura 21.

A dimensão da junta de assentamento fica a critério do fabricante, no entanto ela deve estar de acordo com a NBR 13753 (ABNT, 1996) que será abordada no item 4.4.

Ao mencionar o aspecto modular, a norma em questão indica a consulta à NBR 5706 (ABNT, 1977), que correspondia à norma de coordenação modular vigente no ano de 1997.

**Figura 21 - Configuração de um revestimento modular**



Fonte: NBR 13816 (ABNT, 1997), adaptada

- O formato é a dimensão nominal da placa cerâmica em centímetros (por exemplo: 10 x 10; 20 x 20; 30 x 30);

- Os tamanhos não modulados são os formatos comumente produzidos, excluindo-se aqueles baseados na modulação do sistema métrico.

É possível perceber que a própria NBR 13816 (ABNT, 1997) confirma a tendência da indústria a não produzir peças em conformidade com a coordenação modular decimétrica. Em relação às placas modulares, a norma em questão define que estas devem seguir o padrão métrico, no entanto ela não discrimina qual, visto que o padrão métrico engloba tanto o sistema decimétrico quanto o octamétrico. A norma de coordenação modular brasileira é clara ao definir que o padrão dimensional dos componentes construtivos deve estar de acordo com o sistema de medida decimétrico. Mesmo assim, essa norma de revestimentos, ao definir o termo “formato”, indica a utilização de medidas como 10 x 10; 20 x 20; 30 x 30, o que induz à utilização do padrão normalizado.

#### 4.2 Norma de revestimentos cerâmicos - Classificação

Essa norma classifica as placas cerâmicas para revestimento, visando promover a especificação correta para o uso.

Os revestimentos podem ser classificados segundo os critérios que foram descritos na figura 12. Para este estudo, os critérios mais importantes, tendo em vista os aspectos dimensionais, são:

- Método de fabricação, exposto na tabela 5. Como já foi mencionado, este estudo se dedica às análises dos revestimentos fabricados pelo método B (prensagem), por este ser o mais utilizado no Brasil de acordo com Santos (2012).
- Grupos de absorção de água, conforme a tabela 14. Nas tabelas de especificação, deve-se usar um código constituído pelo método de fabricação (A, B, C mencionado na tabela 5) acrescido do grupo de absorção (I, II, III), utilizando o subgrupo a ou b para indicar o grau de absorção.

**Tabela 14 - Grupos de Absorção**

<b>Grupos</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
Ia	$< \text{Abs} \leq 0,5$
Ib	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
IIa	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
IIb	$6,0 < \text{Abs} \leq 10$
III	Acima de 10,0

Fonte: NBR 13816 (ABNT, 1997)

Os demais aspectos mencionados nesta norma não têm influência expressiva nas dimensões finais das placas.

#### 4.3 Norma de revestimentos cerâmicos – Especificação e métodos de ensaio

A NBR 13818 (ABNT, 1997) é a norma que possui um maior número de informações do grupo das três normas de placa cerâmica para revestimento. Ela fixa as características exigíveis para: fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, ensaios opcionais complementares, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas para revestimento.

Em relação aos aspectos dimensionais dos revestimentos cerâmicos, cabe destacar nesta norma os seguintes pontos:

- Identificações nas embalagens, no que diz respeito às dimensões, as embalagens devem informar:

- a) O tipo de placa cerâmica (grupo de classificação conforme a tabela 14);
- b) Tamanho nominal (N), dimensão de fabricação (W) e formato modular (M) ou não modular;
- c) Número de peças;
- d) Metros quadrados que cobrem, sem juntas, se fornecidas caixas contendo placas individuais, ou metros quadrados que cobrem, com juntas, se fornecidas caixas com conjuntos de placas com junta predefinida (por exemplo: pastilhas);
- e) Especificação de junta pelo fabricante.

- Declarações e identificação nos catálogos – no que diz respeito às dimensões, a única informação que deve constar obrigatoriamente é a seguinte:

- a) Grupo de classificação, conforme a tabela 6.

As demais informações recomendadas informam características quanto à resistência química, resistência ao manchamento, coeficiente de atrito e afins.

Em relação à obrigatoriedade das informações em catálogos, cabe destacar que a norma em questão foi idealizada há mais de 20 anos, período em que a compra via internet, por exemplo, não tinha a força que tem atualmente. A compra *online* é uma realidade hoje, e é comum que os consumidores busquem informações a respeito dos produtos em *sites* e catálogos na internet. No entanto, as informações a respeito das dimensões de fabricação, calibre, dimensão de junta e modularidade das placas, da forma como está descrita na norma, apenas

obriga que os fabricantes coloquem esses dados na embalagem do produto, ou seja, este tipo de comprador, de modo geral, só tem acesso a essas informações após efetuação da compra.

Em relação às características geométricas, a norma em questão utiliza os mesmos símbolos descritos na NBR 13816 (ABNT, 1997), conforme os citados abaixo:

- a) dimensão nominal (N);
- b) dimensão de fabricação (W);
- c) média dos lados de 10 placas (R);
- d) média dos lados de uma placa (r).

A norma destaca que N e W são dados de projeto, ou seja, definidos anteriormente à fabricação do componente, enquanto R e r são valores obtidos através da verificação dimensional direta no objeto.

Enquanto a NBR 13816 (ABNT, 1997) especifica os significados dos termos utilizados nas normas, a NBR 13818 (ABNT, 1997) traz as especificações práticas. Em relação aos desvios dimensionais, a norma em questão especifica:

- Desvios da dimensão de fabricação (W) com relação à dimensão nominal (N):

a) para formatos modulares, conforme indicado na figura 21, a dimensão de fabricação W está determinada pelo módulo C (igual à dimensão nominal N) menos a junta de projeto (J). Neste caso W nunca é maior que N.

b) para formatos não modulares, a dimensão de fabricação W pode ser maior que N.

Os quadros VI, VII, VIII e IX (em anexo) da NBR 13818 (ABNT, 1997), especificam os desvios dimensionais de W em relação a N, dos grupos BIa, BIb, BIIa, BIIb respectivamente. A tabela 15 representa uma compilação dos quadros citados a fim de facilitar a visualização das especificações:

Tabela 15 - Especificações de desvios para os grupos BIa, BIb, BIIa e BIIb

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Classes BIa, BIb, BIIa e BIIb		0,5% ≤ Abs ≤ 10%			
Características geométricas e visual	Unidades	Superfície S do produto cm <sup>2</sup>			
		S ≤ 90	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Desvio de W em relação a N modulares	mm	2-5	2-5	2-5	2-5
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	<5	<5	<5	<5
	%	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	%	± 1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r <sup>2)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997), adaptado

Pode ser observado que o desvio admitido para revestimento modulares é o mesmo para esses quatro grupos, no entanto a norma deixa dúvidas a respeito do valor admissível para o desvio: 2mm – 5mm.

Da forma como está escrito, a norma sugere que o desvio pode ser positivo para os revestimentos modulares, apresentando uma variação de 2mm a 5mm positivos, no entanto isso diverge da afirmação anterior da própria norma: para revestimentos modulares W nunca é maior que N.

Para os revestimentos não modulares, o desvio pode ser positivo e a recomendação é que este não deve ser superior a 5mm.

Já em relação ao grupo de revestimentos BIII, a norma especifica um valor negativo para o desvio admissível de W em relação a N, como pode ser observado na tabela 16:

Tabela 16 - Especificações de desvios para os grupos BIII

Características das placas cerâmicas para revestimento				
Grupo de absorção BIII (prensado)			Abs > 10% <sup>1)</sup>	
Características geométricas e visual	Unidades	Limites		
		Sem espaçador	Com espaçador	
Desvio de W em relação a N modulares	mm	- 1,5 a - 5	- 1,5 a - 5	
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	± 2	± 2	
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	ℓ ≤ 12 cm	± 0,75 <sup>2)</sup>	+ 0,6/- 0,3	
	ℓ > 12 cm	± 0,5 <sup>2)</sup>		
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>	ℓ ≤ 12 cm	± 0,5 <sup>2)</sup>	± 0,25	
	ℓ > 12 cm	± 0,3 <sup>2)</sup>		

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

O grupo BIII é o que possui maior grau de absorção de água dos cinco grupos apresentados pela norma, nele estão os revestimentos fabricados pelo método via seca,

resultando em produtos mais porosos com indicação de aplicação apenas em paredes. Outro fato decorrente desse método de fabricação é que durante a produção há uma maior variação dimensional das peças, o que contribui para que o fabricante recomende juntas de assentamento mais espessas.

Na tabela 16 observa-se a recomendação do desvio negativo de -1,5mm a -5mm para os revestimentos modulares, concordando com o que a própria norma define para as dimensões dos revestimentos modulares. Por outro lado, chama a atenção o valor mínimo especificado de -1,5mm, tendo em vista que este se refere aos produtos resultantes do método de fabricação via seca, o que implica, como mencionado anteriormente, revestimentos com maior incidência de variação dimensional e em decorrência disso necessitam de uma junta de assentamento mais espessa. A partir deste ponto de vista, o desvio dimensional mínimo de -1,5mm dificilmente seria suficiente para acomodar uma junta de assentamento que fosse capaz de compensar essa variação dimensional. Outro fato a ser observado é que a variação mínima para revestimentos não modulares é de -2mm, ou seja, uma tolerância superior a variação de -1,5mm dos modulares.

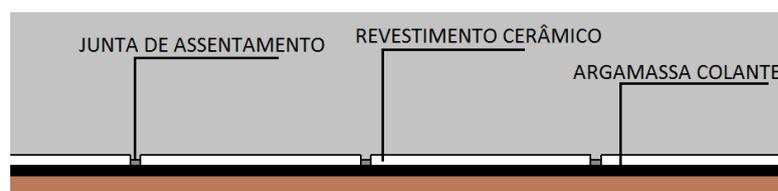
Essas especificações mencionadas não representam as reais características necessárias para que um revestimento possa ser, de fato, modular. Apesar da própria norma de revestimentos referenciar uma norma de coordenação modular e citá-la ao longo do seu texto, as recomendações específicas transmitem requisitos equivocados.

#### 4.4 Norma de revestimentos cerâmicos – Procedimentos

A NBR 13753 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento (ABNT, 1996) estabelece os requisitos para a execução, fiscalização e recebimento de revestimento cerâmicos.

A norma em questão define a “junta” como sendo o espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos. E “junta de assentamento” como sendo o espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes.

**Figura 22 - Ilustração da junta de assentamento**



Fonte: NBR 13753 (ABNT, 1996) adaptado

Em relação às funções das juntas de assentamento, a norma estabelece que elas têm as seguintes funções:

- a) Compensar a variação de bitola das placas cerâmicas facilitando o alinhamento;
- b) Atender a estética, harmonizando o tamanho das placas a as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas;
- c) Oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas;
- d) Facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta;
- e) Facilitar a troca das placas cerâmicas.

Não há definições dimensionais para juntas de assentamento em nenhuma das normas analisadas, essa especificação deverá ser feita pelos fabricantes de revestimentos, buscando atender as funções listadas acima.

#### 4.5 Norma de revestimentos cerâmicos - Porcelanato

A NBR 15463 – Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato (ABNT, 2013) é a norma mais recente de todas que foram analisadas neste item, e ela estabelece os requisitos exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem e aceitação de placas cerâmicas para revestimento do tipo porcelanato.

A norma em questão faz referência a outras 3 normas avaliadas neste item:

NBR 13753 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento (ABNT, 1996);

NBR 13816 - Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia (ABNT, 1997);

NBR 13818 - Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios (ABNT, 1997);

Em relação ao termo “porcelanato”, é definido que este constitui uma placa cerâmica para revestimento com baixa porosidade e elevado desempenho técnico. Pode ser esmaltada ou não, polida ou natural, retificada ou não retificada.

Como mencionado acima, esta norma de porcelanato traz muitas referências de normas anteriores, apresentando os mesmos requisitos de especificações em catálogos e embalagens, por exemplo e, portanto, obrigando que informações como o tamanho de fabricação (W) do componente seja especificada somente na embalagem do produto, a qual, no geral, só é acessada após efetuada a compra do mesmo.

Avaliando os aspectos que dizem respeito às dimensões dos revestimentos, nesta norma, a atenção se volta para o quadro de especificações das propriedades geométricas e visuais do porcelanato (em anexo). No que se refere ao afastamento da dimensão de fabricação ( $W$ ) em relação à dimensão nominal ( $N$ ), a norma de porcelanato admite um valor positivo para a tolerância de revestimentos classificados como modulares, como pode ser observado na tabela 17.

**Tabela 17 - Variação dimensional especificada pela norma de porcelanato**

Porcelanato técnico e esmaltado										
Acabamento lateral			Retificado				Não retificado			
Características dimensionais	Unidades	Pastilha de porcelana	Tamanho de cada lado (cm)				Tamanho de cada lado (cm)			
			= 10	>10 e = 30	> 30 e = 60	> 60	= 10	>10 e = 30	> 30 e = 60	> 60
Desvio de $W$ em relação a $N$ modulares	mm	Não se aplica	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Desvio de $W$ em relação a $N$ não modulares <sup>a</sup>	mm	Não se aplica	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	%	Não se aplica	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de $r^b$ em relação a $W$	%	Não se aplica	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Desvio de $r^b$ em relação a $R^c$	%	± 0,75 <sup>d</sup>	± 0,3	± 0,3	± 0,1	± 0,1	± 0,3	± 0,3	± 0,3	± 0,2
	mm	Não se aplica	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
Desvio de $e^d$ em relação a $ew^{e,f}$	%	Não se aplica	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	mm	Não se aplica	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0

Fonte: NBR 15463 (ABNT, 2013) adaptado

Apesar da norma de porcelanato ser a mais recente, ou seja, posterior também à revisão da norma de coordenação modular, ela não menciona em nenhum momento ao longo do corpo do texto a questão da modularidade do revestimento, no entanto ela afirma que para os efeitos do documento em questão, aplicam-se os termos e definições da NBR 13816 (ABNT, 1997), a qual determina as características do componente modular.

Nesta norma a recomendação de tolerância dimensional para revestimento modular é a mesma que a recomendação para revestimento não modular, com especificação de +/- 5mm para ambos. Essa lógica permitiria que, para um revestimento com dimensão nominal de 30x30cm por exemplo, as dimensões entre 29,5cm e 30,5cm seriam aceitas e caracterizadas como modulares, sem contar ainda com a junta de assentamento que não é mencionada.

#### 4.6 Síntese das informações

Neste item são elencados os aspectos, identificados no capítulo 4, que geram influências nas dimensões dos revestimentos cerâmicos, de acordo com características recomendadas pelas normas nacionais.

### **ETAPA 3 - NORMAS**

#### **Aspectos identificados que influenciam o dimensionamento dos revestimentos cerâmicos**

- **Grupo de absorção de água:** resultado do método de fabricação;

- **Definição das medidas nominais (N):** Dimensão estabelecida no projeto do componente;
- **Definição das medidas de fabricação (W):** Dimensão definida no projeto do componente, apresentando variação, estabelecida em norma, positiva ou negativa;
- **Definição da dimensão da junta de assentamento:** O dimensionamento da junta deve ser recomendado pelo fabricante, no entanto ela deve seguir as recomendações da NBR 13753 (ABNT, 1996);
- **Desvio de W com relação a N:** A variação dimensional pode ser para mais ou para menos e esta impacta diretamente na caracterização do revestimento como “modular” ou não.
- **Componente modular:** Para que o componente possa ser caracterizado como modular, é preciso que sua dimensão nominal (N) seja múltipla de 10cm, ou que em conjunto com outro componente igual, apresente uma dimensão modular. Além disso é necessário que sua medida de fabricação somada à medida da junta de assentamento resultem no mesmo valor da sua medida nominal (N);
- **Informações em catálogos:** A norma de revestimentos não obriga ao fabricante colocar as informações de dimensão de fabricação e de junta de assentamento em seus catálogos, o que dificulta a compreensão do cliente quanto ao dimensionamento final do componente;
- **Informações nas embalagens:** O fato das dimensões de fabricação e junta de assentamento só estarem disponíveis nas embalagens das peças, significa dizer que o consumidor só tem acesso a essas informações importantes após a compra do mesmo.

Pôde-se observar no capítulo 4, que as normas nacionais para revestimentos cerâmicos não contribuem para uma possível implementação da CM à Indústria desse segmento. No geral, o grupo de normas vigentes são antigas, da década de 1990, e a norma para porcelanato, caracterizada por ser a mais recente, de 2013, replica informações equivocadas no que se refere à tolerância dimensional de fabricação de componentes modulares. Essa constatação sugere que há pouco interesse nacional em implementar maiores restrições aos aspectos dimensionais desse tipo de componente, o que também implica dizer que, atualmente, a CM dificilmente será absorvida nessa indústria sem que haja uma revisão desse grupo de normas.

## 5 ESTUDO DE CASO

### 5.1 Caracterização do estudo de caso

O “Grupo Y” é composto pela marca corporativa e suas marcas comerciais. A marca corporativa “Grupo Y” tem papel institucional e compartilha os ideais da empresa com as marcas comerciais. As marcas comerciais têm posicionamento, público-alvo específicos alinhados à marca corporativa.

**Figura 23 - Organização do Grupo Y**

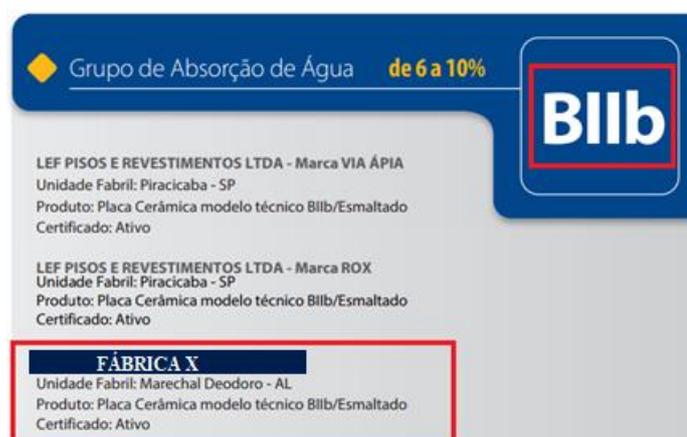


Fonte: Autora (2018)

- “Fábrica Y” é a marca de design que cria e distribui produtos e serviços, para pessoas e empresas, com processo produtivo por via úmida e parque fabril situado na cidade de Tijucas (SC), produzindo revestimentos tipo porcelanato;
- A “Y Shop” é a rede de varejo, com lojas físicas presentes em todos os estados do Brasil, especializada em revestimentos cerâmicos e complementos, que oferece uma “experiência de compra diferenciada”, na loja e nos ambientes digitais, para especificação e compra de produtos da “Fábrica Y”. No geral, é um produto direcionado para o público classe A, de acordo com a classificação de renda familiar determinada pela ABEP (tabela 22);
- A “Oficina Y” é uma modalidade que busca promover soluções em porcelanateria, desenvolvendo e executando objetos de design, mobiliário e bancadas, projetados por arquitetos e designers;
- A “Fábrica X”, analisada neste estudo, é uma das marcas mais jovens do grupo, que produz e distribui revestimentos direcionados para o público B e C (tabela 22), com produção via seca e parque fabril localizado na cidade de Marechal Deodoro, em Alagoas. Ao contrário da “Fábrica Y”, ela não conta com uma rede de lojas próprias e os seus produtos são comercializados através de lojas multimarcas e revendedores de produtos afins.

Em 2016, a “Fábrica X” recebeu do IMA (Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas), o prêmio Alagoas Verde, como a empresa mais sustentável do ano na categoria indústria. A fábrica foi planejada e projetada seguindo requisitos internacionais de sustentabilidade, de acordo com os critérios para certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Ainda em 2016, a “Fábrica X” recebeu a certificação de qualidade de seus produtos, que fazem parte do grupo BIIB (categoria semi-poroso como expresso na tabela 6) junto ao CCB (Centro Cerâmico Brasileiro), conforme a figura 24.

**Figura 24 - Certificação de qualidade dos produtos “Fábrica X” junto ao CCB**



Fonte: Repositório digital do CCB (2018), adaptado pela autora

A “Fábrica X” não está ligada a um futuro crescimento de consumo de revestimento cerâmico, ela se instala em Alagoas a fim de abastecer um consumo já existente que é o mercado do nordeste, e que hoje se caracteriza por ser um mercado importador do sul e sudeste do país. A intenção é atender todos os estados do nordeste e exportar para outros países da América Latina (informação verbal)<sup>5</sup>.

O parque fabril da “Fábrica X” está instalado em uma área de um milhão de metros quadrados e 50 mil metros quadrados de área construída, empregando 300 pessoas de forma direta e 900 de forma indireta e produzindo mais de vinte milhões de metros quadrados de cerâmica por ano.

A “Fábrica X” é a nova marca do “Grupo Y” que tem linhas de produtos que são economicamente mais acessíveis que os comercializados pela “Fábrica Y”, nesse contexto, Boschi (2002, p.10) comenta:

<sup>5</sup> Informação dada pelo presidente do “Grupo Y”, em 10 de setembro de 2015 durante entrevista na inauguração da “Fábrica X” em Alagoas

Uma vez saturados os mercados de poder aquisitivo relativamente elevado, restam os de poder aquisitivo relativamente baixo e que não possuam fortes indústrias locais ou próximas. Nesses centros os valores considerados para definir a competitividade dos produtos são consideravelmente diferentes dos vigentes nos centros de poder aquisitivo mais elevado e características como o preço e as peculiaridades regionais, como por exemplo com relação ao design (cores, texturas, tamanhos, etc.) passam a desempenhar papéis ainda mais relevantes.

**Figura 25 - Vista aérea da “Fábrica X”, em Marechal Deodoro-AL**



Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

A produção baseada no sistema de moagem a seco contribui para que a “Fábrica X” assuma a característica de empresa sustentável, visto que seus processos demandam menos recursos como energia e água. Enquanto na via úmida 40% da mistura é composta por água, que depois deve ser retirada da massa através de aquecimento e evaporação até que reste somente 6% dela na mistura, na via seca a utilização de água é seis vezes menor, dessa forma a “Fábrica X” consegue economizar quase 100 mil m<sup>3</sup> de água por ano (equivalente ao consumo de 152.578 famílias de quatro pessoas em um dia).

## 5.2 Clientes da empresa

Os produtos da marca “Fábrica X” são comercializados em todos os estados do Nordeste, como é possível observar na tabela 18:

**Tabela 18 - Pontos de venda nos estados nordestinos**

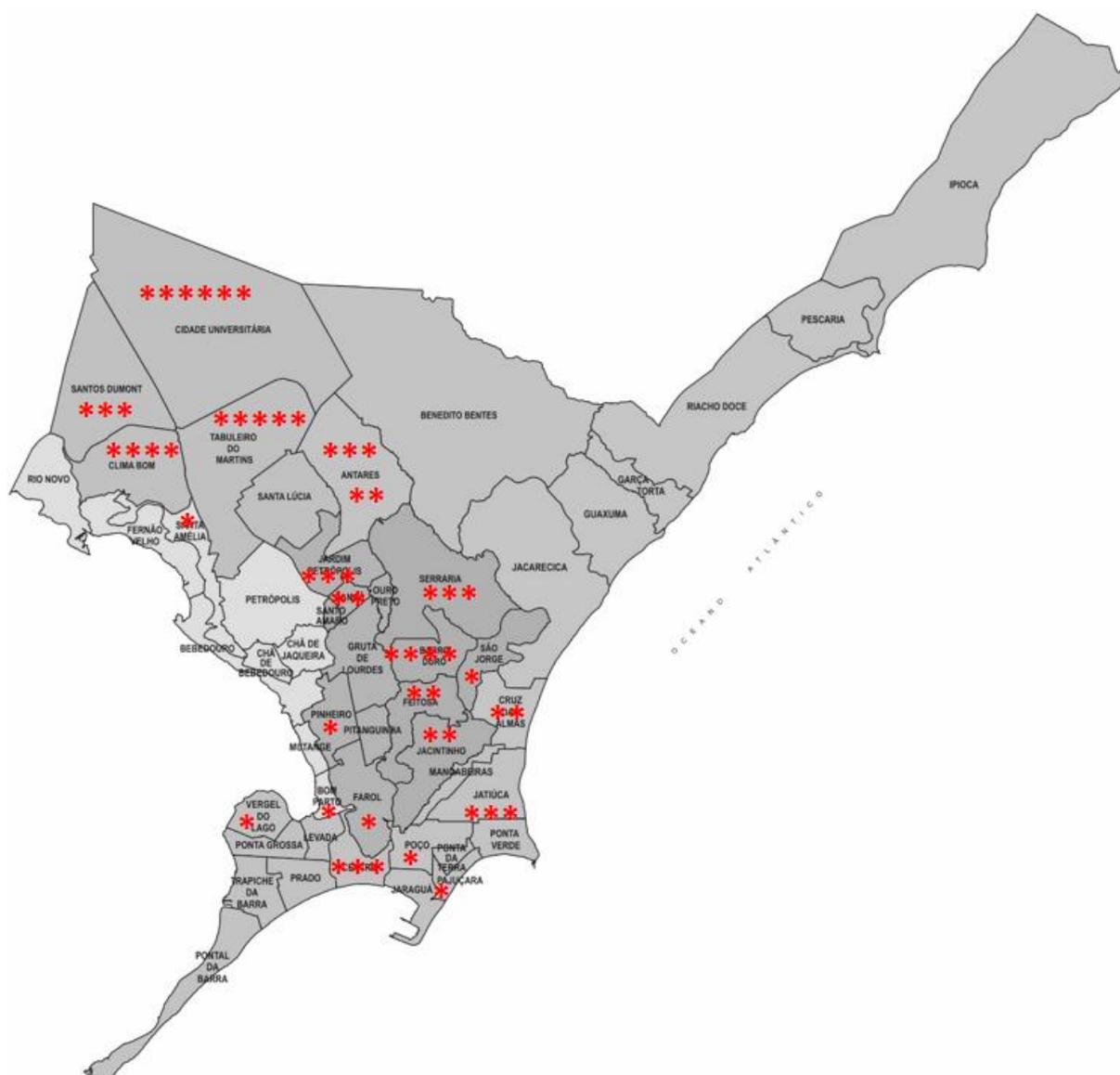
<b>Pontos de revenda de produtos da “Fábrica X” nos estados do Nordeste</b>		
<b>1</b>	Bahia	1.698
<b>2</b>	Pernambuco	833
<b>3</b>	Ceará	591
<b>4</b>	Rio Grande do Norte	366
<b>5</b>	Paraíba	304
<b>6</b>	Maranhão	245
<b>7</b>	Sergipe	176
<b>8</b>	Piauí	157
<b>9</b>	Alagoas	146
<b>TOTAL</b>		<b>4.516</b>

Fonte: Autora (2018)

Mesmo Alagoas sediando o sítio fabril da empresa, ele é o estado com menos pontos de venda dos produtos da marca.

A “Fábrica X” tem seus produtos distribuídos em 146 pontos de venda no estado de Alagoas. Na capital Maceió, onde estão localizadas 37% dos pontos de venda, os revestimentos da marca podem ser encontrados em 55 pontos de venda (figura 26), distribuídos em 22, dos 50, bairros da cidade.

Figura 26 - Pontos de venda em Maceió - AL



Fonte: Autora (2018)

Os produtos da “Fábrica X” são comercializados em três, dos cinco bairros mais populosos da capital alagoana, como é possível observar na tabela 19:

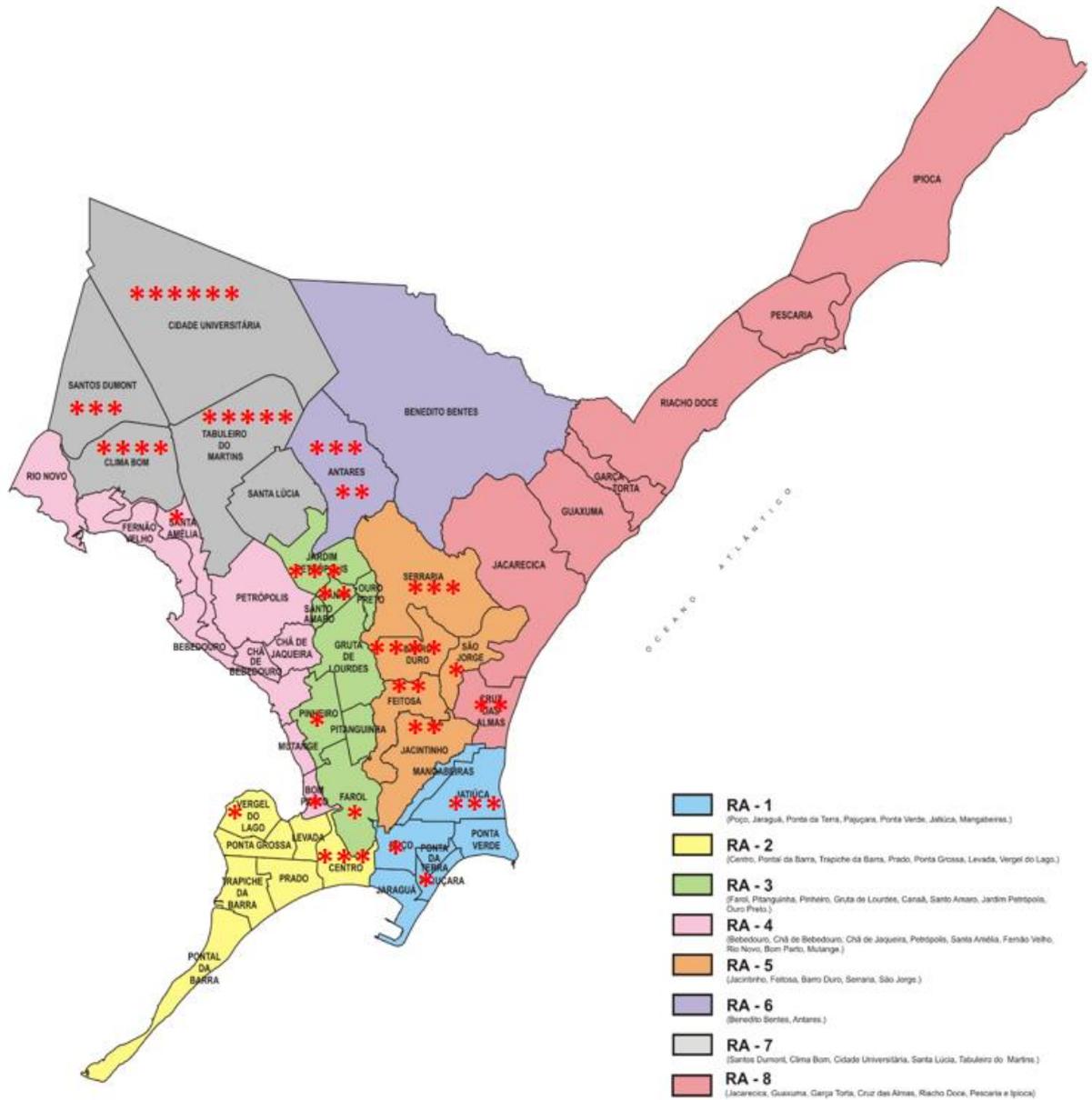
**Tabela 19 - População dos bairros, segundo Censo 2010, onde são comercializados os produtos da empresa**

<b>Pontos de revenda dos produtos “Fábrica X” nos bairros da capital Maceió-AL</b>			
<b>Bairros</b>	<b>Nº de pontos de venda</b>	<b>População do bairro</b>	<b>Classificação quanto aos bairros mais populosos</b>
1º Cidade Universitária	6	71.441	3º mais populoso
2º Tab. dos Martins	5	64.755	4º mais populoso
3º Antares	5	17.165 9	19º mais populoso
4º Clima Bom	4	55.952	5º mais populoso
5º Barro Duro	4	14.431	22º mais populoso
6º Jatiuca	3	38.027	6º
7º Serraria	3	22.675	13º
8º Santos Dumont	3	20.471	16º
9º Jardim Petropolis	3	5.081	38º
10º Centro	3	2.812	44º
11º Jacintinho	2	86.514	2º
12º Feitosa	2	30.336	8º
13º Cruz das Almas	2	11.708	25º
14º Canaã	2	5.025	39º
15º Vergel do Lago	1	31.538	7º
16º Poço	1	20.776	15º
17º Pinheiro	1	19.062	17º
18º Farol	1	16.859	20º
19º Bom Parto	1	12.841	24º
20º Santa Amélia	1	10.649	27º
21º São Jorge	1	8.445	30º
22º Pajuçara	1	3.711	42º

Fonte: Autora (2018)

A cidade de Maceió possui seu território dividido em oito zonas administrativas (figura 27), nas quais seus 50 bairros estão distribuídos.

**Figura 27 - Regiões administrativas de Maceió - AL**



Fonte: SEMPLA

A tabela 20 caracteriza cada uma das zonas administrativas de acordo com a média da renda familiar dos bairros que as compõe, e indica o número de pontos de revenda da marca “Fábrica X” em cada uma das regiões:

**Tabela 20 - Pontos de venda nas zonas residenciais de Maceió - AL e suas respectivas rendas familiares médias**

	<b>Renda Familiar Média Mensal Por Zona Administrativa</b>	<b>Zonas Administrativas em Maceió - AL</b>	<b>Número De Lojas por Zona Administrativa</b>
1º	R\$4.471	ZA-1	5
2º	R\$3.732	ZA-3	7
3º	R\$2.120	ZA-5	12
4º	R\$1.784	ZA-8	2
5º	R\$1.780	ZA-6	5
6º	R\$1.779	ZA-2	4
7º	R\$1.293	ZA-7	18
8º	R\$1.284	ZA-4	2

Fonte: Autora (2018)

Podemos observar que a ZA-7 é que contém um maior número de lojas revendendo os produtos “Fábrica X”, com um total de 18 pontos de venda, sendo também a zona com o segundo menor valor referente a renda familiar média da cidade.

Na tabela 21 é possível perceber que alguns bairros abrigam mais pontos de venda do que outros. Os cinco bairros com maior número de lojas representam cerca de 43,6% do total de lojas da cidade, que comercializam os produtos da marca.

**Tabela 21 - Pontos de venda por bairro da cidade de Maceió-AL**

<b>Bairros</b>	<b>Número de pontos de vendas</b>	<b>Zona Administrativa</b>	<b>Classificação quanto às zonas mais ricas de Maceió-AL</b>
1º Cidade Universitária	6	ZA-7	7º
2º Tabuleiro dos Martins	5	ZA-7	7º
3º Antares	5	ZA-6	5º
4º Clima Bom	4	ZA-7	7º
5º Barro Duro	4	ZA-5	3º
6º Jatiuca	3	ZA-1	1º
7º Serraria	3	ZA-5	3º
8º Santos Dumont	3	ZA-7	7º
9º Jardim Petrópolis	3	ZA-3	2º
10º Centro	3	ZA-2	6º
11º Jacintinho	2	ZA-5	3º

12° Feitosa	2	ZA-5	3°
13° Cruz das Almas	2	ZA-8	4°
14° Canaã	2	ZA-3	2°
15° Vergel do Lago	1	ZA-2	6°
16° Poço	1	ZA-1	1°
17° Pinheiro	1	ZA-3	2°
18° Farol	1	ZA-3	2°
19° Bom Parto	1	ZA-4	8°
20° Santa Amélia	1	ZA-4	8°
21° São Jorge	1	ZA-5	3°
22° Pajuçara	1	ZA-1	1°

Fonte: Autora (2018)

A partir da constatação dos bairros com maior número de lojas, e verificando a renda média familiar de cada bairro, é possível classificar o público consumidor, com base nos índices da ABEP.

**Tabela 22 - Estimativas de renda domiciliar mensal para os estratos socioeconômicos**

<b>Estrato Sócio Econômico</b>	<b>Renda média familiar</b>
A	R\$20.888
B1	R\$9.254
B2	R\$4.852
C1	R\$2.705
C2	R\$1.625
D-E	R\$768

Fonte: ABEP (2016)

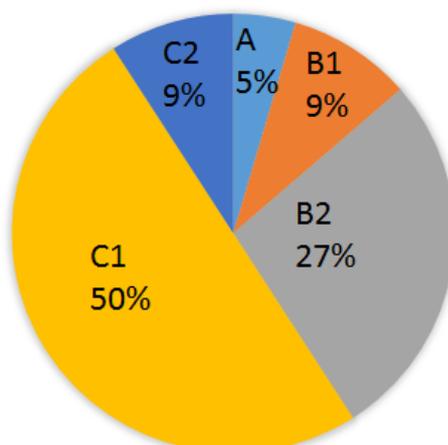
Tabela 23 - Indicação da classe da população por bairros

Bairros	Número de pontos de venda	Renda média familiar do bairro	Classificação do público de cada bairro
1° Cidade Universitária	6	1.348,56	C1
2° Tabuleiro dos Martins	5	1.441,90	C1
3° Antares	5	2.571,24	C2
4° Clima Bom	4	1.100,76	C1
5° Barro Duro	4	2.609,52	C2
6° Jatiuca	3	5.250,64	B1
7° Serraria	3	3.323,89	B2
8° Santos Dumont	3	1.283,85	C1
9° Jardim Petrópolis	3	10.645,88	A
10° Centro	3	3.366,79	B2
11° Jacintinho	2	1.088,85	C1
12° Feitosa	2	2.115,03	C1
13° Cruz das Almas	2	2.810,45	B2
14° Canaã	2	1.053,27	C1
15° Vergel do Lago	1	985,64	C1
16° Poço	1	2.822,29	B2
17° Pinheiro	1	3.326,52	B2
18° Farol	1	4.036,67	B2
19° Bom Parto	1	1.110,64	C1
20° Santa Amélia	1	2.744,48	C1
21° São Jorge	1	1.534,57	C1
22° Pajuçara	1	5.518,62	B1

Fonte: Autora (2018)

Verifica-se que 50% dos pontos de venda da marca estão situados em bairros com população classe C1, 27% dos pontos estão em bairros com população, com renda média, classificada como B2, 9% para o público C2 e B1 e o menor índice, de 5%, para o público A, conforme o gráfico abaixo:

**Gráfico 4 - Classificação quanto à renda média familiar referente aos bairros onde os produtos Pointe estão inseridos**



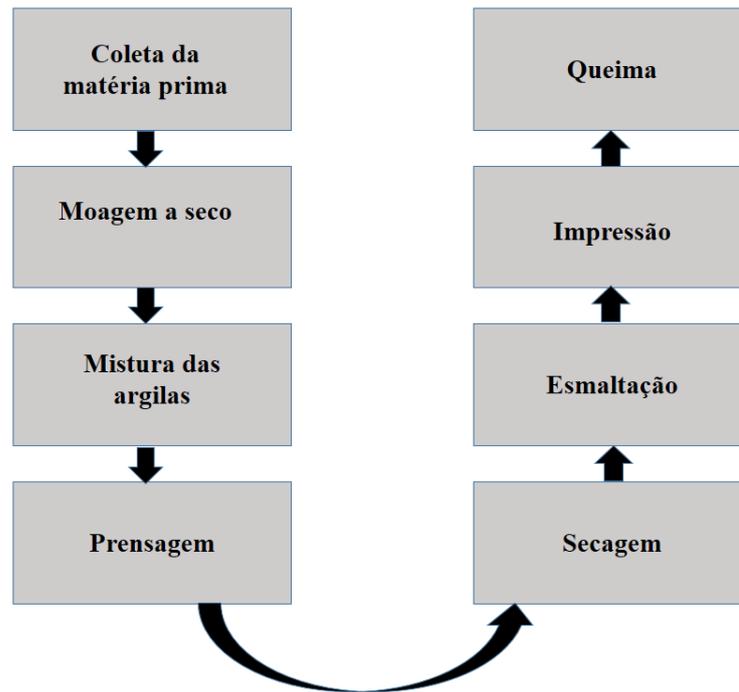
Fonte: Autora (2018)

O Relatório de Sustentabilidade do “Grupo Y” (2016) caracteriza o público da “Fábrica X” como sendo um grupo de clientes que busca soluções para construir e reformar sua casa, geralmente, sem a ajuda de profissional de arquitetura, o que se subentende que sejam autoconstrutores. Pelo fato do cliente da “Fábrica X”, geralmente, não contar com a ajuda de um profissional, para esclarecer eventuais dúvidas a respeito dos revestimentos, a empresa disponibiliza aplicativos para *smatphones* e possui uma série publicações em suas redes sociais com a intenção de dar informações técnicas aos consumidores.

Como a marca “Fábrica X” não tem uma rede de varejo específica da empresa para venda de seus produtos, como a “Fábrica Y” tem a rede “Y Shop”, o principal canal de venda dos revestimentos são as lojas multimarcas.

### 5.3 Mapeamento da forma de produção

Os revestimentos cerâmicos da “Fábrica X” são produzidos unicamente pelo sistema via seca, e pertencem ao grupo BIIb, resultando em produtos classificados como semi-porosos que podem ser usados tanto em pisos como em paredes. O sistema de produção da empresa, atualmente, funciona através das seguintes etapas:

**Figura 28 - Etapas de fabricação**

Fonte: Autora (2018)

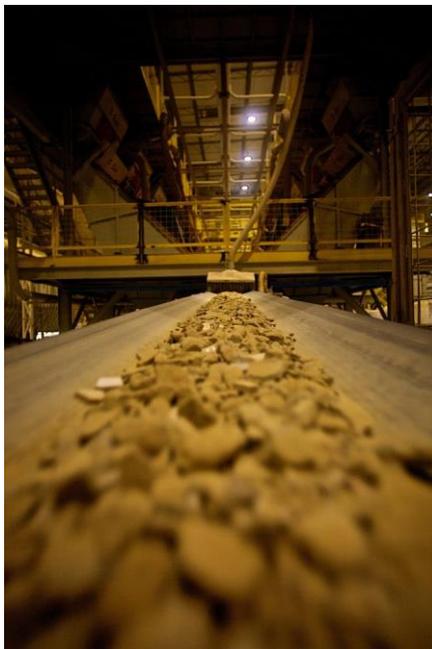
Inicialmente são coletadas as matérias primas para a produção dos revestimentos, em jazidas localizadas no Nordeste, próximas à cidade de Marechal Deodoro, onde está localizada a fábrica.

**Figura 29 - Argila é a matéria prima da cerâmica**

Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

Posteriormente ocorre a moagem das argilas. Conhecido como “via seca”, o processo produtivo realiza a moagem da matéria-prima a seco, ou seja, utilizando seis vezes menos água que o processo por “via úmida”, conforme a figura 30.

**Figura 30 - Moagem a seco**



Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

Para a produção da cerâmica, são misturados de dois a quatro tipos de argilas. O responsável por encontrar a fórmula ideal é um engenheiro químico ou de materiais, conforme a figura 31:

**Figura 31 - Mistura de dois a quatro tipo de argila**



Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

O material obtido é armazenado e encaminhado para as prensas. Neste momento o material argiloso sofre uma compactação assumindo o formato da placa.

**Figura 32 - Prensagem**

Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

Em seguida os produtos são secados de maneira natural, ou seja, ao sol e posteriormente enviados para a fase da esmaltação, onde os produtos recebem uma camada de engobe e esmalte. Após a esmaltação, os revestimentos passam por uma impressora digital, que pode aplicar diferentes tipos de estampa no produto (figura 33).

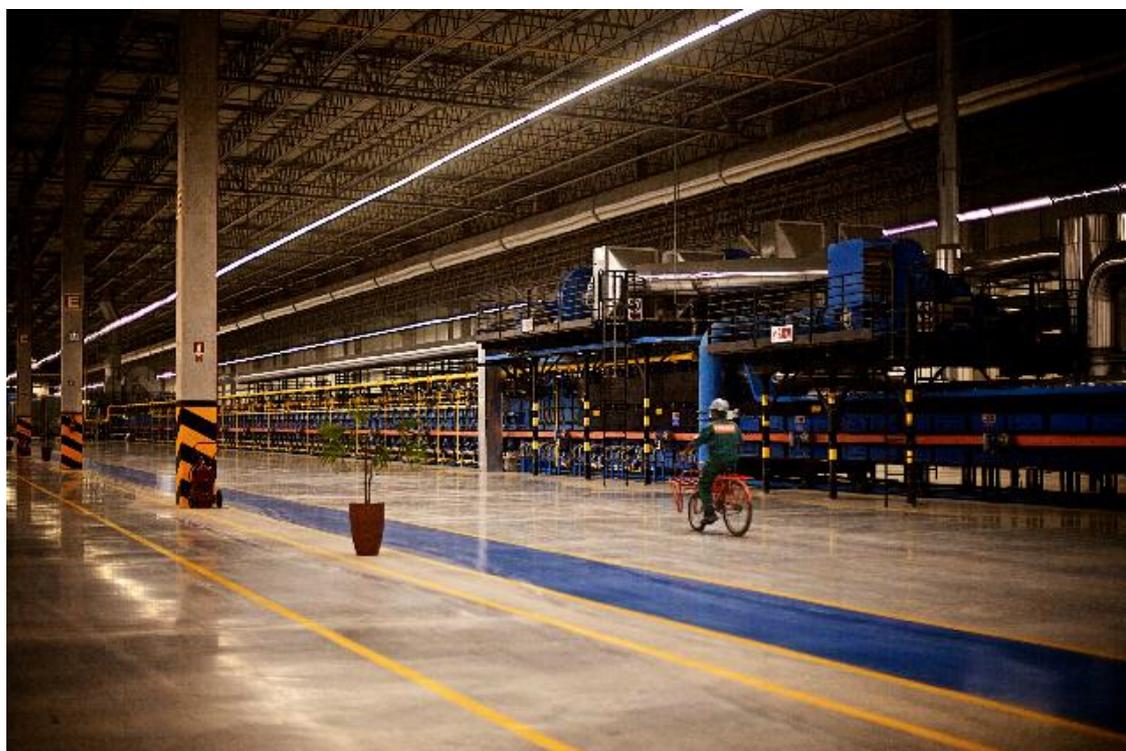
**Figura 33 - Impressora dá o acabamento final antes da queima**

Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

Depois de esmaltados e estampados, os materiais são depositados nos fornos. Nos fornos, os produtos atingem sua forma, eles são aquecidos em torno de 1.200° centígrados para

sinterização, ou seja, a transformação do material argiloso em um sólido. A “Fábrica X” possui os maiores fornos da América Latina, conforme a figura 34.

**Figura 34 - Fornos**



Fonte: Repositório digital da “Fábrica X”

As informações e imagens referentes às características da produção da empresa, contidas neste tópico, estão fundamentadas nos dados públicos e divulgados pela própria empresa analisada, através do *site*, catálogos e informes *online*, disponibilizados pelo “Grupo Y”.

#### 5.4 Revestimentos produzidos

Nesse item serão descritas as características dimensionais dos revestimentos produzidos pela “Fábrica X”. As descrições serão feitas em quatro níveis: *site*, catálogo *online*, produto físico e embalagem. As caracterizações se referem aos aspectos dimensionais recomendados pela norma de CM mencionada no capítulo 2, e as normas de revestimentos que foram abordadas no capítulo 4.

##### 5.4.1 Site

Na plataforma digital da empresa, os produtos podem ser encontrados por linha ou de acordo com a indicação do ambiente onde o revestimento deverá ser aplicado.

Atualmente, a “Fábrica X” possui um portfólio de 156 produtos, dividido em 16 linhas, conforme indica a tabela 24:

**Tabela 24 – Produtos e suas dimensões nominais (N) em centímetros, fabricados pela empresa, que estão expostos no *site* da mesma**

LINHA	PISO	PISO	PISO	Somente PAREDE	Somente PAREDE
	N=30x60	N=45x45	N=60x60	N=30x60	N=60x60
Atacama			8	3	
Cimento			2	2	1
Decora				4	
Decora design				10	
Lazer			8	1	2
Muro			1		
Ouro preto			1	1	
Raízes	2			11	
Búzios	1				
Clássica		4	9	12	3
Decora branco				3	
Falésia		4	4	4	
Lenho		3	13	2	8
Neutra		3	4	4	
Piasentina				6	6
Urbana				1	3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>76</b>	<b>23</b>

Fonte: Autora (2018)

As informações que podem ser encontradas no *site* da “Fábrica X” são:

- Indicação de aplicação em piso e/ou parede;
- Tamanho nominal em centímetros;
- Acabamento da peça (brilho, mate ou externo).

A maioria dos revestimentos para piso possui dimensão nominal de 60x60cm, e a maioria dos revestimentos para parede são de 30x60cm. De modo geral, a empresa fabrica 63 produtos com dimensão nominal de 60x60cm, 79 produtos de 30x60cm e apenas 14 produtos com dimensão nominal de 45x45cm.

Se levar em consideração apenas a dimensão nominal, todos os produtos da “Fábrica X” estão de acordo com a coordenação modular, mesmo os revestimentos 45x45cm pois estes em conjunto de duas peças assumem a modulação 9Mx9M. No entanto, somente através da

dimensão de fabricação (W) e da especificação de junta de assentamento, é possível afirmar se os revestimentos são realmente modulados, informações estas que atualmente não estão disponíveis no *site*. Não é possível comprar os produtos nessa plataforma digital, no entanto eles indicam os pontos de revenda, inclusive especificando quais as lojas mais próximas a você.

#### 5.4.2 *Catálogo online*

Na plataforma digital da “Fábrica X” é possível encontrar o catálogo de 2017, o mais recente da empresa, que traz informações a respeito de revestimentos distribuídos em 14 linhas, duas linhas a menos que o exposto no *site*. As linhas que não estão no catálogo são a “muro” e a “decora”, com revestimentos de piso e parede respectivamente, como descrito na tabela em anexo.

O catálogo traz, basicamente, as mesmas informações do *site*, no entanto é possível encontrar um número maior de imagens dos revestimentos, inclusive aplicados em diversos ambientes, proporcionando uma melhor visualização do design do produto.

Com relação às dimensões nominais, o catálogo apresenta não somente as dimensões em centímetros, mas também em polegadas. Outra informação adicional, é que o catálogo indica, além da utilização em piso e/ou parede, especificações em relação a utilização em fachadas, ambientes internos ou externos, piso residencial ou comercial (tráfego leve, pesado ou urbano).

Novamente, cabe destacar, que seria interessante a exposição de informações referentes às dimensões de fabricação, recomendações de junta de assentamento e a indicação de revestimento modular ou não. No entanto, a NBR 13818 (ABNT, 1997) não obriga os fabricantes a colocarem esses dados em seus catálogos, mas vale ressaltar que essas informações são essenciais para caracterizar um componente coordenado modularmente.

Analisando este catálogo com base na NBR 13818 (ABNT, 1997), informações como grupo de classificação de absorção, classe de abrasão, classe de resistência química, resistência ao manchamento e coeficiente de atrito, são obrigatórias, porém estas também não constam no mesmo.

#### 5.4.3 *Loja*

Após verificar as dimensões nominais na plataforma digital e no catálogo da empresa e observar que não há informações sobre as dimensões de fabricação e recomendação de juntas, surge a necessidade de verificar essas informações em uma loja física.

Como dito anteriormente, Maceió conta com 55 pontos de revenda da marca “Fábrica X”. Para definição da loja, onde os produtos foram analisados, o critério foi a distância e a escolhida foi a mais próxima, conforme indicou o próprio *site* da “Fábrica X”.

Ao observar as medidas nominais na plataforma digital da empresa e no catálogo, constatou-se que estas possuem medidas decimétricas, isoladas ou em conjunto e, portanto, de acordo com a coordenação modular, no entanto, após a verificação das medidas reais (r) das placas, ficou claro que nenhum dos revestimentos observado na loja, é de fato modular, conforme a tabela 25.

Na loja em questão, pôde-se encontrar revestimentos de 7 das 16 linhas divulgadas na plataforma digital da “Fábrica X”. Foi verificada a dimensão real de uma placa de cada linha, correspondente às placas que estavam no mostruário para o público. Todos os produtos que foram medidos possuem dimensão real (r) maior que a dimensão nominal, ou seja, variação dimensional positiva, o que automaticamente exclui esses componentes da classificação “modular”. Apenas uma placa apresentou variação dimensional negativa, que foi o revestimento para piso “Classico cru” da linha “Neutra”. Porém, mesmo ele apresentando dimensão real inferior à dimensão nominal, ele ainda assim não é modular, visto que sua junta mínima recomendada pelo fabricante é de 5mm, o que resultaria em uma dimensão final superior à dimensão nominal.

Todos os produtos encontrados na loja possuem recomendação de junta com dimensão entre 5mm e 10mm, se o produto não for assentado com essa especificação o cliente perde a garantia do fabricante.

**Tabela 25 - Dimensões reais (r) das placas, verificadas em um dos pontos de revenda na cidade de Maceió-AL**

Linha		Produto para parede com N = 30cm x 60cm	Dimensão real de uma placa (r)	Junta (mm)	Modular
<b>PAREDE</b>	<b>Decora design</b>	Barbara parede	30,10cm x 60,50cm	5 a 10	NÃO
		Renascença	30,05cm x 60,45cm	5 a 10	NÃO
	<b>Decora</b>	Pastilha tom	30,05cm x 60,55cm	5 a 10	NÃO
		Pipa branco	60,55cm x 30,05cm	5 a 10	NÃO
	<b>Lazer</b>	Cocal lenho	30,05cm x 60,25cm	5 a 10	NÃO
		Cocal pedra	30,25cm x 60,80cm	5 a 10	NÃO

Linha		Produto para piso com N = 60cm x 60cm	Dimensão real de uma placa (r)	Junta (mm)	Modular
PISO	Neutra	Clássico branco	60,15cm x 60,05cm	5 a 10	NÃO
		Clássico mate	60,20cm x 60,15cm	5 a 10	NÃO
		Clássico cru	59,85cm x 59,70cm	5 a 10	NÃO
	Clássica	Travertino roma branco	60,25cm x 60,05cm	5 a 10	NÃO
	Cimento	Cimento branco	60,40cm x 60,55cm	5 a 10	NÃO
		Artesanal (recomendado apenas para parede)	60,90cm x 60,75cm	5 a 10	NÃO
		Mescla (recomendado apenas para parede)	60,40cm x 60,30cm	5 a 10	NÃO
	Lenho	Parquet acácia	60,30cm x 60,50cm	5 a 10	NÃO
		Parquet jequitibá	60,35cm x 60,40cm	5 a 10	NÃO
		Parquet marfim	60,30cm x 60,45cm	5 a 10	NÃO
		Deck canela	60,30cm x 60,40cm	5 a 10	NÃO

Fonte: Autora (2018)

Durante a visita à loja, através dos informativos dos produtos expostos, não foi possível identificar as dimensões de fabricação dos revestimentos (W).

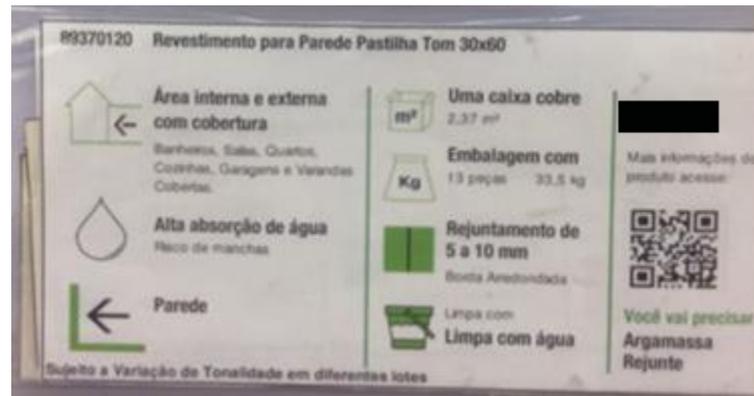
Os informativos encontrados expõem as seguintes informações: indicativo de uso interno ou externo, aplicação em piso e/ou parede, resistência ao tráfego, metragem de área a ser coberta com uma caixa, número de peças por embalagem, acabamento de borda, dimensão de rejuntamento e indicação de como limpar (figuras 35 e 36).

**Figura 35 - Informativo exposto nas placas de aplicação em piso**



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 36 - Informativo exposto nas placas de aplicação em parede**



Fonte: Arquivo pessoal

Outro fato observado, foi o informativo exposto no revestimento de parede “Cocal pedra” da linha Lazer, o qual indica, erroneamente, que o revestimento é modular (figura 37). Este estudo entende que o termo “modular” é usado comumente no mercado e nem sempre diz respeito à Coordenação Modular, mas em se tratando de revestimentos cerâmicos entende-se que as empresas devam seguir as normas vigente referentes ao produto em questão, e a própria NBR 13816 – Revestimentos Cerâmicos-classificação (ABNT, 1997) deixa muito claro quais são as características dimensionais de uma placa modular, as quais o “cocal pedra” não atende. Coincidentemente, este revestimento foi o que apresentou maior variação dimensional positiva em um de seus lados, correspondendo à dimensão 60,80cm, conforme a tabela 25.

**Figura 37 - Informativo do revestimento "cocal pedra" indicando o mesmo como produto modular**



Fonte: Arquivo pessoal

A marca “Fábrica X” não possui loja própria, nem física e nem *online*, e o contato com o fabricante se dá através do telefone e internet. O *site* “reclame aqui” é uma plataforma digital,

onde as empresas brasileiras podem se cadastrar e os consumidores tem a oportunidade de expressar insatisfações, com relação aos produtos ou serviços.

A “Fábrica X” está cadastrada no *site* e responde aos seus clientes desde 2016, visto que a marca foi lançada no segundo semestre de 2015. Em dois anos, a “Fábrica X” foi requisitada 17 vezes por clientes de 7 estados diferentes, conforme a tabela disponível em anexo. Em relação às insatisfações, 11 delas se referem aos aspectos físicos como: tamanhos diferentes entre as placas, peças quebradas e empenadas. As demais solicitações dizem respeito ao manchamento, acabamentos tipo fosco ou brilho, película de proteção e dificuldade de encontrar o mesmo revestimento no mercado após uma compra inicial feita há oito meses.

#### 5.4.4 Embalagem

As informações referentes à dimensão de fabricação e ao calibre da peça só pôde ser encontrada na embalagem do produto, situação que está em conformidade com a NBR 13818 (ABNT, 1997) visto que ela não obriga aos fabricantes divulgarem essas informações em seus catálogos.

**Figura 38 - Padrão de embalagem “Fábrica X”**



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 39 - Dimensão de fabricação indicada na embalagem**



Fonte: Arquivo pessoal

O fato de informações importantes, para caracterização de um revestimento modular, estarem somente na embalagem do produto, dificulta a compreensão do cliente que queira um revestimento coordenado modularmente, pois no geral, as informações da embalagem só são acessadas após a compra do mesmo, visto que as caixas dos revestimentos ficam nos estoques das lojas. Novamente é válido destacar que, mesmo a NBR 13818 (ABNT, 1997) não exigindo, seria importante deixar essas informações mais explícitas.

## 6 RESULTADOS

Neste capítulo, uma relação é estabelecida entre os aspectos de influência dimensional, identificados em cada um dos três temas abordados nesse trabalho (coordenação modular, processo de fabricação de revestimentos cerâmicos e normas para revestimentos cerâmicos), e o estudo de caso apresentado. A relação é estabelecida através da caracterização e identificação dessas influências dimensionais no processo produtivo da fábrica e nos revestimentos produzidos por ela. Posteriormente são apontadas sugestões de modificações na produção da fábrica, visando à adequação aos padrões dimensionais da coordenação modular decimétrica.

### 6.1 Influências dimensionais identificadas x Estudo de caso

Para estabelecer a relação entre os fatores que exercem influência no aspecto dimensional dos revestimentos cerâmicos e a empresa analisada no estudo de caso, tomou-se como referência os três quadros apresentados ao final dos capítulos 2, 3 e 4, que sintetizam a abordagem dos assuntos.

#### 6.1.1 Processo produtivo

Em relação ao sistema **de Produção e às Normas vigentes**, o processo de fabricação, dos revestimentos produzidos em Alagoas, é caracterizado pelo sistema via seca, como foi ilustrado ao longo deste trabalho. Este método de produção resulta em revestimentos mais porosos e, por conseguinte, mais passíveis às patologias, devido ao alto nível de absorção de água consequente da composição da massa formada apenas por argila vermelha misturada a uma pequena quantidade de água. Esse aspecto implica diretamente o valor do produto, caracterizado por preços mais acessíveis que os produtos oriundos do sistema “via úmida”, e consequentemente tem como público alvo as classes B e C, conforme ilustrado no gráfico 5.

O método de produção por “via seca”, usado pela “Fábrica X”, também gera impacto direto na dimensão do produto, pois o tamanho máximo permitido para o componente fabricado desta forma é de 60cm x 60cm.

Além da questão da absorção de água, os revestimentos produzidos através desse método são caracterizados por apresentarem uma alta variação dimensional entre uma peça e outra, isso decorre do processo de queima das placas e pela inexistência da etapa de retificação das mesmas. A etapa de retificação representa um processo a mais, e implicaria diretamente o aumento do valor do produto, o que a torna inviável para os revestimentos produzidos desta forma.

A consequência direta da alta variação dimensional, entre uma placa e outra, é a necessidade de juntas de assentamento mais espaçadas, justamente para garantir uniformidade no assentamento. No caso dos produtos da “Fábrica X”, o valor recomendado para a junta de assentamento é de no mínimo 5mm, podendo atingir até 10mm. Esse valor é fixo para todos os revestimentos produzidos pela empresa.

Em relação ao tamanho do forno, como fator determinante para estipular a dimensão dos revestimentos visando a uma produtividade maior, neste caso ele não se aplica visto que as dimensões nominais dos produtos da “Fábrica X” são previamente fixadas em três tipos: 30cm x 60cm, 45cm x 45cm e 60cm x 60cm.

### 6.1.2 Revestimentos produzidos

Em relação à **Coordenação Modular**, os revestimentos da “Fábrica X” possuem dimensões nominais de acordo com o sistema decimétrico, seja isoladamente (ex.: 30cm x 60cm e 60cm x 60cm) ou em grupo, no caso do tipo 45cm x 45cm que apresenta dimensão decimétrica 90cm x 90cm se utilizado em conjunto de pares. No entanto os revestimentos alagoanos não podem ser classificados como modulares por que as suas dimensões de fabricação acrescidas das juntas recomendadas resultam em uma dimensão final superior à dimensão nominal da placa.

Em relação à **Produção**, no que se refere ao *design* dos revestimentos produzidos em Alagoas, este se caracteriza por uma variação maior de qualidades como texturas, estampas e cores, e observa-se que há uma pequena variação de dimensão nominal com a presença de apenas três tamanhos de produtos. Em decorrência do método via seca, os revestimentos produzidos estão limitados a atingir a dimensão máxima de 60cm x 60cm.

Outra característica inerente à produção é o acabamento de borda. Na “Fábrica X” todos os revestimentos são do tipo “bold”, ou seja, possuem acabamento de borda arredondado o qual não passa pela etapa de retificação, e necessitam de uma junta de assentamento mínima de 5mm podendo variar até 10mm, como mencionado anteriormente. A questão da junta de assentamento, recomendada pelo fabricante, influencia diretamente aos requisitos estabelecidos em norma para que os componentes possam ser classificados como modulares ou não.

Quanto às **Normas**, em se tratando do desvio da dimensão de fabricação (W) em relação à dimensão nominal (N), verificou-se que todos os produtos analisados apresentam uma variação positiva, onde o tamanho real dos revestimentos, acrescido à junta mínima de 5mm,

em todos os casos observados, resultou em uma dimensão final superior à dimensão nominal, classificando-os como não modulares.

O catálogo *online* e a embalagem dos produtos da empresa em questão, estão de acordo com as normas vigentes para revestimentos cerâmicos, no entanto, tal formatação dificultou a compreensão exata dos aspectos dimensionais dos revestimentos, visto que informações como dimensão de fabricação e modularidade só puderam ser verificadas através da verificação direta no objeto em uma loja física.

## 6.2 Sugestões para adequação dos revestimentos alagoanos aos padrões da coordenação modular decimétrica

A partir das constatações descritas no item anterior, para que os revestimentos alagoanos possam ser classificados como modulares, sugere-se que:

- Partindo da indicação de junta de assentamento fixada entre 5mm e 10mm, recomendada pela própria empresa analisada, sugere-se que a dimensão de fabricação, das placas modulares, seja estabelecida com um desvio de 5mm negativos em relação à dimensão nominal (que corresponderia à dimensão modular). O desvio com valor de 5mm, para mais ou para menos, é, atualmente, o máximo permitido pelas normas de revestimento. Diante da atual conjuntura das normas analisadas e dos requisitos estabelecidos pela empresa em questão, esta seria a única maneira de adequar seus produtos à coordenação modular decimétrica, no entanto, visto as características intrínsecas ao método de fabricação por via seca, reconhece-se a dificuldade de se atingir essa especificidade dimensional exata à nível de milímetros, sem a possibilidade de contar com uma etapa de retificação;
- Tendo em vista a variação dimensional estabelecida em norma, com valor de 5mm para mais ou para menos, e a indicação de junta de assentamento fixada entre 5mm e 10mm, pela empresa analisada, sugere-se que a dimensão nominal das placas seja estabelecida a partir dimensão modular menos 1cm. Por exemplo: para se conseguir um revestimento com dimensão modular de 3M x 3M, ou seja 30cm x 30cm, recomenda-se que a dimensão nominal do mesmo seja especificada em 29cm x 29cm. Dessa forma, se a fábrica em questão conseguir manter sempre positivo o desvio entre a dimensão de fabricação e a dimensão nominal, será possível obter revestimentos com dimensões reais entre 29cm e 29,5cm, os quais

acrescidos das juntas de assentamento especificada entre 5mm e 10mm, resultariam em um componente modular;

- A fim de facilitar a compreensão a respeito dos revestimentos modulares, ou não, recomenda-se que sejam informadas, em catálogos e plataformas digitais, todas as especificações dimensionais do produto, como a dimensão nominal, dimensão de fabricação, calibre e espaçamento de junta de assentamento.

Ao longo deste estudo, foi possível contatar que a empresa analisada tem seus produtos dentro dos padrões estabelecidos pelas normas nacionais. No entanto, eles não se adequam aos parâmetros necessários para que sejam classificados como coordenados modularmente.

Assim, é possível observar a importância de uma reformulação do conjunto das normas atuais para o componente revestimento cerâmico, pois dificilmente a CM será incorporada a essa indústria sem que ocorram alterações nas recomendações dimensionais para componentes modulares.

O sistema de produção por “via seca”, como visto ao longo deste estudo, é um sistema que demanda menos energia, menos água e menos processos. Além disso, ele resulta em componentes porosos, e por consequência, sujeitos às patologias. Essas características fazem com que esse tipo de produto seja mais barato.

A coordenação modular, por ter a questão da racionalização como princípio, é comumente associada aos empreendimentos de habitação de interesse social. Para esse tipo de empreendimento, é comum que as construtoras utilizem componentes construtivos mais baratos, de acordo com o padrão da obra. Dessa forma, entende-se que, dificilmente, um empreendimento de habitação de interesse social, projetado de acordo com a coordenação modular, conseguiria atingir seus níveis de racionamento na etapa de revestimento cerâmico, utilizando os produtos fabricado pelo sistema “via seca”, pois, como visto, este método de produção enfrenta dificuldades para conseguir um produto com dimensões padronizadas.

O aspecto financeiro e econômico, norteia toda a cadeia da indústria da construção civil. A etapa de retificação, que garantiria dimensões precisas ao revestimento semi-poroso, implicaria uma etapa a mais e assim um custo a mais para as empresas que produzem através do sistema “via seca”. Assim, conclui-se que, atualmente, os revestimentos sujeitos a serem coordenados modularmente são os do tipo porcelanato, fabricados através do sistema “via úmida”, que passam pelo processo de retificação e são caracterizados também por terem preços elevados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os revestimentos cerâmicos produzidos em Alagoas apresentam características dimensionais intrínsecas ao método de fabricação dos mesmos, como foi apresentado no capítulo anterior.

Durante o estudo constatou-se que os revestimentos mais caros estão sujeitos, com maior facilidade, à adaptação aos padrões da coordenação modular, enquanto que os revestimentos populares, enfrentam maiores dificuldades devido aos aspectos das etapas de fabricação.

Os porcelanatos, por exemplo, são produzidos através do sistema por “via úmida”, apresentam o mais baixo grau de absorção de água e, pelo alto custo final do produto, podem passar ainda pela etapa de retificação da peça, garantindo a obtenção exata da medida de fabricação projetada.

Em relação às normas de revestimento, no que dizem respeito aos aspectos relativos à coordenação modular, os produtos fabricados em Alagoas estão todos de acordo com as recomendações vigentes. No entanto, verificou-se que existem diferentes pontos nas normas atuais que merecem atenção, caso haja disposição da indústria brasileira de revestimentos cerâmicos, para adoção dos padrões da coordenação modular.

Como sugestão, para facilitar a implementação da coordenação modular à indústria, recomenda-se a revisão dos seguintes aspectos:

- As normas de revestimento cerâmico são antigas, da década de 1990. Passados mais de 20 anos muita coisa mudou, desde os avanços relativos às tecnologias dos processos de construção e fabricação, passando pela posição do Brasil no cenário mundial da indústria de revestimentos, até as relações comerciais que se estabeleceram após o surgimento da internet como ferramenta de busca de informações e compra de produtos. A norma de coordenação modular, que é referenciada nos textos das normas de revestimento, foi atualizada em 2010. Diante desse contexto geral, entende-se que as normas nacionais de revestimento necessitam de uma revisão profunda, em todos os aspectos que abrange;
- As normas vigentes não obrigam ao fabricante a especificar as dimensões de fabricação, calibre, modularidade e espaçamento de juntas em seus catálogos, informações estas que são fundamentais para verificação a modularidade do componente. Por serem antigas, elas também não especificam o conteúdo das informações em *sites* e lojas *online*, ficando a critério do fabricante a constatação da necessidade da exposição desses dados ou não. Diante do contexto atual, seria positivo que as normas de revestimento determinassem a

necessidade da divulgação dessas informações, visto que atualmente elas só são obrigatórias na embalagem do produto, a qual o acesso, no geral, só é possível após efetuada a compra do mesmo;

- Verificou-se que há uma divergência entre o termo “dimensão nominal” especificado pela norma de revestimento NBR 13816 (ABNT, 1997) e pela norma de coordenação modular. Seria positivo que houvesse a unificação do significado desse termo, a fim de se facilitar a compreensão das características de um componente coordenado modularmente;
- Nos quadros que especificam os desvios dimensionais admissíveis entre a dimensão de fabricação e a dimensão nominal de revestimentos modulares, presente na NBR 13818 (ABNT, 1997) e disponibilizadas em anexo neste trabalho, verificou-se que há um equívoco na informação disponibilizada, e que diverge com o que é recomendado ao longo do corpo do texto do documento. O desvio dimensional admissível para os revestimentos modulares é especificado como “2mm – 5mm”, dando margem para o entendimento de que a variação deve ser positiva de 2mm a 5mm. No entanto ao longo do texto a norma afirma que esse desvio só pode ser negativo. Por outro lado, o quadro de especificações relativas aos revestimentos com maior grau de absorção de água, ou seja, os mais porosos e classificados pelo grupo BIII, recomenda uma variação negativa de “-1,5mm a -5mm” para os revestimentos modulares. Essas incompatibilidades conceituais, entre as descrições das características a respeito das variações dimensionais e os números especificados nas tabelas, dificultam a compreensão dos requisitos dimensionais para revestimentos modulares, e não contribuem positivamente para que os fabricantes possam produzir componentes coordenados modularmente. Além das divergências em relação aos desvios positivos e negativos, os valores dimensionais apresentados não dialogam com os métodos de fabricação dos revestimentos, por exemplo: o desvio dimensional imposto aos revestimentos tipo porcelanato é o mesmo que o desvio solicitado para os revestimentos semi-porosos, essas recomendações não são coerentes visto que, a depender do método de fabricação, os revestimentos produzidos apresentam maior ou menor grau de variação dimensional. Diante dessas constatações, torna-se fundamental a revisão desses valores especificados como desvios aceitos;
- No quadro dos desvios dimensionais da NBR 13818 (ABNT, 1997), seria interessante mencionar o aspecto dimensional da junta de assentamento, pois não basta o revestimento ter uma variação dimensional negativa, e em concordância com a norma, se a dimensão de junta recomendada pelo fabricante é superior a essa diferença;

- A norma de porcelanato, caracterizada por ser a mais recente das analisadas neste estudo, e a que se refere aos produtos fabricados através de etapas que possibilitam a obtenção de dimensões mais precisas, apresenta uma especificação de desvio dimensional de mais ou menos 5mm, permitindo também uma variação positiva. Tal fato merece ser revisto e corrigido;

As especificações dimensionais relativas às tolerâncias admissíveis de revestimentos modulares, tanto na norma mais recente quanto nas mais antigas, são divergentes em diferentes níveis, como mencionado acima, o que demonstra uma aparente falta de preocupação com este aspecto. Essa ausência de informações exatas por parte dos agentes normalizadores também se reflete no mercado, através das imprecisões relativas às dimensões dos revestimentos, e que dificulta a implementação da coordenação modular no setor.

Foi visto no capítulo 1 que a NBR 15873 (ABNT, 2010) cancelou 25 normas as quais se referiam a diversos componentes, como esquadrias, blocos, revestimentos e tijolos, além de equipamentos, projetos e vãos. Dessa forma, a NBR 15873 (ABNT, 2010) consiste na única norma sobre o assunto, com informações gerais que regem todos os componentes e procedimentos. Assim, entende-se que seria interessante que a atual norma trouxesse informações mais precisas em relação aos aspectos abordados nas normas que foram canceladas por ela.

No que se refere aos revestimentos cerâmicos, as normas atuais dão liberdade para que os fabricantes produzam com as mais variadas dimensões, de acordo com os interesses de cada fabricante. A determinação dimensional dos revestimentos, baseada no tamanho do forno utilizado, a fim de se obter maior produtividade, é um exemplo claro de como as normas atuais privilegiam os interesses particulares de empresas privadas em detrimento de algo que poderia ser de interesse público, através de uma maior conectividade entre os componentes e a diminuição dos impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, Brasil. 1997. 4 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, Brasil. 1997. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, Brasil. 1997. 78 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15463**: Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato. Rio de Janeiro, 2013. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873** - Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753** – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 19 p.
- ABRAMAT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos** – ABRAMAT. São Paulo: FGV, 2015. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/site/datafiles/uploads/Perfil%20Ed.%202015.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2016.
- AGOPYAN, V. **Números do desperdício**. Revista Técnica, Ed. 53, ago 2001.
- ANDRADE, M. L. V. X. **Coordenação dimensional como ferramenta para a qualidade em projetos de habitação popular**. Brasília: 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER. **www.anicer.com.br**. Acesso em 20 jun. 2016.
- BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à Implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil**. 2004. 146 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BANCO DE DADOS – **CBIC**, 2016. Disponível em <<http://www.cbicdados.com.br/home/>>. Acesso em: 20 nov. 2016
- BARBOZA, A. S. R. *et al.* A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.11, n.2. abr.-jun. 2011.

BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Departamento de bens de consumo. **Panorama do setor de revestimento cerâmicos no Brasil**. Novembro 2013. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/> > Acesso em: 20 jun. 2016.

BRUNA, P. J. V. **Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1970. 307 p. (Debates).

BOSCHI, 2002 [http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n02/v7n2\\_2.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n02/v7n2_2.pdf)

CBID – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **PIB 2015**. Março 2016. Consulta online. Disponível em <<http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2015>> Acesso em: 20 nov. 2016.

CERAMIC WORLD REVIEW, 2016. Disponível em < <http://www.ceramicworldweb.it/cww-it/> > Acesso em 5 out. 2016.

CIRQUEIRA, C. B. R. P. **A coordenação modular como ferramenta de projeto de arquitetura e levantamento de componentes normatizados no mercado da construção civil do Distrito Federal**. 2015. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília.

COCLUCHI, A. **Promoção de exportações brasileiras: avaliação de desempenho**. 2011. 105 f. P. 19. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

COSTA RICA. *Convenio Específico de Colaboracion entre el Instituto Tecnológico da Costa Rica (ITCR) y la Asociacion Cámara Costarricense de la Construcción (CCC)*. San Jose, 12 de março de 2015. Disponível em < [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/agreements/asociacion\\_camara\\_costarricense\\_de\\_la\\_construccion.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/agreements/asociacion_camara_costarricense_de_la_construccion.pdf) > . Acesso em 07 fev 2018

FERREIRA, M. S.; BREGATTO, P. R.; D’AVILA, M. R. **Coordenação Modular e Arquitetura: Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade**. São Paulo, 2008.

FIESP – Federação das indústrias do estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/infografico-cadeia-da-construcao/#---desce>>. Acesso em 8 nov. 2016.

GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: Editora CEFET-PR, 2002. 530 p.

GONZALES, Jaime. *¿Por qué EUA. no adopta el sistema métrico como casi todo el mundo?*. BBC Mundo, Los Angeles, 12 jun. 2015. Disponível em <[http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610\\_eeuu\\_sistema\\_metrico\\_adopcion\\_jg](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150610_eeuu_sistema_metrico_adopcion_jg)>. Acesso em: 07 fev. 2018.

GORINI, Ana Paula Fontenelle, e CORREA, Abidack Raposo (1999). **Cerâmica para revestimentos**. BNDES Setorial, No. 10, pp. 201-252.

GREVEN, H. A. **Módulo de Projeto**. Techne (ed.138, 2008). Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/138/artigo286539-1.aspx>. Acesso em: 10 de abr. 2016.

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).

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria Inmetro Nº 558. 19 nov. 2013**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002045.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2016.

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

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Industria e Comercio Exterior. **Balança Comercial**. Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br/balanca-comercial> >. Acesso em 20 jun. 2016.

MELCHIADES, F. G.; DEL ROVERI, C. Estabilidade das Dimensões e do Formato de Revestimentos Cerâmicos. Parte II: Formato. **Revista Cerâmica Industrial**. v.6, n.6, p.11-17. Nov/Dez, 2001.

MELCHIADES, F. G.; CANAVESI, A.; BOSCHI, A. O. Dimensionamento de revestimentos cerâmicos visando a maximização da produtividade (porque os revestimentos têm o tamanho que tem?). **Revista Cerâmica Industrial**. São Paulo, 2006.

MOM – Morar de Outras Maneiras. **Coordenação Modular – o que é?** Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em < <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/index.html> >. Acesso em 18 set. 2016.

MONTEIRO FILHA, D. C.; DA COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil**. BNDES Setorial, [S.I.], n.31 p. 353-410, 2010. Disponível em: [www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Construcao\\_Civil/201003\\_10.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Construcao_Civil/201003_10.html). Acesso em: 10 de abr. 2016.

PERS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em <<http://www.persalagoas.com.br/sobre/>>. Acesso em 14 set. 2016.

RIBEIRO, M. S. **A industrialização como requisito para racionalização da construção**. 2002. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980

SANTOS, D, C. **Revestimentos em fachadas: texturas x cerâmicas**. 2012. 112 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.

KAPP, S. **Síndrome do estojo**. In: Anais do IV Colóquio de Pesquisa em Habitação: Coordenação Modular e Mutabilidade. Belo Horizonte: MOM / EAUFMG, 2007. [disponível em: MDC, revista de arquitetura e urbanismo. <http://mdc.arq.br/2009/05/09/sindrome-do-estojo/>].

ZECHMEISTER, D. **Estudo para padronização das dimensões de unidades de alvenaria estrutural no Brasil através do uso da coordenação modular**. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

# APÊNDICE

## APÊNDICE 01 – TABELA DOS REVESTIMENTOS DISPONÍVEIS NO *SITE*

Linhas	Descrição <i>Site</i>	Piso (cm)	Parede (cm)
ATACAMA 11 produtos	Pedras rústicas e com desenho expressivo para uso interno. Cores do deserto, mais quentes e mais aconchegantes	60x60 Atacama Grafite M, B e E Atacama Terra M e B Atacama Marfim M, B e E	30x60 Atacama Grafite M Atacama Cinza M Atacama Marfim M
CIMENTO 5 produtos	O cimento é um clássico contemporâneo que consegue ser atual e arrojado ao mesmo tempo. Apresenta um ar industrial que agrada os amantes da simplicidade e do design.	60x60 Cimento Branco M Cimento Cinza M	60x60 Artesanal M Artesanal Mescla M Cimento Branco M Cimento Cinza M  30x60 Vintage M
DECORA 4 produtos	Detalhes que compõem, transformam e dão vida aos ambientes. Essas pequenas pecinhas tem o poder de deixar a casa diferente, alegre e moderna.	-	30x60 Graça M Pstilha Tom Branco B Pipa Branco B Tramas M
DECORA DESIGN 10 produtos	-	-	30x60 Barbaa B Bico De Jaca Azul B Bico De Jaca Prata B Bossa Brilho Pastilha Bossa Mar B Pastilha Tom Bordado B Renascença M Diamante Multicolor B Domino Azul B Dmino Cinza B
LAZER 11 produtos	Superfícies compostas por pedras naturais com um toque de arte. Apresentam texturas ideais para molhar e se divertir. A piscina vai ficar ainda mais irresistível.	60x60 Jardim Grafite E Jardim Mix E Passeio Cinza E Pátio Branco E Varanda Canela E Barcelona Classico E Barcelona Rustico E Riacho Doce E	60x60 Fazenda Cotto Extrno Jardim Grafite E Jardim Mix E Barcelona Classico E Barcelona Rustico E Riacho Doce E Mos Cocal Pedra M  30x60 Mos Cocal Lenho M
MURO 1 produto	Um muro, uma fachada, uma varanda. Essa linha, feita sob medida, dá um toque de charme que renova qualquer tipo de	60x60 Mos Olaria E	60x60 Mos Olaria E

	ambiente externo. Sua casa vai chamar atenção de longe		
OURO PRETO 2 produtos	As áreas externas são espaços cada vez mais utilizados como ambientes de convívio e lazer. Ouro Preto é um mosaico inspirado nas ruas de ouro preto, calçadas por blocos de basalto gastos pelo uso ao longo de séculos.	60x60 Coimbra Bege E	60x60 Coimbra Bege E  30x60 Coimbra Decor Bege M
RAÍZES 13 produtos	Um olhar sobre as raízes do design contemporâneo em diversos momentos da história revela as nossas memórias... Através desse olhar, Marcelo Rosenbaum criou uma coleção de revestimentos inspirada em momentos marcantes da arquitetura brasileira.	30x60 Mad Mineira Pat Branca M Mad Mineira Pat Natural M	30x60 Azul Céu B Azul Mar B Azul Terra B Buriti Natural B Buriti Natural M Mad Mineira Pat Branca M Mad Mineira Pat Natural M Mural Areia B Mural Cinza B Mural Grafite B Neo Barrco Azul M Neo Barrc Brnco M Neo Barrco Terra M
BÚZIOS 1 produto	-	30x60 Buzios Areia M	30x60 Buzios Areia M
CLÁSSICA 28 produtos	Mármore são como as pedras preciosas do revestimento. Elegância, sofisticação e beleza sa?o características eternas desse material. O resultado? Ambientes clássicos com um clima moderno.	60x60 Atico B Carrara Statuario B Carrara Statuario M Onix Ouro B Royal Marfil B Travertino Roma Bege B e M Travertino Roma Branco B e M  45x45 Travertino Roma Branco B e M Travertino Roma Bege B  30x60 Travertino Platinum M	60x60 Ônix Ouro B Carrara Statuario M Branco Lasa B Clube Social B Pulpis Bege B  30x60 Carrara Statuario B Carrara Statuario M Mos Carrara Statutario B Mos Travertino Roma Branco B Mosaico Bianco B Mosaico Onix B Travertino Roma Branco B Travertino Silver M Carrara Statuario M Travertino Roma Branco M Branco Lasa B Mos Pulpis Mix B

DECORA BRANCO 3 produtos 30x60	-	-	30x60 Diamante Puro B Lençois B Ritmo Branco B
FALESIA 12 produtos	São inspiradas nas formações geográficas esculpidas pelo mar. Apresentam uma superfície ru?stica e de relevo intenso, como que talhado a? ma?o. Têm um toque seco, que lembra o contato relaxante com a praia.	60x60 e 45x45 Falésia Cacáu M Falésia Cinza M Falésia Off White M Falésia Platina M	30x60 Falésia Cacáu M Falésia Cinza M Falésia Off White M Falésia Platina M
LENHO 13 produtos	Material clean, elegante e que traz aconchego em interpretaç?oes de um designer artesa?o. É praticamente um convite para colocar os pés no chão. Vai resistir?	60x60 Deck Canela E Decka Sucupira E Lenho Ripa M Parquet Acácia B Parquet Colonial Jequitibã B e M Parquet Jequitibá B Parquet Marfim B Deck Marfim E Refloresta Bege B e M Refloresta Branco M  45x45 Refloresta Bege B e M Refloresta Branco M	60x60 Deck Canela E Deck Sucupira E Amendola B e M Deck Marfim E Nativa Aroeira B e M Nativa Imbuia B e M Nativa Patia B e M  30x60 Mos Lenho Mix M Refloresta Bege B
NEUTRA 7 produtos	Para que detalhes, acessórios, objetos ou estilos se destaquem, superfícies básicas são essenciais. É uma linha versátil, que combinam com tudo, ou seja, sempre uma boa escolha.	60x60 e 45x45 Classico Branco B e M Classico Cru B* e M  *apenas 60x60	30x60 Classico Branco B e M Classico Cru B e M
PIASENTINA 6 produtos 3 produtos 60x60 3 produtos 30x60	Reprodução da pedra natural que ocorre na região de Roma e tem como característica marcante as cores acinzentadas com pequenos grãos negros e veios brancos. A Piasentina foi usada ao longo dos séculos para construção das calçadas de marcos históricos como o Vaticano. Interpretada em 3 cores e nos formatos 60x60 e 30x60.	-	60x60 E 30x60 Piasentina Branco B e M Piasentina Cinza B e M Piasentina Grafite B e M

<p>URBANA 4 produtos 3 produtos 60x60 1 produto 30x60</p>	<p>Interpretação arrojada do concreto que ganhou brilho e decoração gráfica em branco. O resultado é uma superfície moderna em cores urbanas para ambientes mais despojados ou que pretendem adotar uma atmosfera neutra e contemporânea. O Mosaico Urbano Mate faz o contraponto com a superfície brilhante e amplia as possibilidades de criar com os tons em cinza.</p>	<p>-</p>	<p>60x60 Urbano Branco B Urbana Decor B Urbana Decor B</p> <p>30x60 Mosaico Urbano M</p>
---	--	----------	--

## APÊNDICE 02 – RECLAMAÇÕES REGISTRADAS NO SITE “RECLAME AQUI”

LOCAL		PRODUTO	PROBLEMA RELATADO
1	BA	Carrara estatutário branco brilho	Irregularidades, empeno e tamanhos diferentes
2	AL	Parquet marfim brilho	Tamanhos diferentes
3	RN	Clássico branco brilho	Peças quebradas
4	PE	Alto brilho hd	Cerâmica frágil, de 34 caixas compradas, 12 estavam com 01 ou 03 cerâmicas quebradas
5	BA	Cocal mate	Comprou há 8 meses e não encontra mais no mercado
6	RN	Não informado	Problema com a película de proteção
7	PB	Não informado	Cerâmicas com cores diferentes
8	CE	Não informado	Muito arranhado após 9 meses de assentado
9	PE	Não informado	Buracos na cerâmica, empresa afirma que foi mal assentado
10	AL	Clássico branco 60x60 mate	Peças quebradas
11	BA	Cambraia cru 45x45	Peças trincadas e furadas após o assentamento
12	BA	Não informado	Após o assentamento verificou-se que havia peças com brilho e fosca
13	PE	Não informado	Peças fora de esquadro, tamanhos diferentes
14	PE	Não informado	Mais de 20% estavam com problemas, como: empenadas, quebradas, trincadas, mal cozidas
15	SE	Não informado	Diversas manchas após piso assentado
16	BA	Não informado	Peças com tamanhos diferente
17	BA	Clássico branco e Mosaico jangada bege mate	Todas as peças se encontram empenadas e/ou com pontas avariadas

# ANEXO

## ANEXO 01 – CARACTERÍSTICAS PARA REVESTIMENTOS DO GRUPO BIa

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Quadro VI - Grupo de absorção BIa (prensado)		Abs ≤ 0,5%			
Características geométricas e visual	Unidades	Superfície S do produto cm <sup>2</sup>			
		S ≤ 90	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Desvio de W em relação a N modulares	mm	2-5	2-5	2-5	2-5
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	< 5	< 5	< 5	< 5
	%	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	%	± 1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Espessura <sup>10)</sup> : Desvio de e em relação a e <sub>u</sub>		± 10,0	± 10,0	± 5	± 5
Retitude dos lados <sup>3)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Ortogonalidade <sup>3)</sup>		± 1,0	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Curvatura central		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Curvatura lateral		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Empeno		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Aspecto superficial <sup>4)</sup>		≥ 95			
Diferença de tonalidade <sup>5)</sup>		Por acordo			
Características físicas		Unidades		Limites	
Absorção de água	Média	%	Abs ≤ 0,5		
	Individual (máx.)	%	0,6		
Módulo de resistência à flexão <sup>11)</sup>	Média	MPa	≥ 35		
	Individual (mín.)	MPa	32		
Carga de ruptura	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 1300		
	e < 7,5 mm	N	≥ 700		
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)	mm <sup>3</sup>	≤ 175			
Expansão por umidade <sup>6)</sup>	mm/m	Por acordo <sup>12)</sup>			
Dilatação térmica linear <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao choque térmico <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao gretamento <sup>6)</sup>	Não gretar				
Coefficiente de atrito	A declarar				
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados) <sup>6)</sup>	A declarar				
Dureza Mohs <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao congelamento <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao impacto <sup>6)</sup>	Por acordo				
Características químicas		Esmaltado	Não esmaltado		
Resistência ao manchamento	≥ classe 3		A declarar		
Cádmio e chumbo solúveis <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência aos agentes químicos	Esmaltado	Não esmaltado			
Usos domésticos e para tratamento em piscinas <sup>7)</sup>	≥ classe GB		≥ classe UB		
Ácidos e álcalis de baixa concentração <sup>7) 5)</sup>	A declarar		A declarar		
Ácidos e álcalis de alta concentração <sup>7) 6)</sup>	A declarar		A declarar		

<sup>1)</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>2)</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>3)</sup> Não aplicável em peças que tenham curvas.  
<sup>4)</sup> Devido à queima, pequenas variações com relação à cor padrão são inevitáveis. Existem variações de cor que são intencionais, dentro de uma peça ou de uma peça para outra. São características do produto e desejáveis. Pintas coloridas para fins decorativos não são consideradas como defeito.  
<sup>5)</sup> A classe, conforme anexo D, declarada pelo fabricante, deve ser verificada.  
<sup>6)</sup> Os valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.  
<sup>7)</sup> Ligada mudança de tonalidade não é considerada ataque químico.  
<sup>8)</sup> Certos efeitos decorativos podem apresentar efeito craquelê proposital; nestes casos devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.  
<sup>9)</sup> Por acordo entre as partes. Válida para as cores lisas.  
<sup>10)</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação e<sub>u</sub>.  
<sup>11)</sup> Não aplicável em placas cerâmicas, com carga de ruptura ≥ 3000 N.  
<sup>12)</sup> A maioria das placas cerâmicas, esmaltadas ou não, tem expansão por umidade negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos cerâmicos quando são corretamente fixadas (instaladas). Porém, com práticas de fixação insatisfatórias ou em certas condições climáticas, expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode contribuir para os problemas.  
NOTA - Placas cerâmicas para revestimento com área inferior a 57 cm<sup>2</sup>, realizar ensaio apenas de: absorção de água, resistência aos agentes químicos, resistência a manchas, resistência ao gretamento, expansão por umidade, desvio de r em relação a R e ortogonalidade. Os demais requisitos não se aplicam a este tipo de placa cerâmica para revestimento.

## ANEXO 02 – CARACTERÍSTICAS PARA REVESTIMENTOS DO GRUPO B1b

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Quadro VII - Grupo de absorção B1b (prensado)		0,5% < Abs ≤ 3%			
Características geométricas e visual	Unidades	Superfície S do produto cm <sup>2</sup>			
		S ≤ 90	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Desvio de W em relação a N modulares	mm	2 - 5	2 - 5	2 - 5	2 - 5
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	5	5	5	5
	%	±2	±2	±2	±2
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	%	± 1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Espessura <sup>10)</sup> : Desvio de e em relação a e <sub>v</sub>		± 10,0	± 10,0	± 5	± 5
Retitude dos lados <sup>3)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Ortogonalidade <sup>3)</sup>		± 1,0	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Curvatura central		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Curvatura lateral		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Empeno		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Aspecto superficial <sup>4)</sup>		≥ 95			
Diferença de tonalidade <sup>9)</sup>		Por acordo			
Características físicas		Unidades		Limites	
Absorção de água	Média	%	0,5 < Abs ≤ 3		
	Individual (máx.)	%	3,3		
Módulo de resistência à flexão <sup>11)</sup>	Média	MPa	≥ 30		
	Individual (mín.)	MPa	27		
Carga de ruptura	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 1 100		
	e < 7,5 mm	N	≥ 700		
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)	mm <sup>3</sup>	≤ 175			
Expansão por umidade <sup>6)</sup>	mm/m	Por acordo <sup>12)</sup>			
Dilatação térmica linear <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao choque térmico <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao gretamento <sup>6)</sup>	Não gretar				
Coefficiente de atrito	A declarar				
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados) <sup>5)</sup>	A declarar				
Dureza Mohs <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao congelamento <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao impacto <sup>6)</sup>	Por acordo				
Características químicas		Esmautado		Não esmautado	
Resistência ao manchamento	≥ classe 3		A declarar		
Cádmio e chumbo solúveis <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência aos agentes químicos	Esmautado		Não esmautado		
Usos domésticos e para tratamento em piscinas <sup>7)</sup>	≥ classe GB		≥ classe UB		
Ácidos e álcalis de baixa concentração <sup>7), 8)</sup>	A declarar		A declarar		
Ácidos e álcalis de alta concentração <sup>7), 8)</sup>	A declarar		A declarar		

<sup>1)</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>2)</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>3)</sup> Não aplicável em peças que tenham curvas.  
<sup>4)</sup> Devido à queima, pequenas variações com relação à cor padrão são inevitáveis. Existem variações de cor que são intencionais, dentro de uma peça ou de uma peça para outra. São características do produto e desejáveis. Pintas coloridas para fins decorativos não são consideradas como defeito.  
<sup>5)</sup> A classe, conforme anexo D, declarada pelo fabricante, deve ser verificada.  
<sup>6)</sup> Os valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.  
<sup>7)</sup> Ligeira mudança de tonalidade não é considerada a taque químico.  
<sup>8)</sup> Certos efeitos decorativos podem apresentar efeito craquelê proposital; nestes casos devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.  
<sup>9)</sup> Por acordo entre as partes. Válida para as cores inferior a lisas.  
<sup>10)</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação e e<sub>v</sub>.  
<sup>11)</sup> Não aplicável em placas cerâmicas com carga de ruptura ≥ 3 000 N.  
<sup>12)</sup> A maioria das placas cerâmicas, esmaltadas ou não, tem expansão por umidade negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos cerâmicos quando são corretamente fixadas (instaladas). Porém, com práticas de fixação insatisfatórias ou em certas condições climáticas, expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode contribuir para os problemas.  
**NOTA** - Placas cerâmicas para revestimento com área inferior a 57 cm<sup>2</sup>, realizar ensaio apenas de: absorção de água, resistência aos agentes químicos, resistência a manchas, resistência ao gretamento, expansão por umidade, desvio de r em relação a R e ortogonalidade. Os demais requisitos não se aplicam a este tipo de placa cerâmica para revestimento.

## ANEXO 03 – CARACTERÍSTICAS PARA REVESTIMENTOS DO GRUPO BIIa

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Quadro VIII - Grupo de absorção BIIa (prensado)		3% < Abs ≤ 6%			
Características geométricas e visual	Unidades	Superfície S do produto cm <sup>2</sup>			
		S ≤ 90	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Desvio de W em relação a N modulares	mm	2 - 5	2 - 5	2 - 5	2 - 5
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	5	5	5	5
	%	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	%	± 1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Espessura <sup>10)</sup> : Desvio de e em relação a e <sub>w</sub>		± 10,0	± 10,0	± 5	± 5
Retitude dos lados <sup>3)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Ortogonalidade <sup>3)</sup>		± 1,0	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Curvatura central		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Curvatura lateral		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Empeno		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Aspecto superficial <sup>4)</sup>		≥ 95			
Diferença de tonalidade <sup>5)</sup>		Por acordo			
Características físicas		Unidades	Limites		
Absorção de água	Média	%	3 < Abs ≤ 6,0		
	Individual (máx.)	%	6,5		
Módulo de resistência à flexão <sup>11)</sup>	Média	MPa	≥ 22		
	Individual (mín.)	MPa	20		
Carga de ruptura	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 1 000		
	e < 7,5 mm	N	≥ 600		
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)	mm <sup>3</sup>	≤ 345			
Expansão por umidade <sup>6)</sup>	mm/m	Por acordo <sup>12)</sup>			
Dilatação térmica linear <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao choque térmico <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao gretamento <sup>6)</sup>	Não gretar				
Coefficiente de atrito	A declarar				
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados) <sup>6)</sup>	A declarar				
Dureza Mohs <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao congelamento <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao impacto <sup>6)</sup>	Por acordo				
Características químicas		Es maltado	Não es maltado		
Resistência ao manchamento	≥ classe 3		A declarar		
Cádmio e chumbo solúveis <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência aos agentes químicos	Es maltado	Não es maltado			
Usos domésticos e para tratamento em piscinas <sup>7)</sup>	≥ classe GB		≥ classe UB		
Ácidos e álcalis de baixa concentração <sup>7)</sup>	A declarar		A declarar		
Ácidos e álcalis de alta concentração <sup>7)</sup>	A declarar		A declarar		

<sup>1)</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>2)</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>3)</sup> Não aplicável em peças que tenham curvas.  
<sup>4)</sup> Devido a queimas, pequenas variações com relação à cor padrão são inevitáveis. Existem variações de cor que são intencionais, dentro de uma peça ou de uma peça para outra. São características do produto e desejáveis. Pintas coloridas para fins decorativos não são consideradas como defeito.  
<sup>5)</sup> A classe, conforme anexo D, declarada pelo fabricante, deve ser verificada.  
<sup>6)</sup> Os valores em função de aplicação específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.  
<sup>7)</sup> Ligeira mudança de tonalidade não é considerada ataque químico.  
<sup>8)</sup> Certos efeitos decorativos podem apresentar efeito craquelê proposital; nestes casos devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.  
<sup>9)</sup> Por acordo entre as partes. Válida para as cores lisas.  
<sup>10)</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação e<sub>w</sub>.  
<sup>11)</sup> Não aplicável em placas cerâmicas com carga de ruptura ≥ 3 000 N.  
<sup>12)</sup> A maioria das placas cerâmicas, esmaltadas ou não, tem expansão por umidade negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos cerâmicos, quando são corretamente fixadas (instaladas). Porém, com práticas de fixação insatisfatórias ou em certas condições climáticas, expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode contribuir para os problemas.

## ANEXO 04 – CARACTERÍSTICAS PARA REVESTIMENTOS DO GRUPO BIb

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Quadro IX - Grupo de absorção BIb (prensado)		6% < Abs ≤ 10 %			
Características geométricas e visual	Unidades	Superfície S do produto cm <sup>2</sup>			
		S ≤ 90	90 < S ≤ 190	190 < S ≤ 410	S > 410
Desvio de W em relação a N modulares	mm	2 - 5	2 - 5	2 - 5	2 - 5
Desvio de W em relação a N não modulares	mm	5	5	5	5
	%	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	%	± 1,2	± 1,0	± 0,75	± 0,6
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Espessura <sup>10)</sup> : Desvio de e em relação a e <sub>w</sub>		± 10,0	± 10,0	± 5	± 5
Retitude dos lados <sup>3)</sup>		± 0,75	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Ortogonalidade <sup>3)</sup>		± 1,0	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Curvatura central		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Curvatura lateral		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Empeno		± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Aspecto superficial <sup>4)</sup>		≥ 95			
Diferença de tonalidade <sup>5)</sup>		Por acordo			
Características físicas		Unidades	Limites		
Absorção de água	Média	%	6 < Abs ≤ 10		
	Individual (máx.)	%	11		
Módulo de resistência à flexão <sup>11)</sup>	Média	MPa	≥ 18		
	Individual (mín.)	MPa	16		
Carga de ruptura	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 800		
	e < 7,5 mm	N	≥ 500		
Resistência à abrasão profunda (não esmaltados)	mm <sup>3</sup>	≤ 540			
Expansão por umidade <sup>6)</sup>	mm/m	Por acordo <sup>12)</sup>			
Dilatação térmica linear <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao choque térmico <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao gretamento <sup>6)</sup>	Não gretar				
Coeficiente de atrito	A declarar				
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados) <sup>6)</sup>	A declarar				
Dureza Mohs <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao congelamento <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência ao impacto <sup>6)</sup>	Por acordo				
Características químicas		Esmaltado	Não esmaltado		
Resistência ao manchamento	≥ classe 3		A declarar		
Cádmio e chumbo solúveis <sup>6)</sup>	Por acordo				
Resistência aos agentes químicos	Esmaltado	Não esmaltado			
Usos domésticos e para tratamento em piscinas <sup>7)</sup>	≥ classe GB	≥ classe UB			
Ácidos e álcalis de baixa concentração <sup>7), 8)</sup>	A declarar	A declarar			
Ácidos e álcalis de alta concentração <sup>7), 8)</sup>	A declarar	A declarar			

<sup>1)</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>2)</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>3)</sup> Não aplicável em peças que tenham curvas.  
<sup>4)</sup> Devido à queima, pequenas variações com relação à cor padrão são inevitáveis. Existem variações de cor que são intencionais, dentro de uma peça ou de uma peça para outra. São características do produto e desejáveis. Pintas coloridas para fins decorativos não são consideradas como defeito.  
<sup>5)</sup> A classe, conforme anexo D, declarada pelo fabricante, deve ser verificada.  
<sup>6)</sup> Os valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.  
<sup>7)</sup> Ligeira mudança de tonalidade não é considerada ataque químico.  
<sup>8)</sup> Certos efeitos decorativos podem apresentar efeito craquelê proposital; nestes casos devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.  
<sup>9)</sup> Por acordo entre as partes. Válida para as cores lisas.  
<sup>10)</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação e<sub>w</sub>.  
<sup>11)</sup> Não aplicável em placas cerâmicas com carga de ruptura ≥ 3 000 N.  
<sup>12)</sup> A maioria das placas cerâmicas, esmaltadas ou não, tem expansão por umidade negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos cerâmicos, quando são corretamente fixadas (instaladas). Porém, com práticas de fixação insatisfatórias ou em certas condições climáticas, expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode contribuir para os problemas.  
**NOTA -** Placas cerâmicas para revestimento com área inferior a 57 cm<sup>2</sup>, realizar ensaio apenas de: absorção de água, resistência aos agentes químicos, resistência a manchas, resistência ao gretamento, expansão por umidade, desvio de r em relação a R e ortogonalidade. Os demais requisitos não se aplicam a este tipo de placa cerâmica para revestimento.

## ANEXO 05 – CARACTERÍSTICAS PARA REVESTIMENTOS DO GRUPO BIII

Características das placas cerâmicas para revestimento					
Quadro X - Grupo de absorção BIII (prensado)		Abs > 10% <sup>1)</sup>			
Características geométricas e visual		Unidades	Limites		
			Sem espaçador	Com espaçador	
Desvio de W em relação a N modulares		mm	- 1,5 a - 5	- 1,5 a - 5	
Desvio de W em relação a N não modulares		mm	± 2	± 2	
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a W	$\ell \leq 12$ cm	%	± 0,75 <sup>3)</sup>	+ 0,6/- 0,3	
	$\ell > 12$ cm		± 0,5 <sup>3)</sup>		
Desvio de r <sup>1)</sup> em relação a R <sup>2)</sup>	$\ell \leq 12$ cm		± 0,5 <sup>3)</sup>	± 0,25	
	$\ell > 12$ cm		± 0,3 <sup>3)</sup>		
Espessura <sup>12)</sup> : desvio de e em relação a e <sub>w</sub>				± 10,0	± 10,0
Retitude dos lados <sup>4)</sup>				± 0,3	± 0,3
Ortogonalidade <sup>4)</sup>				± 0,5	± 0,3
Curvatura central				+ 0,5/- 0,3	+ 0,8/- 0,2 <sup>14)</sup>
Curvatura lateral				+ 0,5/- 0,3	+ 0,8/- 0,2 <sup>14)</sup>
Empeno				± 0,5	± 0,5 ≤ 250 cm <sup>2</sup> <sup>14)</sup> ± 0,75 > 250 cm <sup>2</sup> <sup>14)</sup>
Aspecto superficial <sup>5)</sup>			≥ 95		
Diferença de tonalidade <sup>13)</sup>			Por acordo		
Características físicas		Unidades	Limites		
Absorção de água	Média	%	> 10		
	Individual (mín.)	%	9		
Módulo de resistência à flexão <sup>6)</sup>	e ≥ 7,5 mm	MPa	≥ 15		
	e < 7,5 mm	MPa	≥ 12		
Carga de ruptura	e ≥ 7,5 mm	N	≥ 600		
	e < 7,5 mm	N	≥ 200		
Expansão por umidade <sup>8)</sup>		mm/m	Por acordo <sup>10)</sup>		
Dilatação térmica linear <sup>9)</sup>			Por acordo		
Resistência ao choque térmico <sup>9)</sup>			Por acordo		
Resistência ao gretamento <sup>9)</sup>			Não gretar		
Coeficiente de atrito			A declarar		
Resistência à abrasão superficial (pisos esmaltados) <sup>7)</sup>			A declarar		
Dureza Mohs <sup>8)</sup>			Por acordo		
Resistência ao congelamento <sup>8)</sup>			Por acordo		
Resistência ao impacto <sup>8)</sup>			Por acordo		
Características químicas			Esmaltado	Não esmaltado	
Resistência ao manchamento			≥ classe 3	A declarar	
Cádmio e chumbo solúveis <sup>8)</sup>			Por acordo		
Resistência aos agentes químicos			Esmaltado	Não esmaltado	
Usos domésticos e para tratamento em piscinas <sup>10)</sup>			≥ classe GB	≥ classe UB	
Ácidos e álcalis de baixa concentração <sup>10), 7)</sup>			A declarar	A declarar	
Ácidos e álcalis de alta concentração <sup>10), 8)</sup>			A declarar	A declarar	

<sup>1)</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>2)</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>3)</sup> Aplicável para placas cerâmicas que tenham um ou mais lados adjacentes esmaltados.  
<sup>4)</sup> Não aplicável em peças que tenham curva.  
<sup>5)</sup> Devido à queima, pequenas variações com relação à cor padrão são inevitáveis. Existem variações de cor que são intencionais, dentro de uma peça ou de uma peça para outra. São características do produto e desejáveis. Pintas coloridas para fins decorativos não são consideradas como defeito.  
<sup>6)</sup> Revestimentos com carga de ruptura < 400 N devem ser utilizados somente para uso em paredes e devem ser indicados pelo fabricante.  
<sup>7)</sup> A classe, conforme anexo D, declarada pelo fabricante, deve ser verificada.  
<sup>8)</sup> Os valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaios disponíveis e os limites acordados entre as partes.  
<sup>9)</sup> Certos efeitos decorativos podem apresentar efeito craquelê proposita; nestes casos devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.  
<sup>10)</sup> Ligeira mudança de tonalidade não é considerada ataque químico.  
<sup>11)</sup> As placas para revestimento cerâmico não esmaltadas, de absorção de água > 10%, não são empregadas nesta norma.  
<sup>12)</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação e<sub>w</sub>.  
<sup>13)</sup> Por acordo entre as partes. Válida para as cores lisas.  
<sup>14)</sup> Valores expressos em milímetros.  
<sup>15)</sup> A maioria das placas cerâmicas esmaltadas ou não, tem expansão por umidade negligenciável, a qual não contribui para os problemas dos revestimentos cerâmicos quando são corretamente fixadas (instaladas). Porém, com práticas de fixação insatisfatórias ou em certas condições climáticas, expansão por umidade acima de 0,06% (0,6 mm/m) pode contribuir para os problemas.

ANEXO 06 – CARACTERÍSTICAS PARA PORCELANATOS (Grupo BIa)

Características dimensionais		Acabamento lateral		Porcelanato técnico e esmaltado							
		Unidades	Pastilha de porcelana	Retificado			Não retificado				
				Tamanho de cada lado (cm)			Tamanho de cada lado (cm)				
				= 10	> 10 e = 30	> 30 e = 60	> 60	= 10	> 10 e = 30	> 30 e = 60	> 60
Desvio de <i>W</i> em relação a <i>M</i> modulares	mm	Não se aplica		± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Desvio de <i>W</i> em relação a <i>N</i> não modulares <sup>a,b</sup>	mm	Não se aplica		± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	%	Não se aplica		± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2
Desvio de <i>r</i> <sup>b</sup> em relação a <i>W</i>	%	Não se aplica		± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Desvio de <i>r</i> <sup>b</sup> em relação a <i>R</i> <sup>c</sup>	%	± 0,75 <sup>k</sup>		± 0,3	± 0,3	± 0,1	± 0,1	± 0,3	± 0,3	± 0,3	± 0,2
	mm	Não se aplica		± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	%	Não se aplica		± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Desvio de <i>e</i> <sup>d</sup> em relação a <i>e<sub>W</sub></i> <sup>e,f</sup>	mm	Não se aplica		± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	%	Não se aplica		± 0,3	± 0,3	± 0,1	± 0,1	± 0,3	± 0,3	± 0,2	± 0,2
Retitude dos lados <sup>g,h</sup>	mm	Não se aplica		± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	%	± 1,0		± 0,5	± 0,5	± 0,3	± 0,2	± 0,6	± 0,5	± 0,4	± 0,3
Ortogonalidade <sup>g,h</sup>	mm	Não se aplica		± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	%	Não se aplica		- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2	- 0,3/0,4	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2
Curvatura lateral <sup>h,e,i</sup>	mm	Não se aplica		± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	mm	Não se aplica		Tamanho da diagonal (cm)			Tamanho da diagonal (cm)				
				= 40	> 40 e = 80	> 80 e = 120	> 120	= 40	> 40 e = 80	> 80 e = 120	> 120
Curvatura central <sup>h,e,i</sup>	%	Não se aplica		- 0,2/0,2	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2	- 0,3/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2
	mm	Não se aplica		± 1,0	± 1,5	± 1,8	± 2,0	± 1,0	± 1,5	± 1,8	± 2,0
Empeno <sup>h,e,i</sup>	%	Não se aplica		- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2	- 0,3/0,4	- 0,2/0,3	- 0,2/0,3	- 0,2/0,2
	mm	Não se aplica		± 1,0	± 1,5	± 1,8	± 2,0	± 1,0	± 1,5	± 1,8	± 2,0
Aspecto superficial <sup>l</sup>		= 95 %									

<sup>a</sup> Considerar desvio de ± 2 % até o limite de 5 mm.  
<sup>b</sup> Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados).  
<sup>c</sup> Média de vinte lados (formatos retangulares) ou quarenta lados (formatos quadrados).  
<sup>d</sup> O fabricante deve declarar a espessura de fabricação *e<sub>W</sub>*.  
<sup>e</sup> Limites em milímetros não aplicáveis para porcelanatos com relevo proveniente de estampo.  
<sup>f</sup> Variação permitida de 10 % para produtos com relevo proveniente de estampo.  
<sup>g</sup> Não aplicável em peças que tenham curvas (formatos irregulares).  
<sup>h</sup> Não aplicável para porcelanatos com espessura igual ou menor que 6 mm.  
<sup>i</sup> Não aplicável para produtos com relevo acentuado proveniente de estampo, onde não seja possível a realização da medição.

<sup>k</sup> Não aplicável para produtos com formato irregular.  
 NOTA 1 Para pastilhas de porcelana, realizar ensaio apenas de desvio de *r* em relação a *R* e ortogonalidade. Os demais requisitos não são aplicáveis a este tipo de produto.  
 NOTA 2 Quando as características dimensionais forem apresentadas em porcentagem e em milímetros, considerar o que for menor.

## ANEXO 07 – MÉDIA DE RENDA FAMILIAR POR BAIRROS EM MACEIÓ-AL

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
POÇO JARAGUÁ	994,99	20.195	2.822,29	20.776
PONTA DA TERRA	724,65	4.219	2.063,68	3.211
PAJUÇARA	659,35	9.132	2.304,30	8.403
PONTA VERDE	1.805,16	3.229	5.518,62	3.711
JATIUCA	3.916,06	16.361	9.026,87	24.402
MANGABEIRAS	1.917,35	33.758	5.250,64	38.027
	1.732,93	3.952	4.315,64	4.166

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
CENTRO	1.130,60	3.710	3.366,79	2.812
PONTAL DA BARRA	487,50	2.331	1.623,42	2.478
TRAPICHE DA BARRA	519,12	24.257	1.353,52	25.303
PRADO LEVADA	750,10	7.925	2.185,67	17.763
VERGEL DO LAGO	444,01	10.582	1.218,54	10.882
PONTA GROSSA	351,91	32.307	985,64	31.538
	505,46	24.186	1.728,79	21.796

FAROL PITANGUINHA	1.642,75	17.343	4.036,67	16.859
PINHEIRO	1.205,91	5.503	2.584,12	4.789
GRUTA DE LOURDES	1.265,92	19.667	3.326,52	19.062
CANAÁ	2.021,82	13.687	5.444,73	14.283
SANTO AMARO	354,24	4.187	1.053,27	5.025
JARDIM PETRÓPOLIS	370,65	1.846	1.232,10	1.927
OURO PRETO	4.145,28	3.969	10.645,88	5.081
	374,59	4.066	1.538,57	6.224

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
BOM PARTO	366,07	13.549	1.110,64	12.841
MUTANGE	300,41	2.528	1.041,89	2.632
BEBEDOURO	462,98	10.523	1.477,80	10.103
CHÁ DE BEBEDOURO	297,61	11.469	870,68	10.541
PETRÓPOLIS	484,81	15.765	1.503,83	23.675
CHÁ DA JAQUEIRA	284,98	16.843	898,77	16.617
SANTA AMELIA	1.008,22	8.236	2.744,48	10.649
FERNÃO VELHO	331,57	5.655	1.048,18	5.752
RIO NOVO	287,19	5.743	867,92	7.310

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
JACINTINHO	364,96	77.849	1.088,85	86.514
BARRO DURO	938,82	10.597	2.609,52	14.431
SERRARIA	1.118,98	16.170	3.323,89	22.675
SÃO JORGE	420,34	4.309	1.534,57	8.445
FEITOSA	721,52	25.386	2.115,03	30.336

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
BENEDITO BENTES	357,52	67.964	989,07	88.084
ANTARES	691,36	9.193	2.571,24	17.165

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
SANTOS DUMONT	749,52	13.792	1.283,85	20.471
CIDADE UNIVERSITÁRIA	523,86	52.269	1.348,56	71.441
SANTA LÚCIA	446,13	18.844	1.295,98	26.061
TABULEIRO DOS MARTINS	505,47	55.818	1.441,90	64.755
CLIMA BOM	409,30	47.858	1.100,76	55.952

BAIRRO	RENDA FAMILIAR 2000	HABITANTES 2000	RENDA FAMILIAR 2010	HABITANTES 2010
CRUZ DAS ALMAS	1.631,89	9.250	2.810,45	11.708
JACARECICA	1.137,99	5.093	2.426,43	5.742
GUAXUMA	828,56	2.223	2.129,99	2.481
GARÇA TORTA	539,28	1.889	1.755,58	1.635
RIACHO DOCE	489,26	2.917	1.304,54	5.218
PESCARIA	299,79	2.115	890,67	2.784
IPIOCA	377,57	5.944	1.178,69	7.580