

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES TÉCNICAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS DO TIPO GRÊS PORCELÂNICO

*Geanni Barbosa da Silveira e Silva Pessanha, Gilcimar Freitas Lopes, Camille Pereira de Oliveira & Fagner Mendes Azevedo*

---

### RESUMO

PESSANHA, G. B. S. S.; LOPES, G. F.; OLIVEIRA, C. O.; AZEVEDO, F. M. Estudo das propriedades técnicas de revestimentos cerâmicos do tipo grês porcelânico. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 9, n. 26, p. 55-66, 2019.

O segmento de revestimentos cerâmicos engloba todos os produtos cerâmicos em forma de placas usados na construção civil para revestir pisos e paredes, em ambientes internos e externos. As placas cerâmicas são divididas em grupos de acordo com suas características químico-físicas e suas aplicações. Tanto revestimentos internos quanto externos são submetidos a condições específicas de utilização, de acordo com as normas NBR 13.816, NBR 13.817 e NBR 13.818. O presente trabalho teve como objetivo analisar algumas das principais características técnicas: (i) absorção de água; (ii) resistência à mancha; (iii) resistência à flexão, de revestimentos cerâmicos do tipo grês porcelânico e comparar os resultados alcançados com os praticados na norma. Para tal, foram realizados testes seguindo os parâmetros recomendados pelas normas. Dois tipos de corpos de prova foram usados para cada teste, um deles foi confeccionado em laboratório pela rota

tradicional de fabricação à seco (mistura e homogeneização das matérias primas, prensagem e sinterização), e o outro foi obtido por meio de amostras comerciais oriundas aleatoriamente de pontos de venda. Os resultados alcançados foram satisfatórios comparados aos praticados na norma e no mercado, principalmente com relação aos valores da absorção de água, ao qual foi obtido um valor máximo de 0,09% em comparação à norma com 0,5%. Em relação à resistência a flexão, as amostras comerciais corresponderam ao esperado, dentro dos limites. Contudo as amostras laboratoriais ficaram abaixo dos valores prescritos e os reais. Ademais, pode-se concluir que a partir desses dados fica clara a classificação dos materiais (laboratorial e comercial) como revestimento cerâmico do tipo porcelanato, pela baixa absorção de água, com possibilidade de aplicação em piso tanto em ambientes internos como em ambientes externos.

**Palavras-chave:** Construção Civil; Placas Cerâmicas; Propriedades.

---

**ABSTRACT**

The ceramic tile segment encompasses all ceramic tile products used in civil construction to cover floors and walls indoors and outdoors. Ceramic tiles are divided into groups according to their chemical and physical characteristics and their applications. Both internal and external coatings are subjected to specific conditions of use, according to standards NBR 13,816, NBR 13,817 and NBR 13,818. The present work aimed to analyze some of the main technical characteristics: (i) water absorption; (ii) stain resistance; (iii) flexural strength of porcelain stoneware tiles and compare the results achieved with those practiced in the standard. For this, tests were performed following the parameters recommended by the standards. Two types of specimens were used for each test, one of which was made in the laboratory by the traditional dry manufacturing route

(mixing and homogenization of raw materials, pressing and sintering), and the other was obtained from randomly sourced commercial samples. of points of sale. The results achieved were satisfactory compared to those practiced in the standard and in the market, especially in relation to water absorption values, which obtained a maximum value of 0.09% compared to the standard with 0.5%. Regarding flexural strength, such as the expected commercial goods within the limits. However, the laboratory samples were below the prescribed and actual values. In addition, it can be concluded that from these data it is clear the classification of materials (laboratory and commercial) as porcelain type ceramic coating, by the water absorption, with the possibility of application on floors both indoors and outdoors.

**Keywords:** Construction; Ceramic Tiles; Properties.

---

<sup>1</sup>Institutos Superiores de Ensino do CENSA - ISECENSA – Laboratório de Estudos em Estratégia, Gestão e Inovação - Rua Salvador Correa, 139, Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP: 28035-310, Brasil.

(\*) e-mail: gi\_silveira@hotmail.com

Data de recebimento: 13/11/2019. Aceito para publicação: 18/12/2019.

## 1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos podem ser classificados baseados na aplicabilidade dos seus produtos, na origem de seus constituintes, por suas características físicas, químicas e mecânicas, além das características técnico-econômicas (MOTTA *et al.*, 2001). Os revestimentos cerâmicos têm ganhado destaque no Brasil nas últimas décadas devido à versatilidade, *design* e estética. Conforme a Associação Brasileira de Cerâmica (2017), os revestimentos cerâmicos, também denominados placas cerâmicas, são peças utilizadas na construção civil para revestir paredes, pisos, bancadas, entre outros ambientes externos e internos.

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (2015), o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de revestimento cerâmico, ficando em segunda posição a nível mundial. Uma das explicações para essa colocação se dá pela abundância em matéria prima, em especial a argila, que estimulou o crescimento desse mercado amplo, com características específicas para compor diferentes ambientes.

Os revestimentos cerâmicos são utilizados para revestir pisos e paredes, sendo divididos em grupos de acordo com suas características químico-físicas e suas aplicações. Existem casos de uso mais específicos: quando dependem da necessidade de resistência ao congelamento, quando utilizados em superfícies frias, uso industrial com exposição a ambientes ou produtos químicos agressivos, locais de tráfego intenso, atrito e outros (SILVA *et al.*, 2015).

As características dos revestimentos cerâmicos são definidas pela microestrutura formada consequente das matérias-primas utilizadas nas formulações ao qual possuem configurações mineralógicas distintas, onde cada qual exerce uma função (KNISS *et al.*, 2012). As matérias-primas argilosas conferem plasticidade à massa, enquanto as não plásticas, caracterizadas por fundentes e refratárias são responsáveis pela densificação e resistência mecânica, respectivamente (OLIVEIRA, 1998).

Segundo a NBR 13816 (1997), as placas cerâmicas para revestimento são materiais compostos de argila e outras matérias primas inorgânicas, sendo conformadas por extrusão, prensagem, ou, por outros processos. As placas são, então, prensadas, secas e queimadas à temperatura de sinterização, podendo ter acabamento esmaltado ou não esmaltado.

Dentro da classificação das placas cerâmicas pode-se destacar o “grês porcelânico” ou simplesmente porcelanato, como sendo um revestimento cerâmico impermeável, vitrificado, esmaltado ou não, cuja peça queimada é branca ou artificialmente colorida, produzida pela mistura de caulim, quartzo e feldspato. Em termos práticos, essa definição deve ser compatível com a classificação ISO 10545-7 (1996) para revestimentos cerâmicos, ao qual define o termo totalmente vitrificado pela absorção de água abaixo de 0,5% (SÁNCHEZ, 2003).

Dentre as mais variadas propriedades pertencentes ao grês porcelânico, a absorção de água ganha maior destaque por ser uma propriedade matriz que influencia outras, como a resistência mecânica e a resistência a manchas. Sánchez (2003) corrobora ressaltando os requisitos necessários ao processamento que levam a tais propriedades relevantes: alta resistência mecânica e dureza, resistência a manchas, resistência ao congelamento, brancura e o desenvolvimento da cor. Dutra e Pontes (2002) também destacam a importância do estudo das propriedades térmicas, físicas e

mecânicas em função da porosidade.

Neste contexto, de constante evolução no setor de revestimentos cerâmicos, onde o respectivo produto está cada vez mais acessível aos profissionais da área e os próprios clientes, faz-se necessário um estudo e disseminação das principais características dos revestimentos. Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar algumas das principais características técnicas: (i) absorção de água; (ii) resistência à mancha; (iii) resistência à flexão, de revestimentos cerâmicos do tipo grês porcelânico e comparar os resultados alcançados com os praticados na norma. Para tal, foram realizados testes seguindo os parâmetros recomendados pelas normas.

## 2. METODOLOGIA

Para que a realização dos ensaios fosse possível, foram utilizados dezessete corpos de prova no total, aos quais: seis confeccionados em laboratório, seis retirados de placas comerciais e cinco placas comerciais inteiras. A fim de facilitar a tabulação dos resultados, os corpos de prova utilizados neste trabalho, foram abreviados da seguinte maneira: CL – Amostras Laboratório; CC – Amostras Comerciais. Após a realização dos ensaios, os valores alcançados foram comparados à norma, que são denominados os valores teóricos e igualmente comparados aos valores reais obtidos por Oliveira (1998), por ser o único artigo com a mesma proposta do presente trabalho.

### 2.1 Processamento dos Corpos de Prova (CL)

#### 2.1.1 Preparação da massa

A preparação foi executada conforme massa de porcelanato padrão, que consiste de 40 % em peso de caulim, 47,5 % em peso de feldspato sódico e 12,5 % em peso de quartzo (BIFFI, 2002).

Primeiramente as matérias-primas foram secas em estufa a 110 °C até obtenção de umidade inferior a 0,5%. Em seguida, foram pesadas em balança digital GEHAKA, modelo BG 2000 com precisão ( $\pm 0,01$  g), e posteriormente submetidas a um processo de mistura/homogeneização, e umidificadas com adição de aproximadamente 7 % de água, sendo granuladas manualmente em uma peneira de abertura de 40 mesh (420  $\mu$ m ABNT).

#### 2.1.2 Conformação

Os corpos de prova foram conformados por meio de prensagem uniaxial a temperatura ambiente, em uma matriz retangular medindo 115 x 25,4 x 10 mm, e pistões de aço usando a prensa hidráulica Schiwing Siwa, modelo PHMA, com capacidade de 15 toneladas. As matérias primas foram adicionadas à matriz e prensadas a 5 toneladas durante 60 segundos, tais parâmetros foram obtidos em adequação pelas dimensões dos respectivos corpos de prova.

#### 2.1.3 Secagem e sinterização

Após conformação, as peças cerâmicas foram submetidas a um processo de secagem em estufa na temperatura de 110 °C durante 24h para retirada da umidade. Em seguida, a sinterização

foi realizada em forno de queima rápida MAITEC, modelo FSQC-1300/3, em atmosfera oxidante na temperatura de patamar de 1220 °C a uma taxa de 10 °C/min. Apesar dos parâmetros serem encontrados em diversos trabalhos, há uma variação entre os mesmos pelo modelo de estufa e forno utilizados. A Figura 1 ilustra os corpos de prova confeccionados, medindo em média 114,3x25x8 mm após a sinterização.



Figura 1: Corpos de prova confeccionados em laboratório.

## 2.2 Corpos de Prova Comerciais (CC)

Das amostras comerciais foram utilizadas cinco placas inteiras, medindo 72x72mm, conforme apresentado na Figura 2.a, e seis corpos de prova foram cortados medindo 114,3x25x8 mm, como mostra a Figura 2.b.

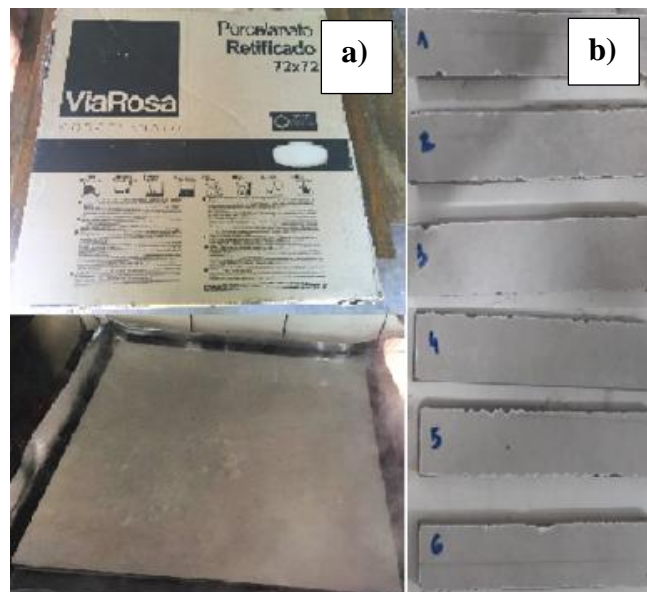


Figura 2: Corpos de prova comerciais.

## 2.3 Caracterização dos Corpos de Prova

### 2.3.1 Absorção de água

Para a realização do teste de absorção de água, os corpos de prova secos foram pesados, colocados em recipiente com água e mantidos em água fervente por duas horas. Após o período estipulado, a água superficial foi retirada de cada peça utilizando um pano, e registrando a massa

úmida em seguida (NBR 13818 – Anexo B). A absorção de água (AA) foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$AA \% = \frac{(P_u - P_s)}{P_s} 100 \quad (1)$$

Onde:  $P_u$  e  $P_s$  são as massas (em gramas) das peças saturadas em água (úmidas) e secas, respectivamente.

### 2.3.2 Resistência à mancha

Conforme consta na NBR 13818, Anexo G, foi realizado o teste para verificação da resistência ao manchamento segundo os parâmetros previstos. Foi utilizado um agente classificado como formador de película: o vinho tinto. Tal agente permaneceu na superfície por vinte e quatro horas, posteriormente foi retirada a sujidade em água corrente, para então a realização da análise visual.

### 2.3.3 Resistência à flexão

A tensão de ruptura à flexão ( $\sigma_s$ ) dos corpos cerâmicos (ensaio de carregamento em três pontos) foi determinada através da máquina de ensaios universal Instron 5582, com velocidade de carregamento de 0,5 mm/min, e foi calculada de acordo com a Equação 2:

$$\sigma_s = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

Onde:

$P$  : carga aplicada (N);

$L$  : distância entre os cutelos de apoio (mm);

$b$  : largura dos corpos cerâmicos (mm);

$d$  : espessura dos corpos cerâmicos (mm).

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Ensaio de Absorção de Água

A absorção de água é uma propriedade de fundamental importância para classificar os revestimentos cerâmicos, além de ter influência diretamente em outras propriedades. Ademais, é altamente relevante para determinar qual será a aplicabilidade dos mesmos.

A Tabela 1 traz os resultados do teste tanto para os corpos de prova comerciais (CC), quanto para os produzidos em laboratório (CL).

Tabela 1: Teste de absorção de água

| Amostras | Peso Úmido (g) | Peso Seco (g) | Absorção De Água (%) |
|----------|----------------|---------------|----------------------|
| CL 1     | 37,701         | 37,700        | 0,002                |
| CL 2     | 37,700         | 37,699        | 0,002                |
| CL 3     | 37,750         | 37,711        | 0,103                |
| CL 4     | 38,010         | 38,009        | 0,002                |
| CL 5     | 38,103         | 38,100        | 0,007                |
| CC 1     | 10.000,065     | 10.000,060    | 0,049                |
| CC 2     | 9.000,835      | 9.000,820     | 0,152                |
| CC 3     | 10.000,025     | 10.000,010    | 0,149                |
| CC 4     | 10.000,005     | 10.000,000    | 0,050                |
| CC 5     | 9.000,885      | 9.000,880     | 0,050                |

Pode-se observar por meio dos resultados obtidos que tanto os corpos de prova comerciais, quanto os produzidos em laboratório, tiveram a absorção de água inferior a 0,5%. Sendo importante ressaltar que, de maneira geral, os corpos de prova confeccionados em laboratório absorveram menos água que os comerciais pelas dimensões relativamente menores.

Tais valores são tabelados relacionando a classificação dos revestimentos quanto ao processo de fabricação e a absorção de água conforme a norma NBR ABNT 13817 (1997), demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação quanto absorção de água

| Grupos | Absorção de água (%)  |
|--------|-----------------------|
| Ia     | $0 < Abs \leq 0,5$    |
| Ib     | $0,6 < Abs \leq 3,0$  |
| Iia    | $3,1 < Abs \leq 6,0$  |
| Iib    | $6,1 < Abs \leq 10,0$ |
| III    | $Abs > 10$            |

Fonte: NBR ABNT 13817, 1997.

Portanto, por apresentarem baixíssima absorção de água, os corpos de prova ensaiados se enquadram dentro da classificação de porcelanato. Segundo o INMETRO (1998), tal informação deve estar inserida na embalagem do produto e é de suma importância para que o consumidor selecione produtos que se adequem às suas necessidades.

### 3.2 Ensaio de Resistência à Flexão

O ensaio de flexão possibilita a obtenção de informações a respeito do material quando submetidos a determinados esforços. No caso dos revestimentos cerâmicos, tais esforços variam desde o manuseio, armazenamento, transporte e onde os mesmos serão aplicados.

A tensão de ruptura à flexão é afetada pelo índice de absorção de água, ou seja, quanto menor for a porosidade do revestimento, maior será sua resistência. A Tabela 3 traz os resultados do teste para determinação da resistência à flexão, e a Figura 3 os valores obtidos para média e desvio padrão dos resultados do teste.

Tabela 3: Teste de resistência à flexão

| Corpos de prova | CL        | CC        | CL               | CC               |
|-----------------|-----------|-----------|------------------|------------------|
|                 | Força (N) | Força (N) | $\sigma_s$ (MPa) | $\sigma_s$ (MPa) |
| 1               | 153,603   | 600,683   | 15,886           | 45,051           |
| 2               | 178,195   | 517,436   | 18,265           | 38,807           |
| 3               | 147,247   | 313,542   | 13,122           | 8,516            |
| 4               | 188,466   | 733,536   | 17,295           | 55,015           |
| 5               | 203,054   | 333,409   | 20,436           | 25,005           |
| 6               | 167,772   | 525,861   | 16,932           | 39,439           |

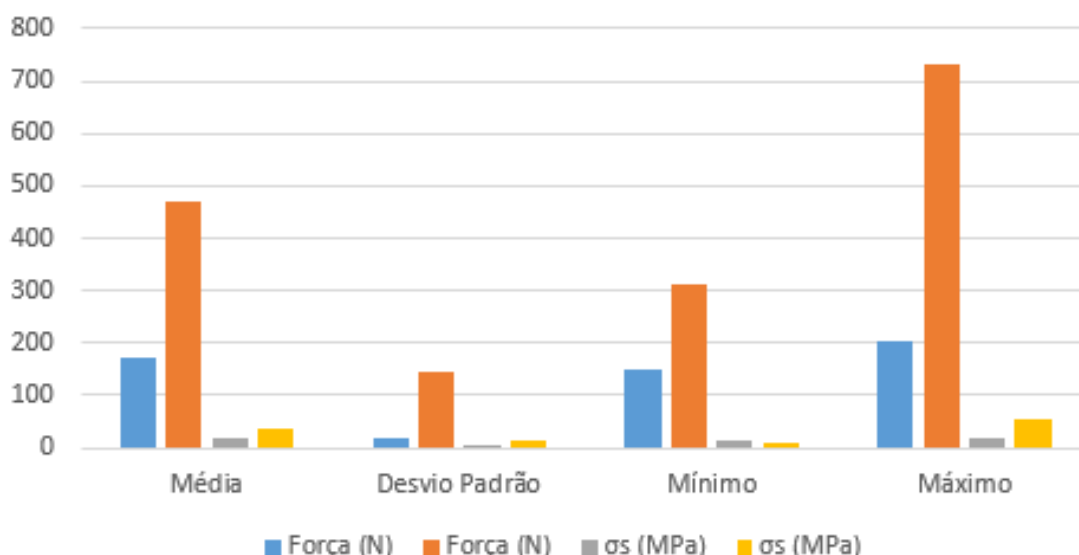


Figura 3: Resumo do teste de resistência à flexão.

Por meio dos resultados obtidos pôde-se verificar uma constância entre os corpos de prova produzidas em laboratório, o que indica que houve uma boa homogeneização na fase da mistura das matérias primas, e densificação adequada por meio da sinterização. No que diz respeito aos valores inferiores, são perfeitamente compreendidos, pela utilização de apenas três matérias primas, processamento manual/mecanizado, e tamanho reduzido do corpo de prova.

Já em relação as amostras comerciais houve considerável variação, possivelmente devido transporte, armazenamento e aos cortes realizados, que podem ter causado fragilidade no material, reduzindo substancialmente sua resistência. Contudo, apesar da limitação na execução do ensaio (necessidade de corte dos corpos de prova para adequação à máquina) o valor médio obtido foi satisfatório, de acordo com os valores indicados pela norma NBR 13818.



### 3.3 Ensaio de Resistência à Mancha

Para realização do teste de resistência à mancha, os corpos de prova (CC, CL) foram submetidos a ação de um agente manchante formador de película, o vinho tinto, por um período de 6h, conforme especificado pela norma NBR 13818.

A Figura 4 ilustra as fases de realização do teste: (i) adição do agente manchante; (ii) permanência do agente manchante pelo período de tempo definido na norma; (iii) remoção do agente manchante dos corpos de prova.

Após a remoção do agente manchante com água potável, verificou-se que não havia nenhum tipo de resíduo ou mancha residual nas amostras, como pode ser observado na Figura 4.

Segundo a norma NBR ABNT 13817 (1997), tanto os corpos de prova comerciais quanto os confeccionados em laboratório podem ser classificados como placas de classe 5, nas quais há máxima facilidade de remoção de manchas.

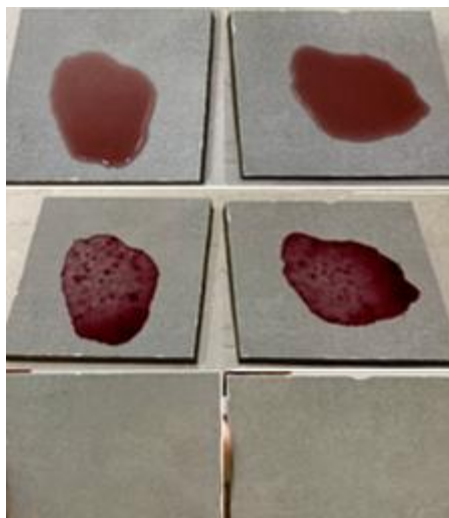


Figura 4: Teste de resistência à mancha.

### 3.4 Comparação entre Valores

Apesar dos testes terem sido adequados aos equipamentos e ambientes disponibilizados, foram realizados com maior proximidade possível ao que as normas determinam. A Tabela 4 apresenta uma comparação dos valores especificados pelas normas vigentes, os valores reais obtidos por Oliveira (1998), e os valores obtidos por meio dos ensaios realizados neste trabalho.

Tabela 4: Comparação das características do porcelanato.

| Teste                                     | Normas               | Valores Prescritos | Valores Reais | Valores Encontrados CC/CL     |
|---|----------------------|--------------------|---------------|-------------------------------|
| Absorção de Água (%)                      | EN 99<br>ABNT 13817  | $\leq 0,5$         | $\approx 0,1$ | $\approx 0,09 / \approx 0,02$ |
| Resistência à Flexão (N/mm <sup>2</sup> ) | EN 100               | $\geq 27$          | $\geq 50$     | $\approx 35 / \approx 17$     |
| Resistência à Mancha                      | EN 122<br>ABNT 13817 | Sem variação       | Sem variação  | Sem variação / Não aplicável  |

O ensaio de absorção de água gerou excelentes resultados uma vez que foram obtidos valores muito abaixo dos prescritos. Os resultados provenientes dos corpos de prova comerciais comprovam a qualidade do produto neste quesito. E os resultados dos corpos de prova confeccionados comprovam a reprodutibilidade alcançada mesmo com o mínimo de matéria prima exigida para tal.

O ensaio de resistência à flexão nos corpos de prova comerciais atenderam à Norma EN 100 apesar de terem ficado abaixo do valor encontrado por Oliveira (1998) e os corpos de prova confeccionados não atenderam aos valores estabelecidos pelos fatores já mencionados.

Quanto ao resultado do ensaio de resistência à mancha foi categórico pela remoção total da mancha sem a necessidade de nenhum tipo de produto ou técnica, apenas água potável corrente.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados dos testes para os corpos de prova laboratoriais foram satisfatórios em relação à absorção de água e resistência à mancha, apesar disso, quanto à resistência à flexão, os valores obtidos foram inferiores ao que determina a norma.

Quanto aos resultados obtidos para os corpos de provas comerciais, todos os testes realizados geraram resultados satisfatórios e dentro da especificação que a norma prescreve, com maior destaque para a absorção de água.

Ademais, pode-se concluir que a partir desses dados fica clara a classificação das amostras como revestimento cerâmico do tipo porcelanato, com possibilidade de aplicação em piso tanto em ambientes internos como em ambientes externos.

Como limitação deste trabalho pode-se destacar a falta de alguns equipamentos específicos necessários para manipulação e confecção dos corpos de prova. Além disso, as dimensões utilizadas na confecção deles foram definidas de acordo com os recursos disponíveis.

Para continuidade desse trabalho, pretende-se estudar e analisar outras propriedades técnicas

que constam na norma (resistência à abrasão, resistência ao gretamento, etc) além do estudo da relação entre a microestrutura e as propriedades dos revestimentos. Além da realização de um levantamento exploratório sobre valores de mercado dos revestimentos cerâmicos associados à qualidade.

## 5 REFERÊNCIAS

ABC - Associação Brasileira de Cerâmica (2017) – Disponível em: <http://abceram.org.br/> - Acessado em: 15/07/2018.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Placas Cerâmicas para Revestimento – Terminologia**. NBR 13816, Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Placas Cerâmicas para Revestimento – Classificação**. NBR 13817, Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação e métodos de ensaio**. NBR 13818, Rio de Janeiro, 1997.

ANFACER Associação nacional dos fabricantes de cerâmica para revestimento, louças sanitárias e congêneres - **O mercado brasileiro: A indústria brasileira de cerâmica para revestimento** (2015). Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/brasil> - Acessado em 20/07/2018.

BIFFI, G. **Il Grés porcellanto – Manuale di fabbricazione e tecniche di impiego**. Itália: Gruppo Editoriale Faenza Editrice Spa, 1997. 312p.

DUTRA, R. P. S.; PONTES, LR de A. Obtenção e análise de cerâmicas porosas com a incorporação de produtos orgânicos ao corpo cerâmico. **Cerâmica**, v. 48, n. 308, p. 223-230, 2002.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (1998) – Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp> - Acessado em: 08/04/2019.

ISO - International Organization for Standardization. **Ceramic tiles — Part 7: Determination of resistance to surface abrasion for glazed tiles**. ISO 10545-7 [s.l.; s.n.], 1996.

KNISS, C. T., LIMA, J. C., PRATES, P. B. The quantification of crystalline phases in materials: Applications of Rietveld method. In: SHATOKHA, V. (Ed.). **Sintering: Methods and Products**. Rigeika: InTech, 2012, p. 293-316

MOTTA, J. F. M., CABRAL Jr., M., ZANARDO, A. As matérias-primas cerâmicas. Parte I: o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. **Cerâmica Industrial**, v. 6, n. 2, p. 28-39, 2001.

MOTTA, J. F. M., CABRAL JR, M., TANNO, L. C., ZANARDO, A. As matérias-primas cerâmicas. Parte II: Os minerais industriais e as massas da cerâmica tradicional. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 7, n. 1, p. 33-40, 2002.

OLIVEIRA, A. P. N. Grês porcelanato: aspectos mercadológicos e tecnológicos. **Cerâmica Industrial**, v. 3, n. 3, p. 34-41, 1998.

SÁNCHEZ, E. Considerações Técnicas sobre Produtos de Revestimento Porcelânico e seus Processos de Manufatura. Parte I. **Revista Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 2, p. 7-16, 2003.

SILVA, M. N. P., SILVA, M. N. P., BARRIONUEVO, B. D. U. S., FEITOSA, I. M., DA SILVA, G. S. Revestimentos Cerâmicos e suas Aplicabilidades. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 2, n. 3, p. 87-97, 2015.