



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QMC5515 - Estágio Supervisionado

**RELATÓRIO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO EM  
CERÂMICA PORTOBELLO - TIJUCAS/SC**

Pamela Rosa Martins  
Jorge Elías da Silva

Florianópolis  
Novembro/2019

Pamela Rosa Martins

**AUDITORIAS SEMANAIS DOS PRODUTOS ACABADOS DA CERÂMICA  
PORTOBELLO**

Projeto de Estágio Supervisionado (QMC 5515)  
apresentado ao Departamento de Química da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
desenvolvido na Cerâmica Portobello em Tijucas/Santa Catarina  
sob supervisão do Coordenador Jorge Elias da Silva.

Florianópolis  
Novembro/2019

## SUMÁRIO

1. JUSTIFICATIVA.....	9
2. APRESENTAÇÃO LOCAL DO ESTÁGIO.....	10
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
3.1 Cerâmica.....	12
3.2 Matéria Prima.....	13
3.2.1 <i>Massa</i> .....	13
3.2.2 <i>Esmalte</i> .....	15
3.3 Processo de produção.....	16
3.4 Normas.....	17
3.4.1 <i>Absorção de água</i> .....	18
3.4.2 <i>Resistência ao manchamento</i> .....	19
3.4.3 <i>Resistência química</i> .....	21
3.4.4 <i>Carga de ruptura e Resistência mecânica a flexão</i> .....	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 Objetivos Gerais.....	23
4.2 Objetivo Específico.....	23
5. METODOLOGIAS.....	24
5.1 Reagentes.....	24
5.1.1 <i>Reagentes para Resistência ao Manchamento</i> .....	24
5.1.2 <i>Reagentes para Resistência Química</i> .....	24
5.1.3 <i>Agentes de limpeza</i> .....	25
5.2 Amostragem.....	25
5.3 Preparação das amostras.....	25
5.4 Resistência ao Manchamento.....	26
5.5 Resistência Química.....	27
5.6 Absorção de Água.....	28
5.7 Carga de Ruptura e Resistência Mecânica à Flexão.....	28
5.8 Segurança no Laboratório.....	29
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTÁGIO.....	30
6.1 Análise e cálculo da absorção de água.....	30
6.2 Análise da resistência ao manchamento.....	31
6.3. Análise da resistência química.....	32

6.4	Análise e cálculos para carga de ruptura e resistência mecânica à flexão.....	34
6.5	Análise dos dados Auditoria Semanal com base nas normas.....	35
7.	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS.....	39
8.	CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO A FORMAÇÃO PROFISSIONAL.....	40
9.	REFERÊNCIAS.....	41
10.	ANEXOS.....	45

**Lista de Figuras**

Figura 1. Cerâmica Portobello, parque fabril de Tijucas/SC.....	11
Figura 2. Diagrama de fases de um aluminossilicato.....	14
Figura 3. Diagrama ternário cerâmica.....	15
Figura 4. Fluxograma processo de produção da cerâmica de revestimento.....	17
Figura 5. (a) Ensaio de manchamento em porcelanato esmaltado.....	26
(b) Ensaio de manchamento em porcelanato não esmaltado.	
Figura 6. Ensaio de resistência química.....	27
Figura 7. Porosímetro.....	28
Figura 8. Flexímetro para ensaio de carga de ruptura e resistência mecânica a flexão.....	29
Figura 9. Procedimento sistemático de classificação.....	32
Figura 10. Quantidade de não conformidade por análise.....	36
Figura 11. Somatória de não conformidade por acabamento.....	37

**Lista de Tabelas**

Tabela 1. Normas de placas cerâmicas para revestimento e sua finalidade.....	18
Tabela 2. Grupos de absorção de água, quanto a nomenclatura pela norma, nomenclatura do laboratório e a recomendação de uso.....	19
Tabela 3. Classificação de resistência a manchas.....	20
Tabela 4. Tempo previsto de ataque químico.....	21
Tabela 5. Valores mínimo aceitos por norma para carga de ruptura e resistência mecânica à flexão por grupos de absorção de água.....	22
Tabela 6. Valores das análises de absorção de água.....	30
Tabela 7. Resultado manchamento.....	31
Tabela 8. Resultados de resistência química.....	33
Tabela 9. Resultados de carga de ruptura.....	34
Tabela 10. Somatória das não conformidades obtidas pelas tipologias para cada tipo de ensaio realizado durante o período de estágio.....	35

**Lista de Siglas**

AA - Absorção de água

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AL – Alagoas

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica

CCB - Centro Cerâmico do Brasil

CR - Carga de ruptura

CTC - Centro Tecnológico Cerâmico

EXT - Externo

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

NAT - Natural

NBR - Norma Brasileira

NC - Não conformidade

PBG - Portobello Grupo

PE - Porcelanato esmaltado

POL - Polido

PT - Porcelanato Técnico

RM - Resistência ao manchamento

RMF - Resistência mecânica à flexão

RQ - Resistência química

SC - Santa Catarina

## RESUMO

O foco deste estudo foi o entendimento e aplicabilidade das Normas Brasileiras de controle de qualidade de revestimento cerâmico. O produto escolhido para a análise e entendimento dos dados foi o Liverpool Matt White 7x24. Os testes realizados foram, absorção de água, resistência ao manchamento, resistência química, carga de ruptura e resistência mecânica à flexão, buscando identificar as possíveis não conformidades do produto analisado. Com o objetivo de expor e analisar os dados estatísticos de 127 produtos obtidos das auditorias semanais, realizada na empresa Cerâmica Portobello fez-se necessário a análise estatística dos mesmos. Essa análise revelou que a tipologia que apresenta mais não conformidades é o porcelanato esmaltado, tendo valor elevado para não conformidades de resistência química. O porcelanato esmaltado possui três tipos diferentes de acabamento, externo, natural e polido. Para cada tipo houve uma quantidade de não conformidade e o acabamento com mais resultados divergentes referente a norma foi o polido, devido ao seu processo de polimento. Os dados obtidos são divulgados na forma de slides em apresentações semanais, onde ocorrem discussões entre os auditores e os técnicos, buscando a solução mais apropriada para as não conformidades apresentadas.

Palavras-chaves: auditoria, porcelanato, não conformidades, normas.



## 1. JUSTIFICATIVA

Para garantir a sustentabilidade e otimização de etapas no processo de produção de revestimento cerâmico, há uma busca constante por matérias primas mais eficientes que visem aumento da produtividade, bem como a redução dos recursos energéticos utilizados em todas as etapas. Por isso, há uma frequente mudança nesses recursos e o acompanhamento semanal da fabricação do porcelanato se faz necessário para garantir o padrão e a qualidade do produto. Isto tudo em benefício do consumidor, pois há um comprometimento com a excelência dos resultados, implicando em um produto de qualidade que cultive e apoie boas práticas de cuidado com o meio ambiente.

Tendo em vista a necessidade desse acompanhamento e melhora dos produtos, fez-se um estudo estatístico das não conformidades obtidas das análises da auditoria semanal da produção atual comparando se com os padrões, que são baseados nas Normas Brasileiras de placas cerâmicas, com os requisitos mínimos e controle de qualidade de revestimento cerâmico.

As principais atividades desenvolvidas foram a amostragem e coleta de porcelanatos produzidos em todas as fábricas, bem como a preparação e identificação dos corpos de prova. As análises realizadas foram de resistência a manchas, resistência química, absorção de água, carga de ruptura e resistência mecânica à flexão, todas baseadas nas normas.

O levantamento desses dados para estudo estatístico feito na empresa Cerâmica Portobello, tratam de uma atual realidade encontrada nas indústrias, que buscam matérias primas mais rentáveis, para aumentar a produtividade e reduzir custos, mas garantindo a padronização e certificação dos produtos de acordo com as Normas Brasileiras.

## 2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

A Cerâmica Portobello é a maior empresa da América Latina no ramo de revestimento cerâmico atuando a mais de 40 anos nesse mercado. Contribui para o faturamento anual com cerca de R\$ 1,3 bilhões com o maior parque fabril da América do Sul. Faz parte da rede Portobello Grupo (PBG), que atualmente conta com duas plantas no Brasil, em Tijucas (SC) (Figura 1) e Marechal Deodoro (AL).

Tem como objetivo produzir um revestimento cerâmico, de alta qualidade que vise as necessidades mais específicas e adversas do consumidor, através de produtos sustentáveis com inovações e tecnologia de processo, promovendo conforto e bem estar social com seu produto, mantendo seu comprometimento com a natureza.

O estágio foi desenvolvido no parque fabril de Tijucas, Santa Catarina (Figura 1), fundado em 1979, que atuava na época com apenas uma fábrica. Atualmente trabalha com seis fábricas e cinco tipologias diferentes de porcelanato. Além de atender grande parte do mercado interno, faz exportação com aproximadamente 65 países abrangendo os cinco continentes. Sua equipe conta com aproximadamente três mil colaboradores distribuídos nas fábricas, administrativo, apoio industrial, exportação e logística.

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento, que possui uma equipe de especialistas focada em desenvolver novas fórmulas, resolver possíveis falhas na linha de produção e propor melhorias para o processo produtivo. O setor de atuação deste estágio é denominado "Produto Acabado", onde realizam-se testes nos produtos da linha de fábrica, bem como nos produtos de lançamento e também contribui na assistência técnica.

**Figura 1** - Cerâmica Portobello, parque fabril de Tijucas/SC



Fonte: Google imagem, 2019.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 A Cerâmica

Os artefatos cerâmicos mais antigos encontrados datam do período mesolítico, de 13.000 a.C até 9000 a.C., e deduz-se que o homem utilizava as mãos para misturar, moldar e decorar esses objetos feitos de argila, como vasos e utensílios. Ao passar dos anos, civilizações como a egípcia, grega, entre outras, contribuíram para a evolução da cerâmica. Aproximadamente em 500 a.C. surgiram as primeiras cerâmicas para revestimento de grandes construções, no extremo oriente, principalmente na China. <sup>1,2</sup>

Analisando o século passado, nota-se um avanço tecnológico muito grande no ramo industrial, destacando-se o ramo cerâmico. O desenvolvimento de materiais especiais, tecnologia na combustão, automação do processo, novas técnicas de esmaltação, impressão da decoração, e esmaltes e principalmente, o elevado conhecimento da ciência dos materiais, permitiu, uma forte melhora da tecnologia e conseqüente incremento da produção dos materiais cerâmicos. Oferecendo ao mercado um produto com melhores características, mais bonito e com custos adequados ao mercado consumidor. <sup>3</sup>

Atualmente a cerâmica está em todos os ramos da construção civil, como edifícios comerciais e residenciais, acabamentos internos, pavimentação em larga escala, como shopping e aeroportos, e em móveis internos, como mesas e bancadas. Isso acontece pelas boas características físicas e químicas das matérias primas da cerâmica, pois, em geral, são produtos duros com pouca tenacidade, baixa ductilidade e são bons isolantes térmicos e elétricos. Apresentam em sua maioria pontos de fusão consideravelmente altos e uma grande estabilidade química em ambientes hostis. <sup>4</sup>

Como principal insumo para a cerâmica, tem-se a argila que é composta basicamente de silicatos de alumina ( $Al_2SiO_5$ ), um produto mineral de constituição inorgânica, quimicamente inerte. É um insumo encontrado em toda a superfície terrestre, podendo ser extraído a céu aberto, em minas subterrâneas ou ainda em jazidas. Entretanto, quando retirada da natureza possui geralmente corpos indesejáveis, impurezas orgânicas e, por isso, necessita ser beneficiada através de processos mecânicos e químicos. <sup>4</sup>

Ao ser umedecida, a argila se torna muito plástica e fácil de moldar. Quando é submetida a altas temperaturas, adquire características de rigidez e resistência a fusão de certos componentes da massa, e em alguns casos, é capaz de fixar os esmaltes na superfície. <sup>2</sup>

Com o elevado consumo mundial pelo revestimento cerâmico, o Brasil tem fortes investimentos nesse ramo e segundo dados mais recentes da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica (ANFACER), no ano de 2017 o Brasil produziu cerca de 790 milhões de metros quadrados de revestimento cerâmico, e às vendas totais chegaram a 775 milhões, dos quais 90 milhões foram dedicados ao mercado externo, ficando em terceiro entre os principais produtores de cerâmica do mundo. A Portobello contribuiu com sua produção no ano de 2017 com aproximadamente 40 milhões de metros quadrados, sendo que 20% de sua produção é dedicada à exportação. <sup>5,6</sup>

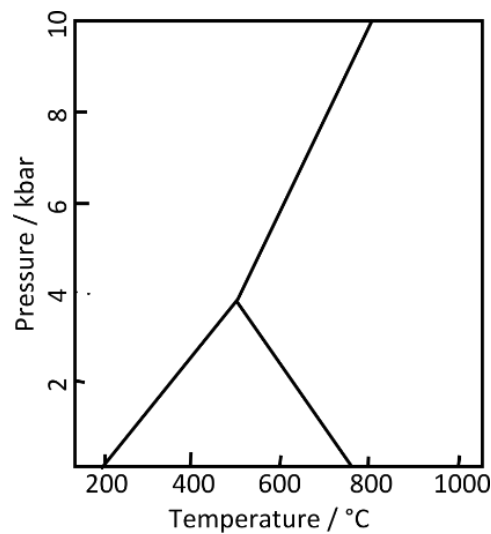
## **3.2 Matérias Primas**

### **3.2.1 Massa**

As porcelanas são denominadas produtos triaxiais, em razão de composição da massa ser em três partes contendo argila, feldspato e quartzo. Essas três matérias-primas apresentam características intrínsecas bem distintas entre si: plásticas, fundentes e refratárias. Além desses componentes básicos, alguns insumos inorgânicos e não metálicos podem ser usados ao longo do processo, bem como a adição de aditivos, em geral usados em baixa quantidade, mas tendo uma ação fundamental no processo. <sup>2,7</sup>

As matérias primas plásticas referem-se basicamente às argilas e ao caulim, tendo como fórmula molecular básica  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , são substâncias constituídas predominantemente de argilominerais, minerais do grupo dos filossilicatos. O ponto triplo do três polimorfos encontra-se a 500°C e à pressão de 0,4 GPa, como mostrado na figura 2. A característica de plasticidade está correlacionada a natureza estrutural das argilas. As argilas são compostas por aluminossilicatos hidratados, arranjados estruturalmente em camadas, que permitem a incorporação de certa massa de água, tornando-se plástica e fácil de ser moldada. <sup>2,8</sup>

**Figura 2.** Diagrama de fases de um aluminossilicato.



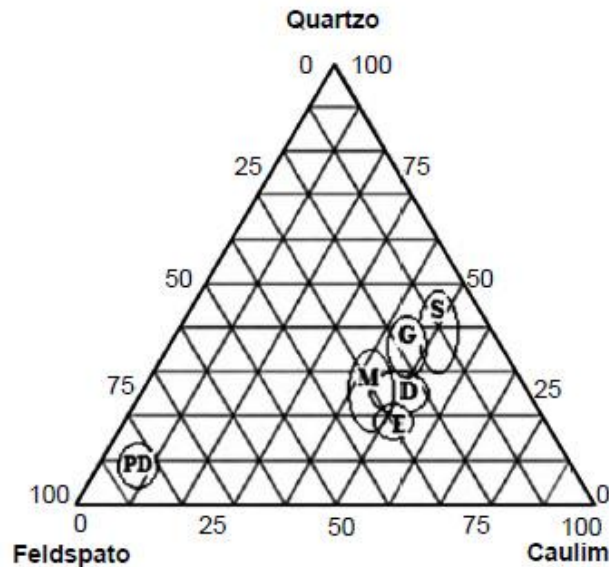
Fonte: Adaptado de Whitney, 2002.

Como matérias primas fundentes, têm-se os feldspatos, que é um composto formado por silicatos de alumínio que contém diferentes proporções de cálcio, potássio e sódio. Os feldspatos de maior importância para a cerâmica são o de potássio ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) e o sódico ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ), tendo como objetivo fundamental ajudar na cinética de sinterização, diminuindo a temperatura de formação de fase líquida durante o processo de queima. Este líquido formado tende a preencher as cavidades do corpo cerâmico, dependendo da sua viscosidade, eliminando assim a porosidade. Como não plásticos, os fundentes apresentam efeito sobre outras etapas de fabricação, como: prensagem, aumentando a compatibilidade e o empacotamento das partículas e na secagem, aumentando a permeabilidade do compactado.<sup>9, 10</sup>

As principais matérias primas refratárias e comumente usadas no processo de fabricação da cerâmica de revestimento são os quartzos e quartzitos, que possuem uma quantidade significativa de teores de sílica ( $SiO_2$ ), que ajudam na diminuição da plasticidade e coeficiente de dilatação. Silicatos de zircônio são empregados na formulação da massa para melhorar a qualidade da cor, a resistência química e ainda ajustar o coeficiente de expansão térmica. Como ponto negativo, os quartzos reduzem, geralmente, a resistência mecânica das placas cerâmicas antes e depois da queima.<sup>2</sup>

Por sua característica triaxial, um diagrama de três eixos representa melhor a interação entre essas três matérias primas fundamentais para a produção de revestimento cerâmico conforme demonstrado Figura 3. <sup>11</sup>

**Figura 3.** Diagrama ternário cerâmica.



Fonte: Bragança, 2019.

Para uma composição de 25% de quartzo, 25% de feldspato e 50% de caulim em massa, pode-se destacar os pontos no diagrama que representam cerâmicas com diferentes composições das matérias primas, o ponto S e G, apresentam maior teor de quartzo, enquanto que o ponto D, é a composição com menor teor de quartzo. O ponto PD possui alto teor de feldspato. <sup>11</sup>

Para caracterização quanto à pureza e composição destas matérias primas diversas técnicas e métodos podem ser utilizados. Essa caracterização é feita por um laboratório específico de controle de massa, e as principais análises são: ensaio de compactação, índice de piroplasticidade, ensaio de fusibilidade e matéria orgânica.

### 3.2.2. Esmalte

A principal matéria prima para a composição de esmaltes cerâmicos é a frita, que é derivada da fusão em altas temperaturas de uma mistura de várias matérias primas de natureza vítrea, que se convertem em matéria líquida, e são

resfriadas rapidamente, adquirindo assim a forma de partículas vítreas mais ou menos irregulares. Os principais componentes das fritas são: a sílica e o óxido de boro que agem como precursores do vidro, a alumina que atua como estabilizador e uma grande variedade de óxidos alcalinos e alcalino terrosos e ainda alguns metais pesados. <sup>12,13</sup>

Para uma fórmula mais completa, uma nova fusão com uma mistura de fritas, com adição de água ou com outras matérias primas, forma uma mistura homogênea, majoritariamente vítrea, possuindo propriedades distintas das de origem, chamando-se assim de esmalte. E para agregamento estético, adicionam corantes a fim de mudar a pigmentação do esmalte. <sup>12</sup>

Para se obter uma maior variedade estética nos revestimentos cerâmicos, fritas com tamanho de partícula de 0,15 a 2 mm, chamadas de granilhas, são separadas granulometricamente e adicionadas às fórmulas de esmaltes, atribuindo ao produto uma característica diferente na textura, apresentando assim uma maior resistência à abrasão e ao risco. <sup>14, 13</sup>

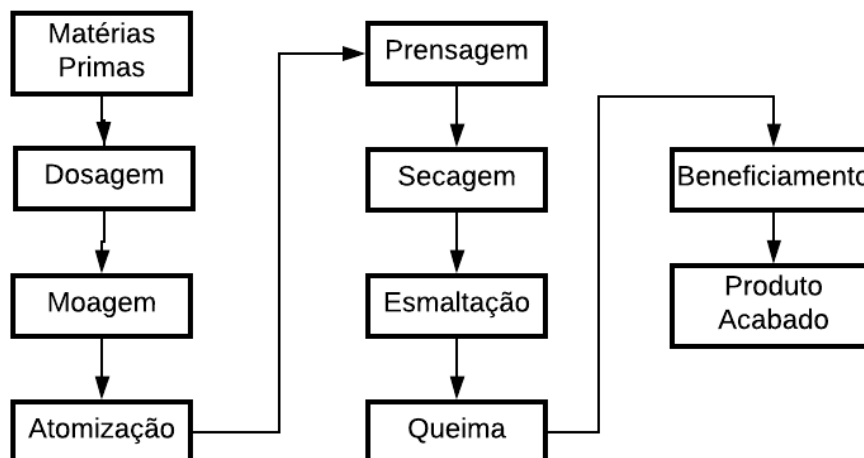
Como camada intermediária entre massa crua e o esmalte, tem-se o engobe, que é uma cobertura composta por uma mistura de argilas, caulins e materiais não plásticos e algumas vezes corantes. Essa cobertura tem como objetivo ajustar a retração linear tanto da massa quanto do esmalte para que o dois não colapsem após a queima. <sup>13, 15</sup>

### **3.3 Processo de produção**

Para ter-se um produto final com características específicas, os parâmetros de controle de produção adotados no processo são fortemente cruciais, bem como a natureza química e mineralógica das matérias primas. Por isso, ao se determinar esses parâmetros, é fundamental saber às interações físico-químicas das matérias primas nas várias fases do processo de produção. O fluxograma da figura 4, mostra de forma simplificada as etapas que compõem o processo de fabricação da cerâmica de revestimento por via úmida. <sup>16</sup>



**Figura 4.** Fluxograma processo de produção da cerâmica de revestimento.



Fonte: Adaptado de Biffi, 2002.

### 3.4 Normas

Com um crescente consumo mundial pelo mais variado tipo de revestimento cerâmico, é essencial a criação e implementação de normas, que trazem nomenclaturas e especificações, favorecendo assim o comércio internacional e garantindo a qualidade e procedência das placas cerâmicas. As primeiras normas referentes à placas cerâmicas são as normas internacionais ISO 13006 e ISO 10545, que abordam definições, classificações, características, marcação e métodos de ensaio. <sup>17, 18</sup>

Para padronização a nível nacional, entraram em vigor, em abril de 1997 as Normas Brasileiras NBR 13816, NBR 13817, NBR 13818 e NBR 15463, para placas cerâmicas para revestimento, totalmente fiéis as internacionais ISO 13006 e ISO 10545 e em acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Com isso, foi observado que uma grande quantidade de produto de baixa qualidade foi sendo comercializada no mercado interno, e após uma denúncia da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento (ANFACER), se viu a importância em se analisar esse produto utilizando essas normas nacionais de requisitos mínimo de desempenho e padronização para o revestimento cerâmico. <sup>19, 20</sup>

**Tabela 1.** Normas de placas cerâmicas para revestimento e sua finalidade.

Norma	Finalidade
NBR 13816	Terminologia
NBR 13817	Classificação
NBR 13818	Especificação e métodos de ensaio
NBR 15463	Porcelanato

Para que as placas cerâmicas de revestimento fossem certificadas de acordo com as Normas Brasileiras, o Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade (INMETRO), desenvolveu um programa de avaliação de conformidade para porcelanatos, credenciando o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) - Organismo de Certificação de Produto (OCP), para certificar os produtos que estão conformes às Normas Brasileiras para revestimento cerâmico.<sup>20</sup>

O laboratório responsável por realizar às análises de auditoria é o Centro de Tecnologia em Cerâmica (CTC), credenciado pela coordenação geral de credenciamento do INMETRO. Para acompanhar a qualidade do produto existente no mercado, são realizados ensaios periódicos que verificam as características físicas e químicas da peça cerâmica. As empresas certificadas podem colocar em sua embalagem a marca do Organismo de Certificação, acompanhada do logo INMETRO, confirmando que o produto está de acordo com todos os requisitos de norma.<sup>20, 21</sup>

A Portaria nº412, de 01 de setembro de 2014, é tomada como base para a realização das auditorias internas de produto acabado da Portobello, pois ela estabelece os critérios específicos para o programa de avaliação da conformidade para placas cerâmicas para revestimento e porcelanatos, com foco na conformidade, atendendo aos requisitos das normas ABNT NBR 13818 e NBR 15463.<sup>19</sup>

#### **3.4.1. Absorção de água**

A Absorção de Água (AA) é determinada pela capacidade que a peça tem em absorver água a pressão reduzida em um determinado tempo, e esse valor

é dado em porcentagem. Também chamada de porosidade aparente, depende da compacidade das peças, da sua constituição inicial, composição de massa, temperatura de queima e entre outros fatores.

Para a classificação das placas cerâmicas para revestimento a partir da absorção de água, os dados apresentados na tabela 2, que estão de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da Norma Brasileira NBR 13817.<sup>22</sup>

**Tabela 2.** Grupos de absorção de água, quanto a nomenclatura pela norma, nomenclatura do laboratório e a recomendação de uso.

Nomenclatura Norma	Nomenclatura laboratório	Grupos	Absorção de água (%)	Recomendação de uso
Porcelanato	Porcelanato Técnico	Ia	$0 < \text{Abs} \leq 0,1$	Piso e parede
Porcelanato	Porcelanato Esmaltado	Ia	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$	Piso e parede
Grés	Mosaico	Ib	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$	Piso e parede
Semigrés		IIa	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$	Piso e parede
Semiporoso	-	IIb	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$	Parede
Poroso	Monoporosa	III	$\text{Abs} > 10,0$	Parede

Fonte: Adaptado de NBR 13818, 1997.

### 3.4.2. Resistência ao Manchamento

A característica de manchamento de revestimentos cerâmicos está diretamente ligada às propriedades químicas e físicas da superfície do revestimento e do agente manchante. Para os aspectos químicos, tem-se a

capacidade da substância manchante em molhar a superfície cerâmica e à sua semelhança química com o esmalte. Enquanto que os aspectos físicos estão associados à estrutura da superfície do revestimento, mais especificamente, à presença de pequenas irregularidades que permitem a aderência de sujeira ao revestimento.<sup>23</sup>

Geralmente, estas irregularidades são constituídas por poros e pequenas ondulações, que são originadas das etapas de prensagem e sinterização, assim como arranhões, trincas e incisões, introduzidas pelo polimento. Os agentes manchantes exibem diferentes sistemas de interação com a superfície ou de penetração dentro das pequenas irregularidades superficiais, o que determina o grau de dificuldade de limpeza.<sup>23, 24</sup>

Para fazer essa caracterização quanto a limpabilidade do porcelanato é necessário o uso dos agentes manchantes determinados por norma, que são: óxido de cromo verde em óleo leve, óxido vermelho de ferro em óleo leve, agente de ação oxidante (iodo) e agente de formação de película (óleo de oliva), todas as preparações para essas soluções estão descritas na NBR 13818 anexo G.1.1.<sup>25</sup>

Os critérios para a determinação das classes de Resistência ao Manchamento (RM) estão apresentadas abaixo na tabela 3 abaixo, que está conforme tópico 3.5 da NBR 13817.<sup>22</sup>

**Tabela 3.** Classificação de resistência a manchas.

Classe 5	Máxima facilidade de remoção de mancha
Classe 4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha removível com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
Classe 1	Impossibilidade de remoção da mancha

Fonte: Adaptado de NBR 13817, 1997.

### 3.4.3. Resistência Química

Entende-se por Resistência Química (RQ) a capacidade que a superfície da peça tem em resistir frente ao ataque de diferentes tipos de soluções químicas, podendo ser elas de natureza ácida, básica ou orgânica.

Sabe-se que para os vidros de silicato o ataque ácido ocorre pelos íons hidroxônio ( $H_3O^+$ ), extraindo íons da superfície do porcelanato deixando uma camada externa de gel de sílica de onde são lixiviados os cátions alcalinos e alcalinos terrosos. Quando o ataque é produzido por um ácido orgânico com efeito quelante, este pode ser mais agressivo, por formar complexos solúveis com alguns dos cátions extraídos. Já o ataque alcalino, leva à dissolução da rede de  $SiO_2$ , por meio da quebra das ligações Si-O-Si. <sup>26, 27</sup>

Às soluções e respectivas preparações necessárias para o ensaio de resistência química estão descritas na NBR 13818 no tópico H.1. O tempo previsto de ataque para cada conjunto de solução está apontado na tabela 4 a seguir, que está de acordo com a norma. <sup>25</sup>

**Tabela 4.** Tempo previsto de ataque químico.

Classes de reagentes	Agentes Agressivos	Tempo de ataque (h)
Produtos químicos domésticos	Cloreto de amônia, produtos de limpeza	24
Produtos para tratamento de água de piscina	Hipoclorito de sódio	24
Ácidos e álcalis de baixa e alta concentração	Ácido cítrico	24
	Ácido clorídrico e hidróxido de potássio	96

Fonte: NBR 13818, 1997.

Para a avaliação visual da superfície das placas cerâmicas atacadas pelas soluções, segue-se o procedimento sistemático de classificação, podendo então serem classificados como A, com resistência química mais elevada, B, com resistência química média ou C, com resistência química mais baixa. <sup>25</sup>

### 3.4.4 Carga de Ruptura e Resistência Mecânica à Flexão

A resistência mecânica de uma peça cerâmica está diretamente relacionada à máxima tensão por unidade de área suportada por um componente sem quebrar, quando sujeita a uma determinada carga. As formas fundamentais de solitação mecânica de um material são: tração, compressão, flexão, torção e cisalhamento.<sup>28</sup>

A Carga de Ruptura (CR) e a Resistência Mecânica à Flexão (RMF) do revestimento cerâmico está diretamente ligada ao tipo de material, de sua microestrutura, da distribuição e tamanho dos defeitos presentes e também de todo o processo de fabricação. Essas características definem a quantidade mínima de energia necessária que será absorvida pela peça até a fratura, o modo de propagação da fatura e o tamanho das falhas naturais.<sup>29</sup>

Os requisitos mínimos para conformidade pela NBR 13818 para resistência mecânica estão dispostos na tabela 5.<sup>25</sup>

A carga de ruptura é sempre calculada em Newtons (N) e a resistência mecânica à flexão em Megapascal (MPa). Para se fazer esses cálculos é necessário saber a espessura (e) da peça porcelânica e conforme aumenta a espessura maior será o limite mínimo de carga de ruptura.<sup>25</sup>

**Tabela 5.** Valores mínimo aceitos por norma para carga de ruptura e resistência mecânica à flexão por grupos de absorção de água.

Grupo de AA	Carga de Ruptura (N)		RMF (MPa)
	Espessura < 7,5 mm	Espessura ≥ 7,5 mm	
Ia	> 700	> 1300	> 35
Ib	> 700	> 1100	> 30
IIa	> 600	> 1000	> 22
IIb	> 500	> 800	> 18
III	> 200	> 600	e < 7,5 mm > 12 e ≥ 7,5 mm > 15

Fonte: NBR 13818, 1997.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivos geral**

Entender e aplicar as noções básicas de classificação e realização de ensaio de controle de qualidade de revestimento cerâmico para Produto Acabado que são baseadas em normas nacionais. Realizar todas as atividades pertinentes a auditoria semanal.

### **4.2 Objetivo Específico**

- Propor semanalmente, a amostragem da linha de produção para realizar a auditoria semanal, a partir da tipologia do porcelanato, acabamento e formato;
- Realizar coleta dos produtos nas fábricas;
- Preparar as amostras para posterior análise;
- Preparar todas as soluções necessárias para os ensaios químicos da auditoria semanal;
- Realizar ensaios de resistência ao manchamento, resistência química, absorção de água, carga de ruptura e resistência mecânica à flexão
- Analisar e apresentar os dados obtidos na semana seguinte para equipe, junto de uma proposta para a solução de alguma possível não conformidade.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Reagentes

#### 5.1.1 Reagentes para Resistência ao Manchamento

Os seguintes reagentes foram preparados a partir da NBR 13818 anexo G.1: agente manchante verde de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), agente manchante vermelho de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), que foram preparados previamente por um técnico do laboratório, agente de ação oxidante (solução de iodo 13g/L) e formador de película (óleo de oliva).

Ainda são utilizados nugget líquido, caneta para retroprojektor, café, martelo de borracha preta e rejunte preto.

#### 5.1.2 Reagentes para Resistência Química

A preparação dos reagentes a seguir é feita a partir da NBR 13818 anexo H.1: Ácido clorídrico (HCl) 3% (v/v), preparado a partir de 30 mL do ácido clorídrico concentrado da marca Synth e avolumado com água destilada em um balão de um litro. Ácido clorídrico (HCl) 18% (v/v), preparado a partir de 180 mL do ácido clorídrico concentrado da marca Synth e avolumado com água destilada em um balão de um litro. Hidróxido de potássio (KOH) 30g/L, preparado a partir de 30 g do hidróxido de potássio da marca Synth, inicialmente diluído em um béquer com um volume mínimo de água destilada, posteriormente avolumado com água destilada em um balão de um litro. Hidróxido de potássio (KOH) 100g/L, preparado a partir de 100 g do hidróxido de potássio da marca Synth inicialmente diluído em um béquer com um volume mínimo de água destilada, posteriormente avolumado com água destilada em um balão de um litro. Ácido láctico ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) 5% (v/v) preparado a partir de 60 mL ácido láctico 85% da marca Synth e avolumado com água destilada em um balão de um litro. Ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) 100g/L, preparado a partir de 100 g de ácido cítrico da marca Synth inicialmente diluído em um béquer com um volume mínimo de água destilada, posteriormente avolumado com água destilada em um balão de um litro. Hipoclorito de sódio (NaClO) 20mg/L, preparado a partir de 20 mL da solução de



hipoclorito de sódio da marca Quimidrol e avolumado com água destilada em um balão de um litro. Cloreto de amônia ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 100g/L, preparado a partir de 100 g de cloreto de amônia da marca Synth inicialmente diluído em um béquer com um volume mínimo de água destilada, posteriormente avolumado com água destilada em um balão de um litro.

### **5.1.3 Agentes de Limpeza**

É utilizado o detergente líquido da marca Minuano, produto de limpeza Cif e álcool etílico 92%

## **5.2 Amostragem**

Através da programação de produção das fábricas, realiza-se uma pré-seleção dos produtos auditados da respectiva semana e prioriza-se sempre a maior diversidade de formatos e acabamentos. Com base na amostragem da NBR 13818 tópico 6.2, retira-se uma caixa de cada produto do pallet sem que haja seleção, de forma aleatória para, então, serem levadas ao laboratório para as análises.

A partir da análise do volume de produção da Cerâmica Portobello, o órgão certificador Centro Cerâmico do Brasil - CCB, estipulou que a quantidade de amostras de cada tipologia deve ser de dois porcelanatos esmaltados, um porcelanato poroso, um mosaico e um porcelanato não esmaltado, com um total de 5 produtos por semana.

### **5.3 Preparação das amostras**

Inicialmente toma-se nota em um caderno de registro o código do produto, a tonalidade, acabamento e data de produção, recebendo então um código interno do laboratório para a realização das análises. Após a identificação, se necessário, corta-se as amostras com um riscador de cerâmica com o tamanho pertinente a cada ensaio, indicando em cada corpo de prova a respectiva análise a ser feita.

#### 5.4 Resistência ao Manchamento

A determinação de resistência ao manchamento se deu com base na NBR 13818 anexo G, as peças não devem conter qualquer tipo de defeito, são totalmente limpas com água e secas em estufa para então serem submetidas ao ensaio.

Com um auxílio de um pincel, fez-se uma faixa com os agentes de ação penetrante, na superfície da placa cerâmica, que são: o óxido de cromo verde em óleo leve e o óxido vermelho de ferro em óleo leve. Para as soluções de agente com formação de película e agente de ação oxidante utilizou-se um conta gotas, e para este último ainda posiciona-se um vidro relógio convexo para que a área onde foi aplicado o agente manchante se espalhe em uma área circular limitada, mantendo-o por 24h.

Além dos agentes determinados por normas, como critério de qualidade interno da Portobello, mais dois agentes são espalhados (com uma faixa) no corpo de prova, nugget líquido e rejunte preto. Para a peça de porcelanato não esmaltado é adicionado também a caneta para retroprojektor, café e borracha preta, conforme figura 5. As amostras são guardadas e deixadas em exposição aos agentes manchantes por 24h.



(a)

(b)

**Figura 5.** (a) Ensaio de manchamento em porcelanato esmaltado.

(b) Ensaio de manchamento em porcelanato não esmaltado.

Passadas as 24h, para a tentativa de remoção das manchas inicia-se uma sequência de limpeza sistemática semelhante à descrita no tópico G.4.2 da NBR 13818. Três processos de limpeza são utilizados, e a cada processo, os corpos

de prova são secos em estufa e submetidos ao exame visual. Para o primeiro processo lavou-se as peças com água quente por alguns minutos. No processo seguinte, aplicou-se nas peças um produto de limpeza leve e utilizou-se uma esponja macia, lavando com água corrente. Por fim, no último processo, manuseou-se nas peças um produto de limpeza pesada e se fez o uso uma esponja áspera, lavando com água corrente.

### 5.5 Resistência Química

Para o ensaio de resistência química, baseou-se na norma NBR 13818 anexo H, submetendo os corpos de prova inicialmente a uma limpeza com álcool etílico. Então utiliza-se um copo plástico de 50 mL, com aproximadamente 25 mL de cada solução. Para cada solução utiliza-se um corpo de prova. O copo com a solução deve ficar em contato com a superfície da peça, de cabeça para baixo, de forma que não haja vazamento da solução pelas bordas do copo conforme figura 6.

**Figura 6.** Ensaio de resistência química



Manteve-se as peças sob ação das soluções ao longo dos tempos previstos apresentados na tabela 4. Passado o tempo determinado, removeu-se a solução de ataque, limpando a superfície da peça com água em abundância e colocou-se para secar na estufa a 100°C, para posterior análise visual e classificação.

## 5.6 Absorção de Água

Com base na determinação de absorção de água da NBR 13818 anexo B, toma-se 3 amostras de cada tipologia e coloca-se os corpos de prova na estufa a 100°C durante 24h. As peças são resfriadas a temperatura ambiente para então determinar a massa inicial da amostra.

Em seguida, os corpos de prova foram imergidos em um porosímetro da marca Servitech, durante uma hora. Terminado o ensaio, as peças são secas suavemente com um papel toalha e pesou-se novamente as amostras, para então calcular a massa final do material saturado.

**Figura 7.** Porosímetro.



## 5.7 Carga de Ruptura e Resistência Mecânica à Flexão

Apoiando-se na NBR 13818 anexo C, onde trata da determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão, os corpos de prova selecionados são inteiros e caso tenham mais de 600 mm de comprimento, são cortados, mantendo o centro dos corpos-de-prova com o centro da placa original.

Inicialmente mede-se a espessura externa da peça e afere-se o equipamento da marca Servitech para essa espessura e tamanho específico para cada amostra. Então, apoiou-se as placas sobre as barras emborrachadas com a superfície para cima e posicionou-se a barra central de modo que fique equidistantes dos apoios. Aciona-se o flexímetro para o ensaio e ao fim toma-se nota dos valores obtidos pelo equipamento para posterior análise dos resultados.

**Figura 8.** Flexímetro para ensaio de carga de ruptura e resistência mecânica a flexão.



### 5.8 Segurança no Laboratório

Se faz necessário o uso de Equipamentos de Proteção Individual diariamente, ao entrar nas fábricas e principalmente ao se manusear peças cerâmicas. Dentre os equipamentos indispensáveis estão: luva anti-corte, jaleco, óculos, protetor auricular, sapatão, luvas nitrílicas, mangotes e capacete.

Sempre que manusear e preparar soluções com reagentes que liberam gases tóxicos ou que são explosivos, toma-se cuidado para utilizar as vidrarias corretas e dentro da capela se necessário. Os resíduos são separados em galões específicos para cada tipo de rejeito e tratados por um empresa terceirizada.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido a grande diversidade de amostras analisadas, os resultados aqui apresentados foram selecionados. Os cálculos e discussões foram feitos a partir dos dados obtidos para o produto Liverpool Matt White 7x24 da tipologia BIII, monoporosa.

### 6.1 Análise e cálculo da absorção de água

Os valores da massa inicial e da massa final das amostras, que foram feitas em triplicata, estão expostas na tabela 6, junto da porcentagem de absorção obtida, que é calculada com a equação 1, onde AA é a média aritmética das porcentagens calculadas, e os cálculos são feitos igualmente para todas as tipologias.

**Tabela 6.** Valores das análises de absorção de água

	Massa inicial (g)	Massa final (g)	AA (%)
Amostra 1	289,9	335,2	15,6
Amostra 2	275,1	324,4	17,9
Amostra 3	291,7	341,6	16,7

$$AA (\%) = \frac{mf - mi}{mi} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

A partir desses dados, é possível notar que análise feita das amostras do produto Liverpool Matt White 7x24 está dentro do padrão determinado pela norma conforme tabela 2. A média aritmética da análise (AA) em questão é 16,7%, com isso pôde-se perceber que a duração da peça no forno, a temperatura de queima e composição de massa foram ideais.

## 6.2 Análise da resistência ao manchamento

Na tabela 7 abaixo estão apresentados os padrões declarado no certificado de produto com o resultado da auditoria para o manchamento.

**Tabela 7.** Resultado manchamento.

Liverpool Matt White 7x24		
Agente manchante	Padrão	Auditoria
Óxido de cromo verde	5	5
Óxido vermelho de ferro	5	5
Iodo	5	5
Óleo de Oliva	5	5

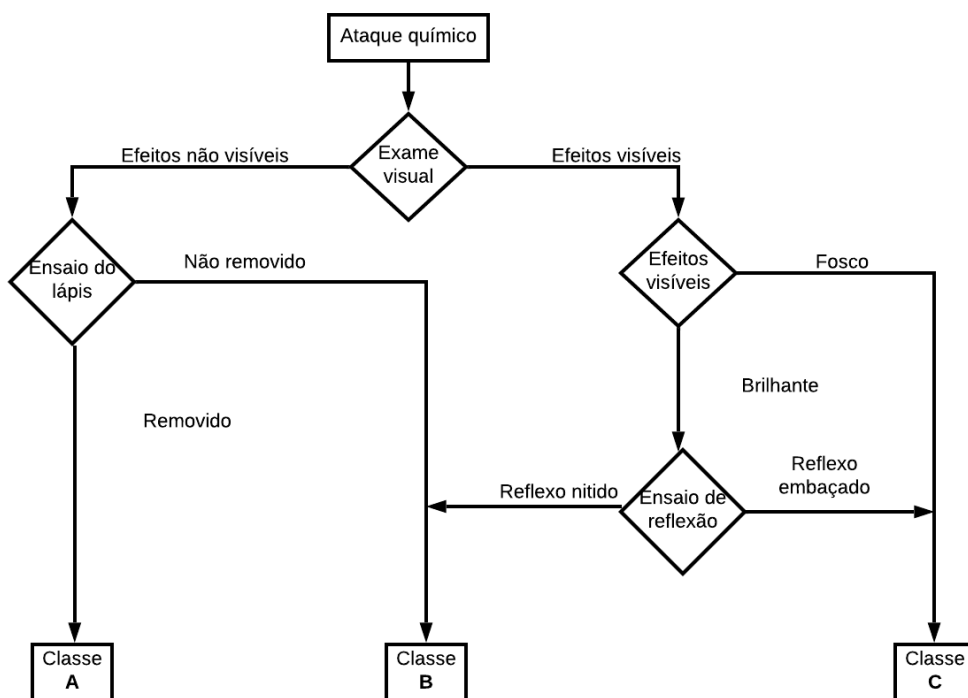
Comparando os dois resultados da tabela, nota-se que o produto apresentou todos os resultados dentro do padrão, isso mostra que como característica física da superfície, essa amostra não possui pequenas irregularidades, como poros e pequenas ondulações, que permitem a aderência de sujeira ao revestimento. As características químicas estão associadas diretamente com a molhabilidade do agente manchante, o qual está relacionado com a tensão superficial, ou seja, quanto menor a tensão superficial, maior é o molhamento. A partir dessa análise, nota-se que não há necessidade, portanto, de melhoria no processo.

Os agentes de normas utilizados atualmente para o ensaio de resistência ao manchamento não são comumente usados no meio doméstico. Sendo assim, acredito que deveria se tornar padrão de norma agentes manchantes que estão mais presente no dia a dia do consumidor, como a cera de engraxar sapatos, rejunte preto, café, borracha preta e caneta para retroprojeto. As análises feitas com esses materiais não são levados em conta como classificação de não conformidade, mesmo quando diminuem a classificação de limpabilidade da amostra.

### 6.3 Análise da resistência química

Para a análise de resistência química o produto é classificado em A, B ou C, conforme fluxograma da figura 9.

**Figura 9.** Procedimento sistemático de classificação.



Classe A: resistência química mais elevada  
Classe B: resistência química média  
Classe C: resistência química mais baixa.

Os valores para a resistência química da auditoria estão apresentados na tabela 8, comparados com o certificado de produto (padrão).



**Tabela 8.** Resultados de resistência química

Liverpool Matt White 7x24		
Solução de ataque	Padrão	Auditoria
HCl 3%	B	A
HCl 18%	B	A
KOH 30 g/L	A	A
KOH 100 g/L	A	B
Ácido cítrico	A	A
Ácido láctico	A	A
Hipoclorito de sódio	A	A
Cloreto de amônia	A	A

A classificação aceitável pela NBR 15463 pode ser A, resistência química elevada ou B, resistência química média. O produto analisado possui seus padrões definidos pelo laboratório de pesquisa e desenvolvimento e é baseado na análise do primeiro teste de resistência química do produto.

O resultado da auditoria para ácido clorídrico nas concentrações 3 e 18%, apresentou uma resistência química melhor do que a declarada no certificado de produto. Isso confirma que alguma alteração no processo ou nas matérias primas da cobertura foi efetuada, melhorando sua resistência química.

Na análise da amostra, com a solução básica de hidróxido de potássio a 100g/L foi obtida uma não conformidade. A classificação obtida foi B, diferente da padrão. Após o ataque químico não se observou efeitos visuais, seguindo fluxograma, fez-se o ensaio do lápis, esse que não se removeu, dando então como classificação o resultado obtido.

O ataque básico acarreta na dissolução da rede do óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), por meio das quebra das ligações Si-O-Si.

#### 6.4 Análise e cálculos para carga de ruptura e resistência mecânica à flexão

Os valores obtidos para a carga de ruptura e resistência mecânica à flexão estão apresentados na tabela 9.

**Tabela 9.** Resultados de carga de ruptura.

	Carga de ruptura (N)	Resistência mecânica à flexão (MPa)
Amostra 1	512,3	16,3
Amostra 2	551,7	16,5
Amostra 3	542,5	16,7
Média	535,5	16,5

Os valores de carga de ruptura foram obtidos através da equação 2, e os valores para resistência mecânica à flexão pela equação 3, e os resultados obtidos encontram-se novamente de acordo com os padrões determinados pela NBR 13818, que é maior ou igual a 200N para CR e 12MPa para RMF. A norma não apresenta limite superior para esses ensaios, apenas inferior, por isso, um valor mais alto que o estipulado pela norma não é motivo de não conformidade.

A conformidade desses dois quesitos implica que os parâmetros de controle do processo estão operando em condições ideais para a prensagem, secagem, queima e o resfriamento. Nota-se também que, o tipo de material, fórmula da massa, microestrutura, distribuição e tamanho da partícula estão em perfeita dosagem e estabilidade em todas as fases do processo.

$$CR = \frac{F \times L}{b} \text{ (Equação 2)}$$

$$RMF = \frac{3F \times L}{2b \times e_{min}^2} \text{ (Equação 3)}$$

Onde,

CR = carga de ruptura (N);

RMF = resistência mecânica a flexão (MPa);

F = força de ruptura (N);

L = distância entre as barras de apoio (mm);

b = largura do corpo-de-prova ao longo (mm);

e = espessura mínima do corpo de prova (mm).

### 6.5 Análise dos dados da Auditoria Semanal com base nas normas

O estudo realizado no período de estágio permitiu que 127 produtos fossem analisados, entre diferentes tipologias, acabamentos e formatos. Essa base de dados possibilita uma análise que está apresentada na tabela 10 e figura 10. Vale ressaltar ainda, que nem todas as tipologias são fabricadas todas as semanas, em algumas coletas não havia produção de mosaico ou do porcelanato técnico.

**Tabela 10.** Somatória das não conformidades obtidas pelas tipologias para cada tipo de ensaio realizado durante o período de estágio.

Tipo de Análise	Porosa	PE	Mosaico	PT
Absorção de água	0	2	4	1
Resistência a manchas	0	7	0	9
Resistência química	8	30	9	1
Carga de ruptura/ Resistência mecânica à flexão	10	1	2	1

Com base nos dados mostrados na tabela 10, é possível observar que a tipologia que mais obteve não conformidades no estudo é o porcelanato esmaltado, com um total de 40 NC. O porcelanato esmaltado, atualmente, é o produto que possui mais vendas por metro quadrado segundo dados internos da Portobello, que por motivos de sigilo não posso divulgar o valor exato. Por conta

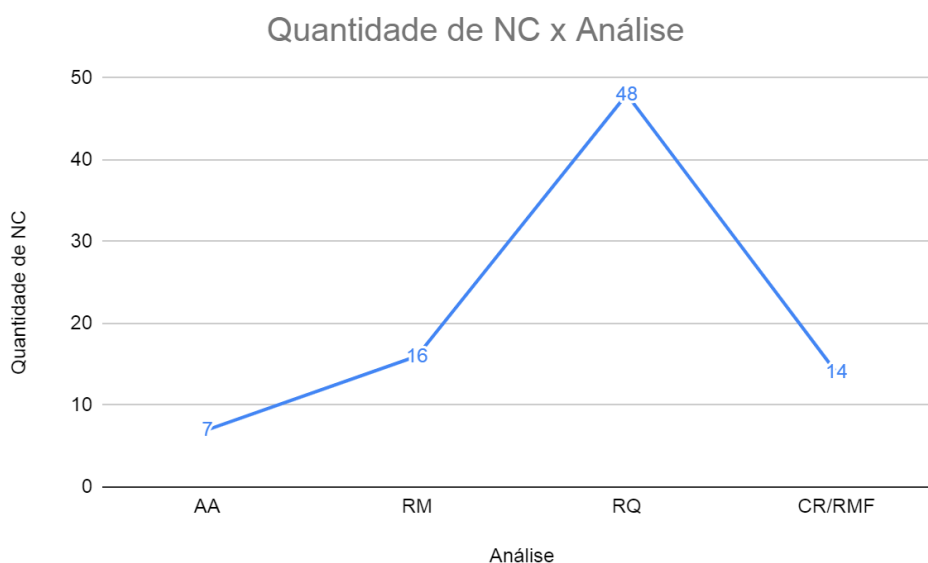
desse elevado faturamento para o porcelanato esmaltado, essa tipologia é a que apresenta a maior variedade de combinações diferentes para massa e esmalte, e conta com mais de 600 produtos diferentes no portfólio, a fim de atender e agradar o consumidor.

Essa variedade na massa e esmalte faz com que constantemente haja uma mudança nas matérias primas, o que muitas vezes piora a qualidade do produto, resultando em não conformidades.

O porcelanato técnico é a tipologia que obteve menos não conformidades em todo o estudo, totalizando apenas 12 NC. Essa tipologia atualmente conta com apenas 100 produtos ativos no portfólio. Essa pequena quantidade de produtos, resulta em um controle mais efetivo das mudanças da matéria prima ou ainda nos parâmetros de controle do processo.

Ainda analisando a tabela 10, é possível observar qual análise obteve o maior número de não conformidades.

**Figura 10.** Quantidade de não conformidade por análise.



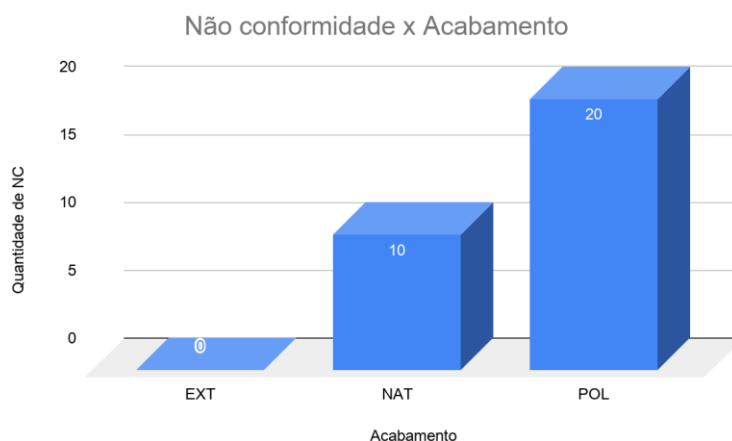
A partir desses dados, é possível notar que o ensaio que obteve mais não conformidades é o ensaio de resistência química, com um total de 48 NC, dessa forma o estudo será dirigido para esse ensaio.

Esse alto valor se deu pela quantidade de quesitos analisados por ensaio. Para a absorção de água, só temos um quesito a ser analisado, assim recebe uma possível não conformidade, resultado em 4 possíveis não conformidades.

Já a resistência ao manchamento, possui quatro quesitos a serem analisados, que são os quatro agentes manchantes. Para a resistência química, podem ser até oito não conformidades, pois são avaliados oito soluções de ataque químico diferentes. Na carga de ruptura e resistência mecânica à flexão, existe a possibilidade de haver apenas uma não conformidade para cada teste.

Os porcelanatos esmaltados da Portobello apresentam atualmente, três diferentes tipos de acabamento para a superfície da peça, que são natural (NAT), externo (EXT) e polido (POL). Os dados obtidos para as não conformidades desses acabamentos, estão apresentados no gráfico de barras da figura 11.

**Figura 11.** Somatória de não conformidade por acabamento.



A partir do gráfico da figura 11 observa-se que os porcelanatos considerados de área externa não apresentaram não conformidade para resistência química, se comportando integralmente dentro do padrão de norma. Dessa forma, as não conformidades estão apenas no acabamento natural e acabamento polido. Nota-se na figura 11 que o acabamento polido obteve o dobro de não conformidades que o acabamento natural.

Os três acabamentos possuem basicamente a mesma fórmula das matéria prima de esmalte, o que as diferencia é o último processo na peça acabada. No acabamento externo, há uma adição de granilha, que aumenta a característica de atrito da peça, deixando sua superfície mais irregular, dificultando assim o ataque químico. O acabamento natural não recebe nenhum beneficiamento após a saída do forno, por isso é chamado de natural.

Para o acabamento polido, a peça passa por máquinas polidoras, que desgastam sua primeira camada de esmalte, deixando a peça com um brilho

mais alto e a superfície da peça mais lisa e uniforme. Esse processo de polimento, faz com que a primeira camada do esmalte seja fragilizada, danificando sua estrutura, abrindo e expondo os poros, o que ajuda no ataque das soluções químicas.

Todos os dados analisados são expostos em forma de apresentação de slide em uma reunião semanalmente com todos os técnicos e especialistas de cada fábrica. Só então a partir desses resultados, os técnicos podem propor possíveis correções para melhoria dos produtos.

## **7. CONCLUSÃO**

O processo de auditoria semanal é de suma importância para que o produto seja entregue ao consumidor final com alto padrão de qualidade atendendo às suas mais distintas necessidades, que cultive e apoie boas práticas de cuidado com o meio ambiente. Então, torna-se indispensável entender e aplicar as noções básicas de classificação, análise e interpretação dos resultados obtidos.

A base de dados obtida possibilita fazer uma análise estatística dos 127 produtos analisados, viabilizando a identificação da tipologia de revestimento cerâmico que possui a maior quantidade de não conformidades e assim entender e propor soluções junto aos técnicos.

Durante as reuniões semanais, a partir da apresentação dos dados obtidos nas auditorias, abre-se uma discussão entre a equipe de auditoria e os técnicos, com o objetivo de mudar as matérias primas ou alterar algum parâmetro de controle do processo, respeitando os requisitos mínimos exigidos pelas Normas Brasileira de revestimento cerâmico.

O trabalho em equipe é fundamental para que o processo se dê por completo e íntegro. Onde a auditoria semanal é uma parte importante para que o coletivo possa desenvolver ações que visam um só propósito e um só objetivo.

## **8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

O estágio na empresa Portobello está sendo uma ótima experiência profissional, pois, possibilitou a minha inserção no mercado de trabalho. A rotina de um laboratório de análise a nível industrial foi enriquecedora e gratificante, mostrando na prática o que foi visto em teoria.

Entender que os processos estão completamente interligados e às relações interpessoais são indispensáveis para o sucesso foi fundamental para entender como funciona a sociedade em si.

Ter a responsabilidade de divulgar dados concretos que possibilitam mudanças significativas, reais e relevantes.

O sistema de meritocracia faz com que instigue o crescimento pessoal em busca de aperfeiçoamento constante, ajudando a traçar planos de carreira, incentivando ao trabalho voluntário e despertando a curiosidade de conhecer novas caminhos para a minha carreira profissional.



## 9. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> FERREIRA, Corpo Técnico da Cerâmica Porto. Análise Crítica das Novas Normas Técnicas de Revestimentos Cerâmicos: Parte I. **Cerâmica Industrial**, Porto Ferreira, v. 5, n. 1, p.7-22, jan. 2000.
- <sup>2</sup> OLIVEIRA, Antonio Pedro Novais. **Tecnologia de fabricação de revestimento cerâmicos**. 2. ed. Florianópolis: Editora Ufsc, 2015.
- <sup>3</sup> VIVONA, Daniel. Visão, Desafios e Novos Rumos da Cerâmica de Revestimento. **Cerâmica Industrial**, Castellón, v. 5, n. 2, p.17-22, mar. 2000.
- <sup>4</sup> MARTINS, João Querra. **Produtos Cerâmicos**. 1ª ed. Fernando Pessoa: Porto, 2004.
- <sup>5</sup> ANFACER. **Cerâmicas do Brasil: Overview 2018**. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/portfolio-2018-anfacer>>. Acesso em: 11 nov. 2019. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 13816**: Placa cerâmicas para revestimento: Terminologia. Rio de Janeiro, 1997. 4 p.
- <sup>6</sup> CERAMIC WORLD REVIEW (Italy) (Org.). **Ceramic World Review 133/2019**. Disponível em: <<https://www.ceramicworldweb.it/cww-en/statistics-and-markets/ceramic-world-review-updates-the-rankings-of-the-worlds-top-25-ceramic-groups-in-2018/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- <sup>7</sup> RIELLA, Humberto Gracher. **Cerâmica**: dos minerais à porcelana. São Paulo: Tecart, 2010. 131 p.
- <sup>8</sup> MOTTA, José Francisco Marciano. As Matérias-Primas Plásticas para a Cerâmica Tradicional: Argilas e Caulins. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 9, n. 2, p.33-46, mar. 2004.
- <sup>9</sup> BORBA, Cristina Doneda Gomes de. Estudo de matérias primas fundentes. **Cerâmica Industrial**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p.34-39, mar. 1996.

<sup>10</sup> RIELLA, Humberto Gracher. Caracterização e Utilização de Fundentes em Massas Cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p.33-36, mar. 2002.

<sup>11</sup> BRAGANÇA, S. R.; ZIMMER, A.; PEDRASSANI, J. Uma revisão sobre a terminologia e classificação das cerâmicas brancas. **Cerâmica**, São Paulo, v. 65, n. 375, p.485-497, set. 2019.

<sup>12</sup> DAVIM, L. F. Desenvolvimento de Novos Esmaltes de Alta Temperatura para Vitrocerâmicos de Grês Porcelanato. **Cerâmica Industrial**, Aveiro, v. 13, n. 5, p.7-15, set. 2008.

<sup>13</sup> GARCIA, Gian. A Utilização do Resíduo da Fabricação de Granilha em Engobes e Esmaltes Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, Criciúma, v. 24, n. 1, p.35-39, jan. 2019.

<sup>14</sup> SARABANDO, Artur R. M. Uso de Granilhas em Suspensão para Porcelanato. **Cerâmica Industrial**, Aveiro, v. 16, n. 3, p.11-16, maio 2011.

<sup>15</sup> PRACIDELLI, Sebastião. Estudo dos Esmaltes Cerâmicos e Engobes. **Cerâmica Industrial**, São Caetano do Sul, v. 13, n. 1/2, p.8-20, jan. 2008.

<sup>16</sup> OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes de. Tecnologia de Fabricação de Revestimentos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, Criciúma, v. 5, n. 6, p.37-47, nov. 2000.

<sup>17</sup> FERREIRA, Corpo Técnico da Cerâmica Porto. Análise Crítica das Novas Normas Técnicas de Revestimentos Cerâmicos Capítulo Segundo: O Fundamental das Normas ISO/NBR sobre Placas Cerâmicas para Revestimento (ISO 13006, ISO 10545, NBR 13816 - NBR 13817 - NBR 13818). **Cerâmica Industrial**, Porto Ferreira, v. 5, n. 2, p.7-16, mar. 2000.

<sup>18</sup> MENEGAZZO, Ana Paula Margarido. Resistências ao Ataque Químico e ao Manchamento: Comparação dos Procedimentos e Resultados dos Ensaios das

Normas ISO e ASTM. **Cerâmica Industrial**, Santa Gertrudes, v. 11, n. 2, p.19-23, mar. 2006.

<sup>19</sup> MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Constituição (2014). Portaria nº 412, de 2014. Diário Oficial da União, 2014.

<sup>20</sup> INMETRO. **Revestimentos Cerâmicos: Pisos e azulejos**. 1998. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

<sup>21</sup> MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Constituição (2014). Portaria nº 86, de 2014. Diário Oficial da União, 2014.

<sup>22</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 13817: Placa cerâmicas para revestimento: Classificação**. Rio de Janeiro, 1997. 3 p.

<sup>23</sup> DONDI, M. Resistência ao Manchamento de Revestimentos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, Faenza, v. 13, n. 5, p.39-45, set. 2008.

<sup>24</sup> CAVALCANTE, Patrícia Maria Tenório. Influência das Características Superficiais na Resistência a Manchas do Grés Porcelanato. **Cerâmica Industrial**, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, v. 9, n. 5/6, p.29-41, set. 2004.

<sup>25</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 13818: Placa cerâmicas para revestimento: Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 1997. 77 p.

<sup>26</sup> ESCARDINO, A. Interação entre Camadas de Esmalte Durante a Queima: Resistência Química dos Vidrados Resultantes. **Cerâmica Industrial**, Espanha, v. 7, n. 5, p.7-19, set. 2002.

<sup>27</sup> PÉREZ, Jorge. Vidrados Mates de Alta Temperatura com Elevada Resistência Química. **Cerâmica Industrial**, Espanha, v. 12, n. 1/2, p.10-16, jan. 2007.

<sup>28</sup> OLIVEIRA, Fernanda de. Estudo das Propriedades Mecânicas de um Revestimento Cerâmico Multicamadas. **Cerâmica Industrial**, Cocal do Sul, v. 12, n. 6, p.22-25, nov. 2007.

<sup>29</sup> MENEGAZZO, Ana Paula Margarido. Avaliação da Resistência Mecânica e Módulo de Weibull de Produtos Tipo Grês Porcelanato e Granito. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 7, n. 1, p.24-32, jan. 2002.

<sup>30</sup> BIFFI, G. **Manuale per la produzione delle piastrelle di ceramica**. Gruppo Editoriale La, 2002.

<sup>31</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR 15463**: Placa cerâmicas para revestimento: Porcelanato. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 7 p.

<sup>32</sup> WHITNEY, Donna L. Coexisting andalusite, kyanite, and sillimanite: Sequential formation of three  $Al_2SiO_5$  polymorphs during progressive metamorphism near the triple point, Sivrihisar, Turkey. **American Mineralogist**, Turquia, v. 87, n. 4, p.405-416, abr. 2002.

## 10. ANEXOS

Portobello

Declaração de realização do estágio emitida pelo supervisor do local do estágio atestando o cumprimento das 450h referentes ao estágio supervisionado obrigatório.

### DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

A empresa Portobello inscrita no CNPJ **83.475.913.0002/72**, localizada na **BR 101 KM 163 s/n**, bairro **Centro**, na cidade de **Tijucas/SC**, declara que o(a) aluno(a) **Pamela Rosa Martins**, número de matrícula da UFSC **19153909**, realizou estágio obrigatório referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no **Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento**, entre o período de **12/08/2019 a 30/10/2019**, totalizando 450 horas.

A Instituição de Ensino UFSC em que o(a) aluno(a) estuda possui vínculo com esta empresa ou órgão e o(a) aluno(a) tem seu projeto de estágio de conclusão do curso supervisionado pelo Coordenador do Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento **Jorge Elias da Silva**,

Atenciosamente,

PBG S/A

Tijucas, 18 de novembro de 2019.

*Karina Martins*

**Karina Martins**  
Recursos Humanos  
PBG S/A

83.475.913/0002-72

**PBG S/A**

BR 101 - Km 163  
TIJUCAS - Santa Catarina  
Indústria Cerâmica

PBG S/A  
Administração de Recursos Humanos  
End.: BR 101, KM 163 – Tijucas/SC