

Monografia

**“INDUSTRIA CERAMISTA NACIONAL,
SUA IMPLANTAÇÃO E SEU DESENVOLVIMENTO,
O SURGIMENTO DO GRES PORCELATO, SUAS CARACTERISTICAS
FISICAS E GEOMETRICAS”**

Autor: Heraldo Simões Souza Ribeiro

Orientador: Prof. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte

Janeiro/2016

HERALDO SIMOES SOUZA RIBEIRO

**“INDUSTRIA CERAMISTA NACIONAL,
SUA IMPLANTAÇÃO E SEU DESENVOLVIMENTO,
O SURGIMENTO DO GRES PORCELATO, SUAS CARACTERISTICAS
FISICAS E GEOMETRICAS”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização
em Construção Civil da Escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2016

A minha esposa Denise, pela paciência, força e compreensão e a meu filho Matheus pela ajuda na elaboração desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos de curso pela força, num momento que iria desistir por total falta de tempo, por sempre me apoiarem e me darem força para terminar.

A Arcelor Mittal por ter oferecido a oportunidade de realização do curso de especialização.

Aos Mestres envolvidos que tornaram as aulas interessantes e sempre positivas.

RESUMO

O tema escolhido se mostrou bastante complexo e extenso, sendo assim foi desenvolvido em duas etapas. Primeiramente foi apresentado um pouco da história do surgimento da cerâmica, da criação da indústria ceramista nacional, sua evolução, seu lado comercial e financeiro e sua colocação no mercado mundial. Foi enfocada também a produção, exportações, a qualidade de seus produtos, dando ênfase ao porcelanato, desde a sua criação, a chegada ao Brasil, à conquista do mercado, tornando-o o revestimento que mais cresce em consumo no Brasil. Além disso, procurou-se mostrar os problemas enfrentados devido à falta de padronização dos produtos, e em paralelo, foi estudado também seu maior concorrente, o granito. Foi realizado um breve histórico das rochas ornamentais, da pujança brasileira nesse mercado, dos números da balança comercial brasileira, efetuando sempre que possível comparativo com as características do porcelanato. Posteriormente, numa segunda fase do trabalho, foram analisadas as características físicas e geométricas dos porcelanatos, sua aplicação, seus custos, comparando-se sempre com os do granito, o que deixou bastante claro as vantagens da utilização do mesmo, demonstrando assim o porque do sucesso desse material.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 Cerâmica.....	6
3.2 Granito	9
4. MÉTODO	13
4.1 Porcelanato	13
4.2 Propriedades físicas do porcelanato	15
4.2.1 Absorção de água	15
4.2.2 Modulo de resistência a flexão e carga de rutura.....	17
4.2.3 Resistência a abrasão.....	21
4.2.4 Dilatação térmica e linear.....	28
4.2.5 Expansão por umidade (EPU).....	29
4.2.6 Resistencia ao choque termico	30
4.2.7 Resistencia ao gretamento.....	31
4.2.8 Resistencia ao risco	32
4.2.9 Resistencia ao escorregamento	34
4.2.10 Resistencia ao gelo.....	35
4.2.11 Resistencia ao manchamento	36
4.2.12 Resistencia ao ataque quimico	36
4.3 Propriedades geometricas e visuais do porcelanato.....	39
4.3.1 Determinação retitude, curvatura, empeno, dimensões e ortogonalidade ...	40
4.4 Assentamento de porcelanato e granito.....	45
4.4.1 Aplicação de porcelanato	45
4.4.2 Aplicação de granito	50
5. RESULTADOS.....	54
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.	56
7. CONCLUSÕES	57
8. BIBLIOGRAFIA	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Faturamento das Exportações de Rochas Ornamentais.....	11
Figura 3.2 – Produção de Rochas Ornamentais (2010 – 2012)	11
Figura 4.1 – Esquema do Abrasímetro PEI	24
Figura 4.2 - Recipiente do Abrasímetro PEI.....	24
Figura 4.3 – Caixa padrão de observação	25
Figura 4.4 – Abrasímetro CAP para medir a abrasão profunda em produtos não esmaltados.....	26
Figura 4.5 – Medida do comprimento da cavidade após Ensaio de Abrasão Profunda.....	27
Figura 4.6 –Esquema de Gretamento.....	32
Figura 4.7 – Amostra de Cerâmica com Gretamento.....	32
Figura 4.8: Dataplucrômetro utilizado para avaliação das características dimensionais dos porcelanatos e granitos.....	40
Figura 4.9 – Representação das retitudes laterais , da ortogonalidade, da curvatura, do empeno e das dimensões.....	41
Figura 4.10: Medida da ortogonalidade dos lados.....	42
Figura 4.11 – Desvio de empeno	43
Figura 4.12 – Variação da curvatura central.....	43
Figura 4.13 –Variação da curvatura lateral.....	44
Figura 4.14: Medida do desvio percentual da retitude dos lados.....	45

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Principais produtores mundiais de cerâmica de revestimento.....	1
Tabela 1.2 – Principais consumidores de cerâmica de revestimentos.....	2
Tabela 1.3 – Maiores exportadores mundiais de cerâmica de revestimento.....	3
Tabela 1.4 – Comercio brasileiro de cerâmica de revestimento.....	3
Tabela 1.5 – Evolução da capacidade instalada e de produção.....	4
Tabela 1.6 – Consumo energetico (em milhoes de m ²).....	4
Tabela 3.1 – Cronologia de formação do cluster cerâmico	7
Tabela 3.2 - Parâmetros qualitativos para a especificação de rocha.....	12
Tabela 4.1 - Propriedades físicas do porcelanato.....	15
Tabela 4.2 – Absorção de água por porcelanatos.....	17
Tabela 4.3 - Relação entre absorção e resistência à ruptura.....	18
Tabela 4.4 – Porcelanatos para o modulo de resistência a flexão e ruptura.....	19
Tabela 4.5 – Valores de ensaio modulo de resistência a flexão e ruptura.....	19
Tabela 4.6 – Granitos para ensaio de modulo de resistencia a flexão e ruptura.....	20
.Tabela 4.7 – Valores de modulo de resistencia a flexão e ruptura em porcelanatos.....	20
Tabela 4.8 – Valores de modulo de resistencia a flexão e ruptura em granitos.....	21
Tabela 4.9 – Classificação de resistência à abrasão superficial PEI.....	22
Tabela 4.10 - Estágios de abrasão.....	23
Tab. 4.11 - Resistência à abrasão profunda (cerâmicas não esmaltadas).....	26
Tabela 4.12 - Tabela de mohs.....	34
Tabela 4.13 - Tabela de coeficiente de atrito.....	35
Tabela 4.14 – Classes de manchamento.....	36
Tabela 4.15 – Resistência ao ataque químico.....	37
Tabela 4.16 – Características para cerâmicas em ambiente residencial.....	37
Tabela 4.17 – Características para cerâmicas em ambiente comercial.....	38
Tabela 4.18 – Propriedades geometricas e visuais do porcelanato.....	39
Tabela 4.19 Indicações de juntas de assentamento.....	49

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABIROCHAS = *Associação Brasileira da Indústria Brasileira de Rochas Ornamentais*

AESTN = *Anuario Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos*

ANFACER = *Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica*

ASPACER = *Associação Paulista de Cerâmicas de Revestimento*

BNDES = *Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social*

CCB = *Centro Cerâmico do Brasil*

CESACA – *Sociedade Anônima Cerâmica de Santa Catarina*

CEUSA – *Indústria Ceramista de Santa Catarina*

COF = *Coefficiente de Atrito*

CSIRO = *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*

DECC –USP = *Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP*

DTTM = *Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral do MME*

EPU = *Expansão por Umidade*

INMETRO = *Instituto Nacional de Metrologia*

ISO = *International Organization of Standardization*

ITAGRES = *Indústria de Revestimentos de Santa Catarina*

KALFIX = *Industria Piauiense com foco na Construção Civil*

MME = *Ministerio de Minas e Energia*

NBR = *Norma Brasileira*

PEI = *Porcelain Enamel Institute*

PIB = *Produto Interno Bruto*

SATC = *Sociedade de Assistencia aos Trabalhadores do Carvão de Santa Catarina*

SBC = *Empresa de orçamentos e serviços especializados para construção civil*

SGM = *Secretaria de Geologia de Mineração e Transformação Mineral do MME*

SINDUSCON – SP = *Sindicato da Construção Civil de São Paulo*

UFSC = *Universidade Federal de Santa Catarina*

UNCTAD = *United Nations Conference on Trade and Development*

LISTA DE SÍMBOLOS

M² - metro quadrado

MPa – mega pascal

N – Newtons

MPa/s – mega pascal por segundo

Rpm – rotações por minuto

V – volume

d- densidade

α - alfa

π – pi

mm/m – milímetros por minuto

atm - atmosferas

1. Introdução

Esse trabalho busca apresentar um estudo da indústria ceramista de revestimentos nacionais, enfocando sua criação, os pólos de fabricação, sua evolução e os desafios para se manter atuante num mercado que movimenta, segundo a ANFACER (2013), a produção mundial dos 30 maiores fabricantes já ultrapassava os 11,0 bilhões de metros quadrados. Em termos de aspectos econômicos, enfrentou-se as mesmas dificuldades para retratar esse enorme e complexo negócio, que Gil (1999) já registrava, qual seja, de basear seus dados em sites governamentais, associações de fabricantes, estudos e revistas. Sendo assim, os dados econômicos que serão apresentados abaixo, foram baseados nas últimas publicações da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica – ANFACER.

O Brasil avançou muito na última década e segundo dados constantes no AESTNM (2014) do MME, passamos a ocupar o segundo lugar entre os países produtores (Tabela 1.1) e também um segundo lugar entre os países consumidores (Tabela 1.2), perdendo em ambos os casos para a China, mas superando indústrias tradicionais como as da Itália e Espanha.

Tabela 1.1 – Principais Produtores Mundiais de Cerâmica de Revestimento

Fonte: ANFACER – 2012

País/Ano	2009	2010	2011	2012	Total2012 (%)
China	3.600	4.200	4.800	5.200	46,6
Brasil	715	754	844	866	7,6
Índia	490	550	617	691	6,2
Irã	350	400	475	500	4,5
Espanha	324	366	392	404	3,6
Itália	368	378	395	376	3,4
Indonésia	278	287	317	330	3,0
Vietnã	295	375	380	298	2,7
Turquia	205	245	260	280	2,5
México	204	210	219	229	2,1
Outros	1.686	1.750	1.813	1.992	17,8
Total	8.515	9.515	10.512	11.166	100,0

Unid. 10⁶ m²

Tabela 1.2 – Principais Consumidores de Cerâmica de Revestimentos

Fonte: ANFACER -2012

País/Ano	2009	2010	2011	2012
China	3.030	4.600	5.496	6.281
Brasil	645	700	775	803
Índia	403	494	625	688
Irã	295	335	395	440
Vietnã	240	330	360	392

Unid. 10⁶ M²

No tocante as exportações, a balança comercial não nos é favorável, pois devido ao somatório de fatores como o aumento da renda média da população, maior facilidade de financiamentos, programa habitacionais governamentais e de incentivo a construção civil, acabou por gerar um aquecimento interno do setor de construção, e em consequência, um aumento expressivo no consumo.

Associado a isso, ao longo dos últimos anos, o Brasil vem se preparando para organizar eventos como a Copa do Mundo e as Olimpíadas, que acabam por gerar um acréscimo de consumo ainda mais forte.

Tais eventos acabaram servindo de porta de entrada para o ingresso de fabricantes estrangeiros, que se aproveitaram não só do fator câmbio (extremamente favorável), mas também da própria crise financeira internacional, levando-os a procurar novas oportunidades, uma delas o mercado nacional.

Conforme Menegazo (2001) o Brasil despontava como o quarto colocado no ranking de exportador mundial em 1999, porém conforme estudos do Anuário Estatístico do Setor de Transformação Não Metálico publicado pelo MME (2014) passamos para o quinto lugar (Tabela 1.3). A nossa balança comercial que vinha tendo resultados satisfatórios, vem decaindo em função do aumento das importações, causadas pelo aquecimento do consumo interno conforme o balanço oficial divulgado DTTM/SGM/MME e ANFACER, no ano de 2013, (Tabela 1.4).

Independente desse momento desfavorável é importante frisar que o nosso produto possui qualidade internacionalmente reconhecida, sendo exportado para mercados altamente exigentes em relação à qualidade dos produtos (exportamos 46,50% para a América do Norte em 2006), conforme relatório do

AESTNM (2014), o que demonstra o quanto se evoluiu nas técnicas e nos controles que merecerão tratamento específico nesse trabalho.

Tabela 1.3 – Maiores Exportadores Mundiais de Cerâmica de Revestimento

Fonte: ANFACER/UNCTAD (2012).

País/Ano	2009	2010	2011	2012
China	584	897	1.047	1.192
Espanha	235	248	263	352
Itália	281	289	290	322
Turquia	67	88	84	95
Brasil	61	57	60	59

Unid: 10⁶ M²

Tabela 1.4 – Comercio Brasileiro de Cerâmica de Revestimento

Fonte: Elaborado pelo DTTM/SGM/MME a partir de informações da ANFACER (2014)

	2009	2010	2011	2012	2013
Capacidade Instalada (Mm ²)	817,0	875,2	986,7	1.004,0	1.023,4
Produção (Mm ²)	714,9	753,5	844,3	865,9	871,1
Faturamento (R\$)(*)	4,8	5,3	5,5	5,6	5,7
Empregos diretos (mil)	25	25	25	25	25

(*) Em 2005 o faturamento divulgado (BNDES – Panorama do Setor de Revestimento Cerâmico) foi de R\$ 4,3 bilhões.

A partir daí os dados foram estimados com base nos índices de crescimento da construção civil.

Outro fato importante é a análise da evolução da capacidade instalada de fabricação e da produção real (Tabela 1.5). Segundo a publicação do AESTNM (2014), o Brasil possui uma capacidade instalada de fabricação total de 1.023,1 bilhões de m², embora em 2013 se tenha registrado uma produção de 85% dessa demanda qual seja 871,10 milhões de m², dados fornecidos pela ANFACER(2014), ocasionado, principalmente, pela concorrência dos importados.

Bastante significativa é a contínua evolução da matriz energética que hoje está dividida basicamente entre energia elétrica e gás. O setor utiliza elevadas temperaturas em seu processo, demandando 3,80% de toda energia consumida no país e 7,70% de todo consumo energético da indústria. A

tendência será o aumento gradativo da utilização do gás, energia limpa e barata (Tabela 1.6).

Tabela 1.5 – Evolução da Capacidade instalada e de Produção

Fonte: ANFACER(2014)

Ano	Capacidade Instalada (10⁶ m²)	Produção (10⁶ m²)	Capacidade X Produção (%)	Evolução da Produção (%)
2009	817,0	714,9	87,5	-
2010	875,2	753,5	86,1	5,4
2011	986,7	844,3	85,6	12,1
2012	1.004,0	865,9	86,2	2,6
2013	1.023,4	871,1	85,1	0,6

Tabela 1.6 – Consumo Energettico (em milhoes de m²)

Fonte: ANFACER(2014)

	2009	2010	2011	2012	2013
Gás	945,4	1.003,7	1.100,7	1.116,5	1.088,1
En. Elétrica (KWA)	1.245,2	1.290,6	1.408,1	1.500,9	1.624,2
Outras (kg)	28,6	32,9	31,7	31,0	29,5

Segundo Prado e Bressiani (2013), o Setor de Transformação de Não Metálicos que engloba a indústria ceramista, correspondem a 0,75% do PIB nacional e 3,75 % do PIB industrial. Segundo dados do Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos (2014) fornecidos pela ANFACER, a indústria nacional é constituída por 93 empresas de capital nacional e gera cerca de 25 mil postos de trabalho direto e em torno de 200 mil indiretos.

Como o tema escolhido é bastante amplo, o estudo será direcionado a análise do Grés Porcelanato, apresentando suas características físicas e mecânicas (incluindo seus principais ensaios), sua correta aplicação e fazendo um breve estudo comparativo com seu principal concorrente no mercado brasileiro, o Granito.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Apresenta a evolução da indústria ceramista nacional, focando essa análise no grés porcelanato verificando suas propriedades e características, a evolução do parque industrial brasileiro, que consolidou nossos produtos com qualidade, possuindo características técnicas similares as européias reconhecidamente as líderes mercado em qualidade.

Realizar estudo comparativo entre o grés porcelanato e o revestimento em pedras ornamentais, notadamente o Granito, principal concorrente do porcelanato, e também de presença bastante destacada em nosso mercado.

2.2 Específicos

- Apresenta um histórico da cerâmica, focando na linha de revestimentos, abordando desde a implantação das primeiras fabricas até a nossa situação atual, dando ênfase ao grés porcelanato, apresentando suas qualidades, características, propriedades e patologias.
- Verificar a forma adequada para seu assentamento.
- Efetua um histórico desses materiais com foco no Granito, da enorme potencialidade de produção desse material no Brasil, sua importância na balança comercial nacional, suas qualidades e características, buscando a comparação com o porcelanato.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

O presente capítulo faz uma análise do principal tema do trabalho, qual seja a Indústria Ceramista de Revestimentos. Será analisado o perfil da indústria no Brasil e no mundo, traçando parâmetros comparativos de desempenho, suas características econômicas e históricas. A análise do estudo do porcelanato, material cerâmico de alta performance, suas principais características físicas, geométricas e visuais, inclusive seus principais ensaios, serão comparadas sempre que possível com seu maior concorrente, o granito.

3.1 Cerâmica

Conforme Margarido (2011), a cerâmica é o material mais antigo produzido pelo homem, sua existência é de cerca de quinze mil anos. Do grego Kéramos, “terra queimada ou argila queimada” é um material de imensa resistência, visto os estudos de fragmentos cerâmicos encontrados em escavações arqueológicas bem como objetos utilizados em várias épocas. Por um longo período, a utilização de revestimentos cerâmicos em paredes e pisos foi bastante restrita, pois pelo caráter artesanal de sua produção e preço elevado era consumido apenas pelo clero e pelas camadas mais abastadas da população. A partir do processo de industrialização, que se tornou mais incisivo no pós-guerra, tornou-se acessível a uma camada muito maior de consumidores, aumentando também seu uso em outros ambientes.

A industrialização da cerâmica no Brasil começou na região sul, em meados do século XX, a partir das antigas fabricas de tijolos, blocos e telhas cerâmicas, que passaram também a produzir ladrilhos hidráulicos e com o passar do tempo azulejos, pastilhas e cerâmicas de vidro.

Embora o setor ceramista tenha se instalado em várias regiões do país, ocorreu uma maior fixação na região Sul e Sudeste, devido principalmente a condições mais favoráveis, como por exemplo, a maior densidade populacional, melhor distribuição de renda, melhor qualidade educacional, existência de centros de pesquisas, melhor logística para distribuição de sua produção, o que acabou servindo de atrativo.

Segundo publicação da AESTNM (2014), o Brasil possui hoje em média 93 empresas se dedicando a fabricação da cerâmica de revestimento. São empresas de capital nacional de pequeno, médio e grande porte.

Apesar de termos empresas com registros da década de 50, foi na década de 60, com o surgimento dos programas habitacionais e o estímulo governamental à construção civil (indústria que notadamente gera um volume expressivo de empregos diretos e indiretos), que se ampliou a demanda por produtos cerâmicos de revestimento, acabando por gerar a criação de novas empresas na década de 70.

Esse movimento prosseguiu e na década de 80 surgiram novas empresas que passaram a ocupar posição de destaque em função da utilização de tecnologia mais moderna. Campos e colaboradores (1998) realizaram estudos da implantação do Cluster da indústria de cerâmica em Santa Catarina, conforme visualizamos na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Cronologia de formação do Cluster cerâmico – Indústria cerâmica da região sul de SC - Fonte: pesquisa de campo (1998).

Principais eventos					
Períodos	Antes de 1970	Antes de 1970	Anos 70	Anos 80	Anos 90
	<ul style="list-style-type: none"> - Criação da Cerâmica Imbituba (1918) - Criação da Cerâmica Santa Catarina-CESACA - Construção da unidade pioneira que deu origem à cerâmica Eliane (1960) - Criação da Cerâmica Urussanga-CEUSA - Criação do curso técnico de 1o grau da SATC-Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação da Cerâmica Imbituba (1918) - Criação da Cerâmica Santa Catarina-CESACA - Construção da unidade pioneira que deu origem à cerâmica Eliane (1960) - Criação da Cerâmica Urussanga-CEUSA - Criação do curso técnico de 1o grau da SATC-Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção da unidade pioneira do grupo Cecrisa, em Criciúma (1971) - Criação do curso técnico de 2o grau da SATC (1971) - Construção da fábrica de azulejos Incocesa, em Tubarão, adquirida pelo grupo Cecrisa em 1974 - Grupo Eliane constrói novas unidades de produção. - Criação da Industrial Conventos-ICON, para produção máquinas e equipamentos cerâmicos, pelo grupo Cecrisa. - Criação do Colégio Maximiliano Galdzinski, com curso técnico de 2o grau em cerâmica, pelo grupo Eliane (1979) - A multinacional norte-americana Ferro Enamel constrói unidade de produção de fritas para esmalte em Criciúma (1979) 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação da cerâmica Itagés em Tubarão (1982) - Criação da cerâmica Vectra em Içara (1983) - Criação da fábrica de aditivos para esmalte da Manchester Química em Criciúma (1983) - Cecrisa constrói as cerâmicas Eldorado (1986) e Portinari (1988) em Criciúma - Criação da cerâmica De Lucca em Criciúma (1989) 	<ul style="list-style-type: none"> - A empresa espanhola Esmalglass abre posto de distribuição de fritas em Criciúma (1990) - Início de funcionamento do Centro de Tecnologia em Cerâmica-CTC em Criciúma (1995) - A empresa italiana SRS do Brasil instala unidade de pro doação de telas serigráficas em Criciúma (1993) - A empresa CCT do Brasil abre unidade de distribuição de insumos para esmaltes no cluster - A empresa espanhola Fritas SL abre posto de distribuição de fritas em Criciúma (1994) - Unidade de produção de grês porcelanato da Eliane inicia produção (1996) - Esmalglass inicia a produção de fritas e aditivos em Criciúma (1996) - A Universidade do Sul de Santa Catarina-UNESC abre curso superior de Tecnólogo em Cerâmica (1995) - A empresa espanhola Torrecid inaugura fábrica de fritas e aditivos para esmalte em Içara - A empresa italiana Colorobia mantém posto de distribuição de fritas e aditivos para esmalte em Criciúma - A empresa Cominas, do grupo Cecrisa, inicia fornecimento de minerais a cerâmicas fora do grupo - Manchester Química está construindo nova fábrica de insumos no cluster - A empresa Fritas SL planeja produzir fritas no cluster em 1999. - Cerâmica Gabriela, de pequeno porte, prevê início de produção para 1999. - Sindicaram-Sindicato das empresas cerâmicas faz convênio para transporte em contêineres por ferrovia de revestimentos cerâmicos até o porto de Imbituba (1999)

Muito importante verificar a criação de cursos de qualificação de nível médio e superior em Tecnólogo em Cerâmica, qualificando ainda mais a mão-de-obra nacional.

Existem também alguns problemas técnicos e estruturais que vêm sendo observados. Como exemplo, no 6º Congresso da ASPACER (2015) quando se tratava do tema Porcelanato e Matérias Primas foi colocado pelo Engenheiro de Minas, Thomaz Teodoro da Cruz o fato de que “se há 10 anos atrás havia grandes jazidas, é preciso pensar em um futuro buscando qualidade a partir de melhor beneficiamento da Argila.” Tal pensamento foi complementado pelo professor Sergio Ricardo Cristofolletti do Instituto Florestal da Secretaria Estadual do Estado de São Paulo - “a solução está na busca por novas jazidas, e já estão em análise as jazidas encontradas em Porto Ferreira (SP), Santa Rosa do Viterbo (SP) e Tambaú (SP), sendo que em Santa Rosa, já foi constatado, que o material é de excelente qualidade” conforme relato de Cristofolletti (2015).

3.2 Granito

Os Granitos têm sido ao longo dos séculos largamente utilizados na construção Civil, sejam como elementos estruturais (início dos séculos) ou como revestimentos, sendo que essa utilização vem crescendo de modo intenso nas últimas décadas.

Conforme dados apurados junto a Revista Brazil S/A (2013), “O Setor de Pedras Ornamentais e de Revestimento pode ter sua importância mensurada quando se verifica que a produção global de suas matérias primas evoluiu de 1.800.000 ton./ano em 1920 para 115 milhões de toneladas/ano em 2011”. O expressivo crescimento do mercado internacional a partir da década de 80 transformou a indústria de pedras ornamentais como uma das mais importantes nos negócios minero-industriais.

Ainda segundo a revista Brazil S/A (2013), o Brasil é reconhecido e se diferencia pela sua excepcional geodiversidade, que nesse setor se destaca para granitos e materiais similares.

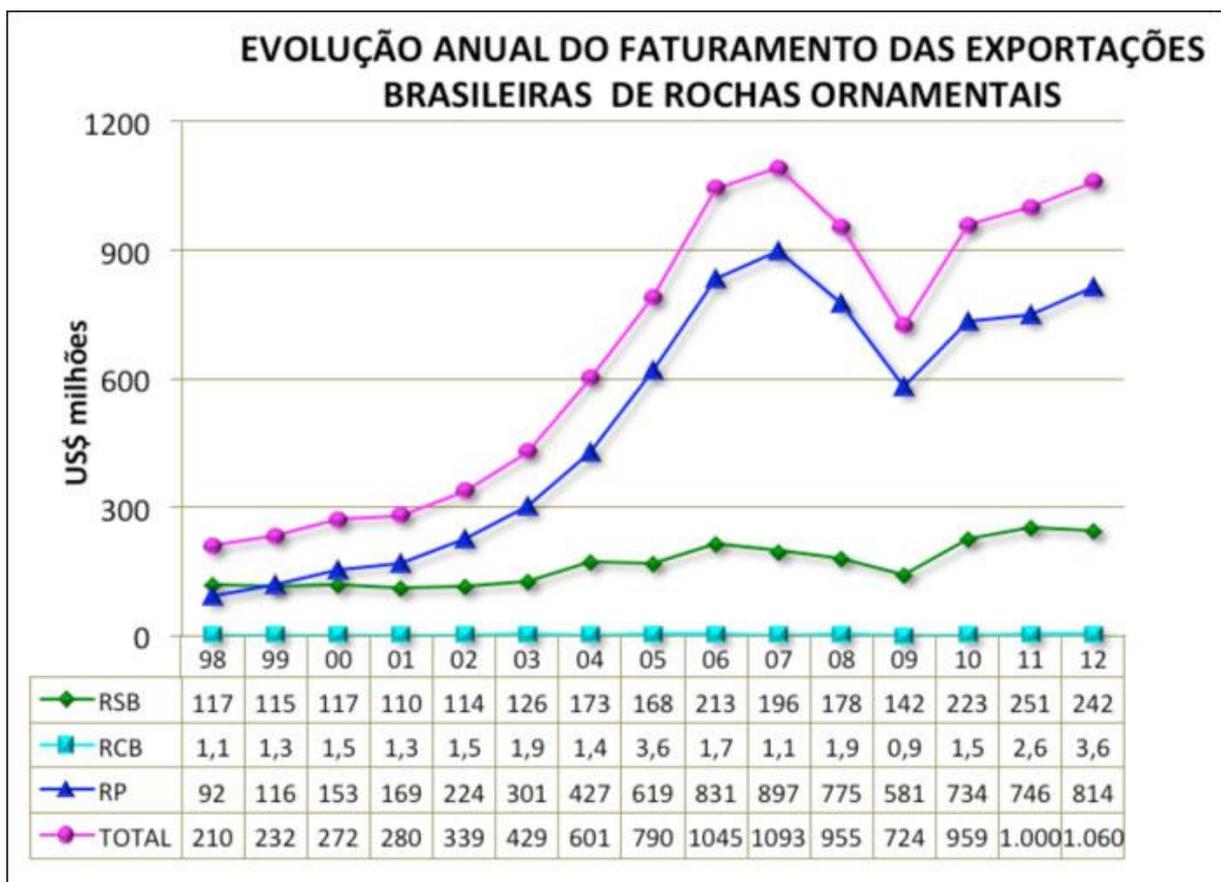
A partir da década de 90 o Brasil experimentou enorme avanço na produção e exportação de rochas ornamentais, sendo fato que, os mais recentes avanços nas técnicas de extração e beneficiamento de seus produtos foram motivados pelas exportações.

Hoje a indústria nacional é reconhecida em todo mundo por sua pujança, sendo que, conforme publicação do Banco Espírito Santo de Portugal sobre Produção de Rochas Ornamentais. - Análise setorial (2014), já indica o Brasil como 4º maior produtor mundial (Figura 3.2), além disso, o 7º exportador em volume físico e o 3º exportador de Blocos de Granito.

Segundo a ABIROCHAS (2015) nesse ano, no período de janeiro a outubro de 2015 as exportações brasileiras de rochas ultrapassaram US\$ 1 bilhão (US\$ 1.045 milhões) e quase atingiram 2 milhões de toneladas (1.969.062 t). A participação de rochas processadas se manteve em patamar elevado tanto em faturamento (82,15%) quanto em volume físico (58,91%).

Ainda segundo a ABIROCHAS (2015), os cinco principais destinos das exportações brasileiras são, em ordem decrescente de faturamento, os Estados Unidos, China, Itália, Espanha e Reino Unido, o que demonstra a qualidade dos produtos nacionais.

O gráfico abaixo ilustra a evolução das exportações no período de 1998 a 2012 (Fig.3.1).



RSB – Blocos de Granito

RCB – Blocos de Marmore

RP – Rochas Processadas

Figura 3.1 – Evolução Anual do Faturamento das Exportações Brasileiras de Rochas Ornamentais – Fonte: Revista Brazil (2013)

Produção Mundial de Rochas Ornamentais, 2010-2012*
(Milhões toneladas)



Figura 3.2 – Produção de Rochas Ornamentais 2010/12 – Fonte: Banco Espírito Santo (2014)

Embora não seja o foco principal do trabalho, servindo como parâmetro comparativo com o porcelanato, mais a frente, não poderia deixar de incluir parecer de, Maranhão e Bastos (2006) do DECC da Escola Politécnica da USP elencando parâmetros qualitativos que devem ser considerados para a especificação de uma placa de rocha em função do revestimento, que se reproduz através da tabela 3.1

Tabela 3.1 - Parâmetros qualitativos para a especificação de uma placa de rocha - Fonte DECC da USP – (2006)

Função Requisitos	Revestimento Vertical		Revestimento Horizontal	
	Interno	Externo	Interno	Externo
Resistência aos ataques de agentes químicos da chuva ácida	***	0	***	0
Resistência aos ataques químicos de produtos de limpeza	*	**	*	***
Resistência aos agentes atmosféricos (névoa salina e variações da umidade e da temperatura, por exemplo)	***	*	**	*
Poder Antiderrapante	*	*	***	***
Facilidade na higienização e limpeza	*	**	*	***
Elevada resistência à flexão	*	*	**	*
Resistência ao impacto do corpo duro	*	**	***	***
Dilatação Térmica Linear Elevada	***	*	**	*
Resistência ao desgaste por abrasão	0	0	***	***
Alteração cromática com a absorção d'água	***	**	**	***

*** Característica muito importante ** Característica pouco significativa

*Característica medianamente importante 0 Característica não relevante

4. MÉTODO

4.1 Porcelanato

4.1.1 Características e propriedades

A definição de porcelanato segundo a NBR 15463 (2007) é de que “são placas cerâmicas compostas por argila, feldspato e outras matérias primas inorgânicas, conformadas por extrusão, prensagem ou outros processos, podendo ser esmaltadas ou não esmaltadas, polidas ou naturais, retificada ou não retificada”.

Segundo Heck (1996) o que diferencia o porcelanato da cerâmica comum, é o seu processo de queima ou monoqueima (a temperaturas entre 1220 e 1250 °C) em que, adicionados as matérias primas que compõe sua massa ao elevado grau de moagem, alto teor de fundentes e alta força de compactação no processo de fabricação, geram, produtos com baixa porosidade (inferior a 0,5 %) e elevada performance técnica (resistência mecânica).

Esse tipo de revestimento surgiu na década de 80 em países como a Itália e Espanha, chegando ao Brasil na década de 90. Rapidamente se tornou um produto líder na preferência do mercado, não só pelo excelente aspecto estético, como também pela perspectiva de diferentes soluções arquitetônicas explorando suas diferentes dimensões.

Além disso, o fator de maior atração, sem sombra de dúvidas, são suas propriedades físico – mecânicas que garantem uma vida útil excelente, pois associam elevada dureza e conseqüente resistência a fraturas, além de possuir reconhecida capacidade de evitar a ocorrência de manchas.

O Brasil hoje possui vários fabricantes que dominam a técnica de produção, possuindo know-how e qualidade reconhecida. No 24º Conselho Pan-americano de Arquitetura (Maceió, 2012), foi elaborado ranking de qualidade do porcelanato nacional em que foram elencados os melhores fabricantes, que em ordem decrescente de qualidade possuíam a seguinte colocação: PORTO BELO (SC), ELIANE (SC), ELIZABETH (PB), CECRISA (SC), ITAGRES (SC), CEUSA (SC), PAMESA (MG) e INCEPA (PR).

Segundo publicação do Grupo Kalfix (2007), outro ponto bastante favorável a fabricação do porcelanato, é o seu processo produtivo, que é ecologicamente correto, pois explora de maneira mais racional as jazidas, utilizando todo o material sem desperdício, possibilitando sempre a recomposição da área após o uso (reflorestamento). Diferentemente, na exploração das pedras ornamentais, em que as jazidas são exploradas até a exaustão (quando cessa a possibilidade de retirada de grandes chapas), e as áreas acabam sendo abandonadas em seguida.

Infelizmente conforme informativo do INMETRO (1998), o processo de certificação das cerâmicas de revestimento (porcelanato incluso), por não envolver aspectos de segurança e saúde, é de caráter voluntário, ou seja, o fabricante não é obrigado a ter certificação para comercializar seus produtos.

Atualmente, as doze maiores empresas do setor, submetem, voluntariamente, seus produtos ao processo de certificação. As marcas certificadas podem colocar, na embalagem, ou mesmo no produto, a marca do Organismo de Certificação, acompanhadas do logo do INMETRO (organismo credenciador), atestando que o produto está de acordo com as normas.

Ainda segundo publicação do INMETRO (1998) e ratificada pela ANFACER, alguns fabricantes com o objetivo de aumentar a produção e ganhar mercado, reduzem, propositalmente, o tempo de permanência no forno, reduzindo, com isso, os custos de fabricação do produto e gerando produtos de qualidade inferior. Esses produtos, por serem comercializados a um preço mais baixo, atraem consumidores que utilizam o preço como fator decisivo no momento da compra.

Cabe destacar que o Brasil dispõe, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação, de uma infra-estrutura totalmente montada para atender a essa certificação, ou seja, o INMETRO credenciou vários laboratórios e um Organismo de Certificação, o CCB (Centro Cerâmico do Brasil) para certificar os produtos, verificando assim sua conformidade as normas vigentes.

As principais características técnicas e as propriedades físicas do Porcelanato serão analisadas conforme tabelas PINI (Revista Construção ed. 131 de junho/2012).

4.2 Propriedades físicas do porcelanato

Tabela 4.1 - Propriedades Físicas do Porcelanato – Fonte: PINI (2012)

Propriedade Físicas		UN	Área do Produto ≤50 cm ²		Área do Produto ≥50 cm ²	
			Técnico	Esmaltado	Técnico	Esmaltado
Absorção de Água	Média	%	≤0,1	≤0,5	≤0,1	≤0,5
	Individual(máx.)	%	0,2	0,6	0,2	0,6
Módulo de Resistência à flexão ¹	Média	Mpa	≥45		≥45	≥37
	Individual(min.)	Mpa	42		42	35
Carga de Ruptura	e<7,5mm	N	≥1000		≥900	≥900
	e>7,5mm	N	Não se aplica		≥1800	≥1500
Resistência á abrasão profunda (não esmaltado)		mm ³	≤140	Não se aplica	≤140	Não se Aplica
Dilatação Térmica Linear			Por Acordo		Por Acordo	Por Acordo
Resistência ao choque térmico			Por Acordo		Por Acordo	Por Acordo
Resistência ao gretamento ²			Não se Aplica	Não gretar	Não se Aplica	Não Gretar
Coeficiente de atrito			A declarar		A declarar	A declarar
Resistência à abrasão superficial ^{1,3}			Não se aplica	Por Acordo	Não se aplica	Por Acordo
Resistência ao congelamento ¹			Por acordo		Por acordo	Por acordo
Resistência ao impacto ¹			Por acordo		Por acordo	Por acordo

Valores em função de aplicações específicas podem ser verificados pelos métodos de ensaio disponíveis e os limites acordados entre as partes.

²Efeitos decorativos que apresentam craquelê proposital devem ser identificados como gretamento pelo fabricante e o ensaio não será aplicável.

³ Classe de abrasão, conforme a NBR 13818:1997, mediante acordo entre as partes.

4.2.1 Absorção de água

Segundo Menegazzo (2010), a absorção de água é uma propriedade do corpo cerâmico e está diretamente relacionada com a porosidade da peça. Outras características das cerâmicas como a resistência ao impacto, a resistência mecânica, resistência ao gelo e a resistência química estão associadas

diretamente com esse fenômeno. Os revestimentos cerâmicos possuem uma variação de absorção limitada desde próximo a zero (para porcelanatos) até 20% (para azulejos).

Do ensaio

Os ensaios são realizados de acordo com a metodologia descrita pela Norma ISO 10.545 em que primeiramente são verificadas as características geométricas das amostras quanto às dimensões (nominal, de fabricação e espessura) e a forma (retitude lateral, ortogonalidade e planicidade quanto à curvatura central, lateral e empeno).

Durante a etapa de queima das mesmas, que ocorre a mais de 1.000 graus centígrados, as características geométricas das placas cerâmicas sofrem variações devido às alterações físico-químicas sofridas pelo esmalte e pela argila.

Essas variações são previstas pela Norma Técnica 15.270-2/2005 que especifica as tolerâncias das dimensões e fornece os limites máximos para o esquadro, a curvatura, o empenamento e a variação de espessura das placas cerâmicas para revestimento, características relacionadas ao molde e ao corte da peça.

As informações a respeito dessas características das placas cerâmicas (dimensão nominal, dimensão de fabricação e espessura) devem estar presentes na embalagem dos produtos, pois são importantes, não só para o consumidor, mas também para o profissional responsável pelo assentamento do produto, seja ele destinado para revestimento de piso ou parede.

A informação sobre o Grupo de Absorção também é de fundamental importância para que o consumidor selecione produtos que melhor atendam às suas necessidades, entre eles, o local onde será assentado. Para locais mais úmidos, como banheiros, por exemplo, recomenda-se a utilização de revestimentos com absorção de água menor e vice-versa.

É importante ressaltar que as placas cerâmicas classificadas como BIII, com absorção de água acima de 10%, são recomendadas para serem utilizadas como revestimento de parede (azulejo), justamente por possuírem alta absorção e, portanto, resistência mecânica reduzida.

Em granitos a absorção de água acima dos 0,40 % podem facilitar manchamentos, especialmente quando os mesmos são assentes com argamassa convencional para fixação, segundo, Maranhão e Barros (2006)

A Tabela 4.2. relaciona os índices de absorção, com os tipos de Porcelanatos e suas respectivas aplicações, classificando-as conforme suas características:

Tabela 4.2 – Absorção de água por porcelanatos – Fonte: Centro Cerâmico do Brasil (2014)

Grupo B Placas Prensadas	Absorção	Tipos	Aplicações
B I a	Menor que 0,5%	Porcelanato	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas *
B I b	0,5 a 3,0%	Grés	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas *
B II a	3,0 a 6,0%	Semi Grés	Paredes e pisos internos e pisos externos **
B II b	6,0 a 10,0%	Semi porosa	Paredes internas e pisos internos **
B III b	10,00 a 20,00%	Porosa	Paredes internas **

*Ambientes sujeitos a todas as temperaturas.

** Ambientes com temperaturas acima de zero grau.

4.2.2 Modulo de resistência a flexão e carga de ruptura

Segundo informações ao consumidor fornecidas pelo INMETRO (1998) essas características estão relacionadas diretamente à absorção de água do produto e são importantes, principalmente no caso de placas para revestimento de lugares que receberão cargas e veículos pesados, como garagens, por exemplo, ou seja, que necessitem de uma resistência mecânica maior.

Conforme trabalho de pesquisa publicado pela revista Mundo Cerâmico sobre Características dos Revestimentos Cerâmicos pelo C.C.B (2012) “a resistência à ruptura, pode ser aferida de duas maneiras, pelo modulo de resistência a flexão (N/mm² ou Kgf/cm²), que é a resistência própria do material, ou ainda pela carga de ruptura (N ou Kgf), a qual depende do material, ou seja quanto menor a porosidade maior a resistência a compressão e da espessura da peça”. A tabela 4.3 apresenta essas aferições.

Tabela 4.3 - Relação entre Absorção e Resistência à Ruptura – Fonte: Revista Mundo Cerâmico (2012)

Nomenclatura Usual	Grupo ISO	Absorção da Água	Carga de Ruptura (Kgf)	Módulo de Resistência a flexão (N/mm ²)
Porcelanato	Bla	0 a 0,5%	≥ 130	≥ 35
Grés	B1b	0,5 a 3%	≥ 110	≥ 30
Semi-Grés	B11a	3 a 6%	≥ 100	≥ 22
Semi-Poroso	B11b	6 a 10%	≥ 80	≥ 18
Poroso	B111	10 a 20%	≥ 60	≥ 15
Mostra	B111	10 a 20%	≥ 40	≥ 15
Azulejo Fino	B111	10 a 20%	≥ 20	≥ 15

Segundo Menegazzo e outros (2002), os materiais cerâmicos apresentam uma série de defeitos que podem atuar como elementos concentradores de tensões e que determinam os pontos onde se inicia a fratura do produto. A resistência mecânica de um produto depende de sua microestrutura e, principalmente, da distribuição e tamanho dos defeitos presentes. Como esta distribuição é quase sempre aleatória, a resistência avaliada experimentalmente apresenta uma dispersão. Para obter a resistência mecânica experimentalmente não é suficiente apresentar somente o valor médio, mas é essencial levar em consideração a dispersão dos resultados. Esta dispersão dos valores de resistência mecânica pode ser obtida através de estudo de Weibull.

Do ensaio

Menegazzo e outros (2002) selecionaram amostras de porcelanato (polidos, naturais e esmaltados) e granitos polidos (branco, cinza, capão, café e preto) nas dimensões de 30 x 30 cm facilmente encontradas no mercado. Foram utilizados também modelos de porcelanatos espanhóis, mas esses só foram encontrados em dimensões de 40 x 40 cm. As Tabelas 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 analisam o experimento.

Tabela 4.4 – Relação de Porcelanatos selecionados para o Ensaio de Modulo de Resistência a Flexão e Carga de Ruptura – Fonte: Cerâmica industrial (2002)

Origem	Tipo	Codificação	Tipologia	Dimensão Nominal (cm)	Espessura (mm)
--------	------	-------------	-----------	-----------------------	----------------

Nacional	Porcelanato Polido Branco	NPBRAN	Tinta única	30x30	>7,5
	Porcelanato Polido Grafite	NPGRAF	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
	Porcelanato Natural Grafite	NNGRAF	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
	Porcelanato Polido Pérola	NPPER	Tinta única	30x30	>7,5
	Porcelanato Polido Branco	NPBIAN	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
	Porcelanato Natural Bianco	NNBIAN	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
	Porcelanato Esmaltado Tempio	NETEMP	Esmaltado	30x30	>7,5
	Porcelanato Esmaltado Illuminato	NEILLU	Esmaltado	30x30	>7,5
Italiano	Porcelanato Polido Pario	IPPAR	Tinta única	30x30	>7,5
	Porcelanato Polido Bardiglio	IPBAR	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
	Porcelanato Natural Bardiglio	INBAR	“Sal e Pimenta”	30x30	>7,5
Espanhol	Porcelanato Polido Branco	EPBRAN	Tinta única	40x40*	>7,5
	Porcelanato Polido Tenerife	EPTEN	“Sal e Pimenta”	40x40*	>7,5

Não foram encontrados no comércio produtos espanhóis de dimensão nominal 30x30 cm, por isso optou-se em utilizar placas cerâmicas com dimensões de 40 x 40 cm.

Tabela 4.5 – Valores obtidos após ensaios de Modulo de Resistência a Flexão e Carga de Ruptura em porcelanatos – Fonte: Cerâmica industrial (2002)

Amostra	CR (N)	CR _{min} (N)	MRF (Mpa)	MRF _{min} (Mpa)	m
NPGRAF	1934,2 ± 57,1	1807,9	51,4 ± 1,5	47,7	37,1
NNGRAF	2197,9 ± 103,5	2011,5	54,6 ± 2,5	51,3	24,3
NPBRAN	1792,7 ± 85,5	1612,5	50,2 ± 2,3	45,0	23,7
NPPER	2017,3 ± 97,3	1795,8	61,6 ± 3,4	54,55	19,9
NPBIAN	2198,5 ± 151,9	1705,1	64,8 ± 4,8	49,20	13,8
NNBIAN	2595,5 ± 120,2	2355,6	64,9 ± 3,3	56,9	22,1
NETEMP	1965,4 ± 90,6	1809,3	41,2 ± 1,8	37,6	25,2
NEILLU	1911,9 ± 123,5	1587,4	39,0 ± 2,1	34,5	20,3
IPPAR	1923,9 ± 127,9	1745,5	47,9 ± 2,9	43,5	17,5
IPBAR	1893,9 ± 93,1	1716,7	49,1 ± 2,4	45,3	22,2
INBAR	1435,4 ± 83,4	1159,9	47,9 ± 3,2	38,1	15,7
ENTRAT	2636,9 ± 122,9	2402,0	45,9 ± 2,0	42,1	24,5
EPTEN	2220,9 ± 113,9	1962,8	43,3 ± 2,6	39,2	17,9
EPNEV	2017,8 ± 155,6	1773,5	38,3 ± 3,3	32,8	12,7

Valores de carga de ruptura (CR), carga de ruptura individual mínima (CR_{min}), módulo de resistência a flexão (MRF), módulo de resistência a flexão mínimo individual (MRF_{min}) e módulo Weibull (m) dos porcelanatos em estudo.

Tabela 4.6 – Relação de Granitos selecionados para o Ensaio de Modulo de Resistência a Flexão e Carga de Ruptura – Fonte: Cerâmica industrial (2002).

Tipo	Codificação	Dimensão (cm)	Espessura (cm)
Granito Branco Cotton Polido	GBRAN	30X30	1,0
Granito Cinza Andorinha Polido	GCINZ	30x30	1,0
Granito Capão Bonito Polido	GCAP	30x30	1,0
Granito Café Labrador Polido	GCAFÉ	30x30	1,0
Granito Preto São Gabriel	GPRET	30x30	1,0

Analisando resumidamente a seqüência do ensaio, pode-se citar que as placas foram secadas em estufa (110 °C) até atingirem peso constante. Após secagem, as amostras foram colocadas sobre os apoios do equipamento com a superfície de uso voltada para cima. A distância entre apoios utilizados foi de 270 mm para peças com dimensões de 30 x 30 cm e de 370 mm para peças com tamanho nominal de 40 x 40 cm. A força foi aplicada de maneira gradativa, de modo a obter uma velocidade de aumento de carga à razão de (1 ± 0,2) MPa/s.

.Tabela 4.7 – Valores obtidos após ensaios de Modulo de Resistência a Flexão e Carga de Ruptura em porcelanatos – Fonte: Cerâmica industrial (2002)

Amostra	CR (N)	CR _{min} (N)	MRF (Mpa)	MRF _{min} (Mpa)	m
NPGRAF	1934,2 ± 57,1	1807,9	51,4 ± 1,5	47,7	37,1
NNGRAF	2197,9 ± 103,5	2011,5	54,6 ± 2,5	51,3	24,3
NPBRAN	1792,7 ± 85,5	1612,5	50,2 ± 2,3	45,0	23,7
NPPER	2017,3 ± 97,3	1795,8	61,6 ± 3,4	54,55	19,9
NPBIAN	2198,5 ± 151,9	1705,1	64,8 ± 4,8	49,20	13,8
NNBIAN	2595,5 ± 120,2	2355,6	64,9 ± 3,3	56,9	22,1
NETEMP	1965,4 ± 90,6	1809,3	41,2 ± 1,8	37,6	25,2
NEILLU	1911,9 ± 123,5	1587,4	39,0 ± 2,1	34,5	20,3
IPPAR	1923,9 ± 127,9	1745,5	47,9 ± 2,9	43,5	17,5
IPBAR	1893,9 ± 93,1	1716,7	49,1 ± 2,4	45,3	22,2
INBAR	1435,4 ± 83,4	1159,9	47,9 ± 3,2	38,1	15,7
ENTRAT	2636,9 ± 122,9	2402,0	45,9 ± 2,0	42,1	24,5
EPTEN	2220,9 ± 113,9	1962,8	43,3 ± 2,6	39,2	17,9
EPNEV	2017,8 ± 155,6	1773,5	38,3 ± 3,3	32,8	12,7

Valores de carga de ruptura (CR), carga de ruptura individual mínima (CR_{min}), módulo de resistência a flexão (MRF), módulo de resistência a flexão mínimo individual (MRF_{min}) e módulo Weibull (m) dos porcelanatos em estudo.

Tabela 4.8 – Valores obtidos após ensaios de Modulo de Resistência a Flexão e Carga de Ruptura em granitos - Fonte: Cerâmica industrial (2002)

Amostra	CR (N)	CR _{min} (N)	MRF (Mpa)	MRF _{min} (Mpa)	m
GCAFE	771,5±237,0	465,6	11,4±2,3	7,5	5,4
GPRET	1546,2±253,8	1156,8	22,8±4,1	16,2	5,9
GBRAN	1434,1±104,2	995,9	21,6 ± 1,5	14,9	11,9
GCINZ	1347,8±380,4	502,7	16,11 ± 2,6	11,8	6,74
GCAP	637,3 ± 137,9	378,2	11,3 ± 2,2	7,4	5,4

Menegazzo e equipe chegaram à conclusão que os porcelanatos apresentam altos valores de módulo de resistência à flexão, e em especial os produtos nacionais, que superaram em 40 a 70% o limite estabelecido pela NBR 13818. Os módulos de Weibull obtidos para todos os produtos foram bastante elevados, o que demonstra a grande reprodutibilidade da resistência mecânica dos porcelanatos. Os resultados indicaram ainda que o tamanho dos poros possa estar sendo o defeito crítico que determina a resistência mecânica dos porcelanatos.

Os porcelanatos apresentaram valor de resistência mecânica superior aos granitos em estudo. A resistência mecânica dos granitos depende principalmente do tamanho dos cristais e do grau de micro fissuramento presentes, e como já eram esperados, os granitos apresentaram módulos de reprodutibilidade inferiores aos porcelanatos, o que pode ser atribuído a sua microestrutura heterogênea formada pela natureza.

4.2.3 Resistência à abrasão

Essa com certeza é uma característica importantíssima as cerâmicas no geral, pois representa a resistência ao desgaste da superfície esmaltada (superficial), devido à movimentação de pessoas ou objetos, servindo também como indicativo da classificação desses revestimentos que deveremos usar em cada ambiente.

A Norma Brasileira que trata da abrasão superficial para peças cerâmicas é a NBR 13818 no seu anexo D para peças esmaltadas, e no anexo E para as não

esmaltadas. No caso das rochas naturais utilizamos o método Amsler (NBR12042).

Abrasão em peças esmaltadas

A resistência a abrasão, associada principalmente à carga de ruptura e a outras características do esmalte vai determinar onde cada revestimento deve ser mais bem aplicado.

No caso de Cerâmicas esmaltadas a classificação de uso é dada pelo PEI (Porcelain Enamel Institute) cuja tradução seria Instituto de Esmalte Cerâmico, e cuja classificação varia conforme Tabela 4.9 abaixo:

Tabela 4.9 – Classificação de Resistência à Abrasão Superficial PEI – Fonte: Revista Mundo Cerâmico (2012)

Grupo	Resistência à abrasão	Recomendações de uso
Grupo 0	Baixíssima	Paredes
Grupo 1 / PEI-1	Baixa	Banheiros Residenciais
Grupo 2 / PEI-2	Média	Ambientes residenciais sem porta para fora
Grupo 3 / PEI-3	Média Alta	Ambientes residenciais com porta para fora
Grupo 4 / PEI-4	Alta	Ambientes públicos sem porta para fora
Grupo 5 / PEI-5	Altíssima e sem encardido	Ambientes públicos com porta para fora

O grupo 5 é o único que não permite a formação de trilhas de circulação.

Dos ensaios

A resistência à abrasão desses produtos é executada através do Abrasímetro PEI

Conforme Menegazzo (2001), os corpos de prova foram cortados nas dimensões 10 x 10 cm, retirados de regiões representativas das amostras (sendo utilizado um corpo de prova para cada estágio da abrasão e três corpos de prova não abradidos para serem utilizados como testemunha), e fixados por meio de parafusos com borboletas. Sobre eles se colocam recipientes metálicos que contêm os abrasivos.

Após o número prefixado de ciclos de abrasão (efetuadas por 175 kg esferas de aço com diâmetros de 1 a 5 mm) o equipamento desliga automaticamente,

Após a abrasão os corpos de prova são lavados em água corrente e secos em estufa (110 ± 5 °C).

A caixa padrão de observação (que possui iluminação $330 \pm 5^{\circ}$ lux) serve para observação das amostras, procedendo-se a classificação conforme Tabela 4.10 em função da falha visual e segundo o número de ciclos.

Os corpos-de-prova foram classificados, em função da falha visual e segundo o número de ciclos.

Tabela 4.10 - Estágios de abrasão – Fonte: Menegazzo (2001)

Estágio de abrasão (ciclos)	Classe de abrasão
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
> 12000	5 ^(a)

(a) Caso não houver desgaste visual a 12000 ciclos, bem como as manchas não puderem ser removidas por qualquer um dos procedimentos listados no método de ensaio de Resistência à manchas, os pisos devem ser classificados como grupo 4. A classe PEI 5 abrange simultaneamente a resistência à abrasão a 12000 ciclos e a resistência ao manchamento após a abrasão.

As figuras 4.1, 4.2 e 4.3 indicam o Esquema do Abrasímetro PEI, o Recipiente do Abrasímetro PEI e a Caixa Padrão de Observação respectivamente

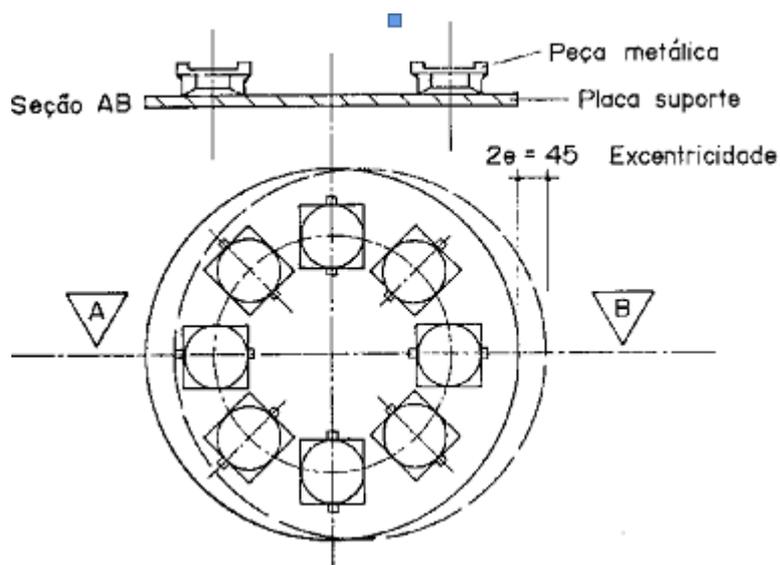


Figura 4.1 – Esquema do Abrasímetro PEI – Fonte: Menegazzo (2001)

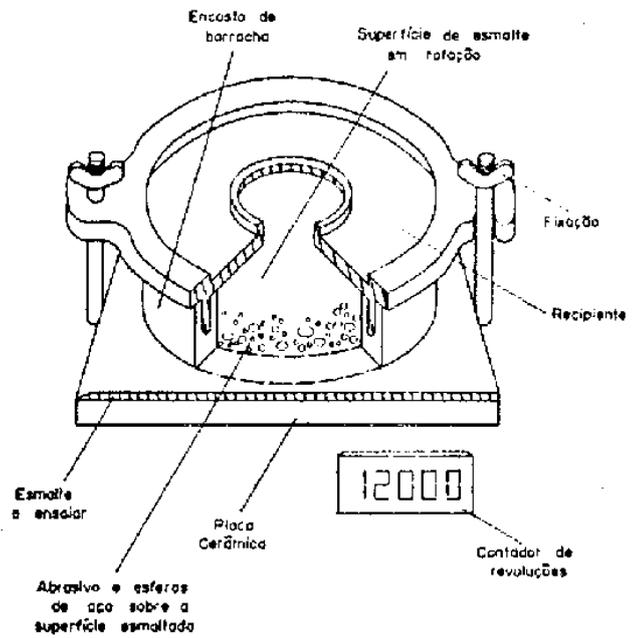


Figura 4.2 - Recipiente do Abrasímetro PEI – Fonte: Menegazzo (2001)

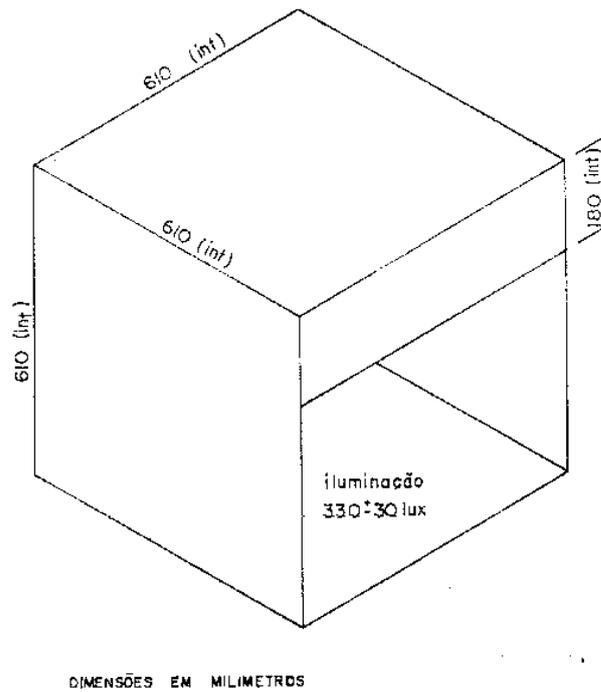


Figura 4.3 – Caixa padrão de observação – Fonte: Menegazzo (2001)

Abrasão em peças não esmaltadas

Segundo Menegazzo (2001), a resistência a abrasão profunda adequada para esse material, efetuada com o abrasímetro CAP (Fig.4.4), avalia o desgaste em volume do material removido, mas não avalia a perda do aspecto visual do produto, que nesse caso é feito pelo abrasímetro PEI visto anteriormente.

A tabela 4.11 apresenta a classificação das cerâmicas não esmaltadas quanto a resistência á abrasão profunda.

Tab. 4.11 - Resistência à Abrasão Profunda (Cerâmicas não Esmaltadas) – Fonte Menegazzo (2001)

Classe	Resistência à abrasão profunda
Bla	Menor ou igual a 175 (altíssima)
Blb	Menor ou igual a 275 (alta)
BIIa	Menor ou igual a 345 (média)
BIIb	Menor ou igual a 540 (baixa)
BIII	(baixíssima)



Figura 4.4 – Abrasimetro CAP para medir a abrasão profunda em produtos não esmaltados - Fonte: Menegazzo (2001)

Do ensaio

Esse equipamento é constituído um disco rotativo de aço (Figura 4.5), onde é inserido o material de forma a tangenciar o disco rotativo, sendo inserido material abrasivo no compartimento do equipamento. A velocidade de rotação do disco deve ser de 75 ± 5 rpm.

O número de rotações utilizados foi de 150 rotações. Após o ensaio cada amostra é avaliada a abrasão existente.

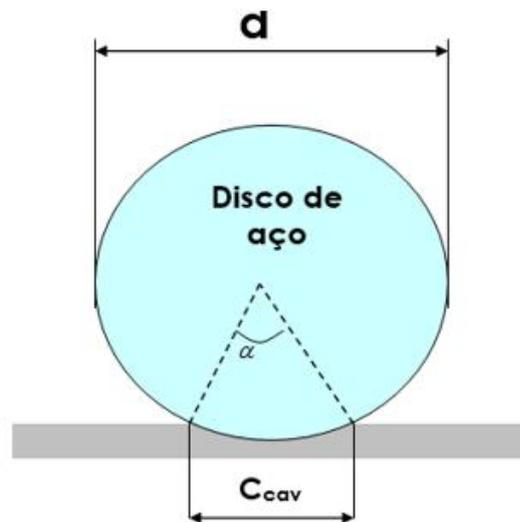


Figura 4.5 – Medida do comprimento da cavidade após Ensaio de Abrasão Profunda –
 Fonte: Menegazzo (2001)

Conforme (Menegazzo, 2001:138-139) a resistência à abrasão profunda é expressa em volume de material removido, em milímetros cúbicos, calculado pelo comprimento da cavidade C_{cav} através da expressão:

$$\left(v = \frac{\pi \times \alpha}{180} - \text{sen } \alpha \right) \times \left(\frac{h \times d^2}{8} \right)$$

Sendo:

$$\frac{\text{sen } \alpha}{2} = \frac{C_{cav}}{d}$$

Onde:

$\pi=3,14$

V= volume de material removido (mm^3)

d=diâmetro do disco rotativo (mm) = $200\text{mm} \pm 0,2$

h=espessura do disco rotativo (mm) = $10 \text{ mm} \pm 0,1$

α = ângulo (em graus) correspondente ao centro do disco até a cavidade

C_{cav} indica o comprimento da cavidade em mm

Resistência à abrasão utilizando-se o método de Amsler (NBR 12042)

Esse método é utilizado apenas para rochas naturais e é obtido através da perda de espessura dos corpos de prova. A NBR 12042 de 1992 define que o ensaio é realizado em dois corpos de prova em forma de paralelepípedo 7 cm x 7 cm x 2cm.

Segundo Menegazzo (2001), antes do ensaio é feita aferição de medidas da espessura da amostra em várias partes do corpo de prova. As amostras sofrem desgaste ao percorrer uma trilha de 1.000 m em contato com a areia. Após o ensaio é feita nova medição das espessuras, sendo o desgaste calculado pela diferença de espessuras e medido em mm.

A resistência à abrasão dos granitos é normalmente proporcional à dureza dos seus minerais constituintes, sendo sim condição necessária para sua especificação apropriada à áreas de tráfego intenso dentre outras.

4.2.4 Dilatação térmica linear

Conforme publicação da Dal Fabbro (2016), dilatação térmica linear é a variação dimensional exibida pelas peças cerâmicas como resultado de mudanças de temperaturas. Esta dilatação é um fenômeno reversível, diferentemente do fenômeno de expansão por umidade (EPU) que é irreversível. Nas peças cerâmicas, a dilatação térmica varia de 4 a 8 milésimos de milímetros por metro de comprimento inicial a cada 1°C de aumento de temperatura.

É importante conhecer a dilatação térmica da placa para sabermos se ela resiste à altas temperaturas. Essas características são importantes para placas sujeitas a umidade e calor intenso, como em fachadas, pisos externos, churrasqueiras, lareiras, saunas, principalmente.

Segundo Menegazzo (2001) o coeficiente de expansão térmica linear para revestimentos cerâmicos terá um valor máximo aceitável de 0.6mm/m.

Os Porcelanatos normalmente apresentam dilatação térmica desprezíveis, por isso são excelentes opções para os locais com as características citadas acima.

A Dilatação Térmica Linear, intervém diretamente no dimensionamento e na distribuição das juntas de movimentação (dilatação/contração).

4.2.5 Expansão por umidade (EPU)

As cerâmicas porosas absorvem água (hidratação). Ao absorvê-la e com o passar do tempo, elas sofrem um aumento de volume (expansão).

Essa dilatação, também conhecida por dilatação higroscópica, é uma característica muito importante, pois ao absorver água e expandir seu volume, o revestimento tende a descolar da argamassa.

Isso piora quanto menores forem as juntas de assentamento e quanto maior for a dureza do rejunte. Além disso, revestimentos que expandem muito por umidade tendem a sofrer trincas no seu esmalte, que não acompanham o aumento de volume da base cerâmica.

Segundo Cichinelli (2012), “A maioria das placas cerâmicas, esmaltadas ou não, possuem expansão por umidade (EPU) que não contribui para problemas quando as placas 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”.

A NBR 13818 (e ainda a ISO 13006), relata que todo material de construção está sujeito a alterações dimensionais e todo processo para uso desses materiais tem que acomodar a deformação prevista. “No caso das placas cerâmicas, as juntas e a adesividade da argamassa acomodam a EPU da cerâmica e não ao contrário a EPU precisar se acomodar às deficiências de juntas e adesividade.”

Importante também registrar que se a peça for colocada em locais com umidade e que recebem a ação direta do sol é muito importante que o índice de absorção de água da peça seja baixo, para que ela seja menos suscetível a expansão.

Esse é um problema bastante grave em fachadas e segundo, o Comitê de Estudos de EPU da Anfacer/CCB (2012), dentro do sistema de revestimento, considerado como base (chapisco, emboço, argamassa adesiva e as placas), estas últimas representam a parte que efetivamente apresenta maiores problemas de deslocamentos e/ou quedas.

Em relação ao conjunto, segundo o comitê, as placas são os componentes mais estáveis e com menor número de variáveis a serem controladas. Se a placa cerâmica sofrer uma expansão por umidade (EPU) de 0,6 mm/m (limite recomendado na NBR 13818/1997), normalmente 20 a 30% dessa expansão ocorrerá na primeira semana de saída do forno sendo que o aumento restante, se existir, ocorrerá paulatinamente ao longo de 40 meses ou mais.

Em contrapartida, choques térmicos na fachada possuem a mesma ordem de grandeza da EPU teórica e ocorrem, rapidamente, dezenas de vezes em apenas um mês, contribuindo sensivelmente para a fadiga do conjunto. Além disso, a umidade que, teoricamente causa a EPU, provoca também a dilatação higroscópica do emboço, só que este valor está próximo de 1 mm/m e pode ser cíclico e rápido em casos de secagem/umedecimento.

Inúmeros trabalhos internacionais a respeito de EPU, inclusive do CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), um dos mais respeitados institutos de pesquisa em cerâmica no mundo, concluem claramente que a EPU é uma incógnita mundial e sua determinação é muito influenciada pela agressividade do próprio ensaio.

O comitê salienta, ainda, em seus trabalhos que afirmações categóricas de EPU como único agente causador de destacamento são completamente descabidas, unilaterais e desprovidas de embasamento técnico.

Segundo posicionamento o Engenheiro Mauricio Bianchi, membro do comitê de tecnologia do Sinduscon –SP (2012), fica claro que “embora contrate empresas especializadas, em execução de fachadas, cerâmicas homologadas pelos fabricantes, adquira argamassa colante indicada para a aplicação em fachada e em cinco ou dez anos os problemas aparecem. Como provar quem errou?”, questiona.

4.2.6 Resistência ao choque térmico

Conforme definição do Núcleo de Pesquisa em Construção da UFSC (1999), é a característica que indica se a placa cerâmica, o revestimento cerâmico é capaz de resistir às variações bruscas de temperatura sem apresentar danos. Atualmente o produto mais resistente do mercado, com referência ao choque térmico, é o Porcelanato Natural.

Segundo Portaria INMETRO nº 412 (2014) e ABNT NBR 13818 – Anexo L, o ensaio será realizado apenas quando o fabricante declarar o valor do requisito como sendo maior ou igual a 0,4.

4.2.7 Resistência ao gretamento

Conforme informações do INMETRO (1998) o termo gretagem refere-se às fissuras muito finas, como um fio de cabelo sobre a superfície esmaltada, provocadas pela diferença de dilatação entre o biscoito e a camada de esmalte. Tal fato acontece devido ao desacordo de dilatação entre ambas devido a queima não ser perfeita, surgindo com o decorrer do tempo essas fissuras na superfície do esmalte.

Conforme Manual Técnico da Itagres (2012), “o formato dessas fissuras é geralmente circular, espiral ou como uma teia de aranha (Figuras 4.6 e 4.7). A tendência à gretagem é medida em laboratório, submetendo o revestimento cerâmico a uma pressão de vapor a 5 ATM (Atmosferas) por um período de duas horas. Este processo acelerado reproduz a EPU (Expansão Por umidade) que o revestimento sofrerá ao longo dos anos, depois de aplicado. A EPU é o maior responsável pelo aparecimento de gretagem em revestimentos cerâmicos após o seu assentamento, pois provoca o aumento do corpo cerâmico e aparecimento de tensões na camada de esmalte (NBR 13818-F).”

Importante registrar que o aparecimento dessas pequenas trincas não causa nenhum problema de assentamento, como descolamentos, trincas estruturais etc., apenas altera o efeito estético das peças.

A resistência ao gretamento é característica exigida para todas as placas cerâmicas e garantida para produtos com certificação CCB/ Inmetro.

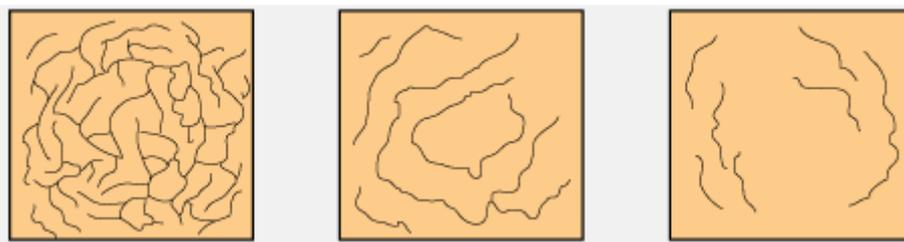


Figura 4.6 –Esquema de Gretamento – Fonte: NBR 13818 (2014)



Figura 4.7 – Amostra de Cerâmica com Gretamento – Fonte: Revista Cerâmica (2008)

4.2.8 – Resistência ao risco

Conforme Rebelo (2010) essa resistência indica a dureza de um esmalte cerâmico. A resistência ao risco (dureza Mohs) é uma característica ainda sem normalização no Brasil, mas de grande importância na especificação. Conforme publicação do Piso Térmico (2014) a resistência a risco Mohs é a escala que mede a resistência de minerais. Portanto, para que um revestimento não seja riscado por materiais presentes no ambiente externo, seu esmalte deve ter uma dureza superior a estes materiais. Esta característica é muito importante para ambientes que tenham contato com o ambiente externo.

É importante frisar que todos os pisos riscam em proporções diferentes. Pisos brilhantes têm baixa resistência ao risco, logo riscam com mais facilidade que pisos rústicos mais resistentes neste aspecto. Assim, em áreas externas e entradas, pisos rústicos são mais recomendados.

Os revestimentos lisos e brilhantes são mais indicados para áreas internas, quando a sujeira do sapato já foi deixada para trás. Se especificar pisos brilhantes para entradas deve-se ter o cuidado de colocar capachos nas entradas, para reter a sujeira dos sapatos.

Conforme publicação do manual da Itagres (2012), esse índice serve para alertar primeiramente ao cuidado que se deve ter durante o projeto na especificação correta do piso à ser utilizado e, após a instalação do mesmo principalmente na sua proteção adequada, devido aos dois principais itens que causam danos a superfície dos mesmos nas obras: a areia e o quartzo que estão presentes em varias fases da obra.

Assim sendo, e em função dessas características os pisos lisos e brilhantes são desaconselhados para uso em casas de praia ou em regiões onde a presença da areia é constante, pois a probabilidade do mesmo estar riscado em pouco tempo é grande, mesmo que o piso apresente um PEI mais elevado.

Conforme Maranhão e Barros (2006) do DECC a Escola Politécnica da USP, tipos de revestimento que tenham quartzo na sua constituição, como alguns tipos de Granito, que possuem não só o Quartzo (de dureza 7) como feldspatos (dureza 6), possuem um maior Índice de Resistência ao Risco, pois esses minerais estão na parte superior da Tabela de Mohs. Sendo assim, Granitos não são riscados facilmente por canivetes, pregos etc. como os mármorees.

No caso dos mármorees, que são rochas de origem sedimentar, com pouco ou sem nenhum teor de quartzo, a dureza (resistência ao risco) é sensivelmente menor, pois a calcita e a dolomita que dominam sua composição apresentam dureza na escala mohs entre 3 e 4, causando assim, maior desgaste.

A tabela 4.12 apresenta a tabela de Mohs, que retrata em ordem crescente, de dureza.

Tabela 4.12 – Tabela de Mohs - Fonte: Menegazzo (2001)

Dureza	Mineral
1	Talco (pode ser arranhado facilmente com a unha)
2	Gipsita (ou gesso) (pode ser arranhado com a unha com um pouco mais de dificuldade)
3	Calcita (pode ser arranhado com uma moeda de cobre)
4	Fluorita (pode ser arranhada com uma faca de cozinha)
5	Apatita (pode ser arranhada dificilmente com uma faca de cozinha)
6	Feldspato / ortoclásio (pode ser arranhado com uma liga de aço)
7	Quartzo (capaz de arranhar o vidro. Ex: ametista)
8	Topázio (capaz de arranhar o quartzo)
9	Corindon (capaz de arranhar o topázio. Ex: safira e rubi)
10	Diamante (mineral mais duro que existe, pode arranhar qualquer outro e é arranhado apenas por outro diamante.)

4.2.9 Resistência ao escorregamento

Quanto mais áspero e rugoso o piso for, maior será a resistência ao escorregamento e maior o seu coeficiente de atrito.

Os revestimentos cerâmicos com superfície brilhante apresentam um bom desempenho em relação ao escorregamento enquanto estão secos, mas, quando são molhados ou apresentam sujeira na superfície tornam-se extremamente escorregadios.

Muitas quedas nas residências acontecem na transição entre ambientes que possuem peças com diferentes tipos de revestimento, em escadas molhadas ou em locais onde está chovendo. Segundo Franco (2008) esse fator é importante e devemos estar atento para o Índice de Resistência ao Escorregamento, conhecido como COF (Coeficiente de Atrito) que é a resistência que mede a quantidade de atrito que se fará em presença de água, óleo ou substâncias escorregadias.

A preocupação com o Índice de Resistência ao Escorregamento deve aumentar na proporção que a área a que se destina, irão circular crianças e pessoas da terceira idade.

Para área externa, ou seja, de circulação propriamente dita, indicam-se produtos que apresentem características técnicas importantes como o coeficiente de atrito

(Tabela 4.13) adequado para estes locais. Eles são classificados como Classe II (Coeficiente de atrito maior que 0,40), ou seja, especificados para uso em áreas externas molhadas planas.

Os revestimentos resistentes ao escorregamento costumam ser os mesmos que se utiliza como barreiras de proteção, de alta dureza Mohs, para limpar os sapatos e proteger as entradas contra carga abrasiva (areia). Indica-se o uso de produtos com maior dureza Mohs nos acessos externos e áreas de maior circulação; e os produtos com brilho, protegido por granilhas no lado interno das entradas.

Tabela 4.13 Tabela de Coeficiente de Atrito – Fonte: Revista Mundo Cerâmico (1999)

Valor	Indicações	Características Básicas das Superfícies
$\leq 0,4$	Desaconselhável para áreas externas	Brilhante e Lisa
0,4 a 0,7	Para áreas externas em nível	Granilhada, Esmaltada acetinada não lisa, Esmaltada fosca e não lisa; esmaltada rústica
$\geq 0,7$	Para áreas externas em acive ou declive	Rústica não esmaltada; Esmaltada especial

4.2.10 Resistência ao gelo

A resistência ao gelo é importante para a escolha de revestimentos em lugares onde o clima esteja sujeito a baixas temperaturas. É uma característica a que depende da absorção de água da peça, ou seja, quanto mais baixa a absorção de água pela Cerâmica, melhor será a resistência ao gelo.

A água que penetra na cerâmica, ao congelar, aumenta o volume, danificando a placa. É uma característica que depende praticamente da baixa absorção d'água e, conseqüentemente, da baixa porosidade, exemplos como câmaras frigoríficas além de regiões excessivamente frias (neve). Segundo a revista Dal Fabbro (2016), o Porcelanato e o Porcelanato Rústico são considerados anti-gelívolos.

4.2.11 Resistência ao Manchamento

De acordo com Menegazzo (2001) no caso do Manchamento, esta característica está relacionada com a facilidade de limpeza de um revestimento cerâmico e depende do tipo de esmalte utilizado (Tabela 4.14). A Norma NBR 13.817/1997, baseada na ISO 13.006/1995, classifica os revestimentos cerâmicos de acordo com a sua facilidade de limpeza.

Esta característica é muito importante para ambientes domésticos, hospitalares e industriais, onde a facilidade de limpeza e a higiene são as necessidades. Além disso, a estética não pode ser esquecida, pois um revestimento manchado altera a harmonia do ambiente.

Tabela 4.14 – Classes de Manchamento - Fonte: Menegazzo (2001)

Classe	Pode ser Limpo com:
5	Água quente
4	Detergente comum* mais água
3	Detergente fortes** mais água
2	Produtos especiais
1	Não é possível Limpar

*. pH entre 6,5 e 7,5

** pH entre 9,0 e 10,0.

4.2.12 Resistência ao ataque químico

No dia-a-dia, os produtos cerâmicos estão em contato com os mais variados produtos químicos, como produtos de limpeza e outros. Por isso, eles devem ter resistência contra a ação destes reagentes. Segundo publicação Dal Fabbro (2016) a resistência ao ataque químico está diretamente ligada à composição dos esmaltes, à temperatura e ao tempo de queima no forno. Os revestimentos cerâmicos para uso residencial e comercial apresentam resistência ao ataque químico de ácidos e base com baixa

concentração.

A Norma NBR 13.817/1997, baseada na ISO 13.006/1995, classifica os revestimentos nas seguintes classes de resistência ao ataque químico.

A Tabela 4.15 apresenta a classificação das Cerâmicas segundo a Resistência ao Ataque Químico:

Tabela 4.15 – Resistência ao Ataque Químico - Fonte: Anfacer (2012)

Classe	Resistência ao Ataque Químico
A	Resistência química alta
B	Resistência química média
C	Resistência química baixa

Com relação as pedras naturais, as mesmas podem reagir de forma diferente às agressões que ocorrem na sua instalação e também em contato com produtos corriqueiros. Pedras naturais calcárias como o mármore, o travertino e o limestone são especialmente sensíveis aos ataques dos ácidos – como vinho e refrigerantes. O uso de impermeabilizantes especiais torna as pedras mais resistentes.

Os resultados desses ensaios permitem alocar o produto em classes de resistência para cada agente manchante ou para cada produto químico especificado na Norma.

As tabelas 4.16 e 4.17, mostram as características que devem ser obedecidas para especificação/aquisição de revestimentos em áreas Residenciais e Comerciais, respectivamente:

Tabela 4.16 – Características para Cerâmicas em Ambiente Residencial – Fonte: Guia para Revestimentos cerâmicos (2012)

Uso residencial	Especificações Recomendadas	
Cozinhas, Copas	Resistência à manchas: a mais alta	ISO-5
	Resistência à manchas após abrasão	PEI-5
	Pias: isento de chumbo	s/Pb
Banheiros	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 3
	Rejuntas para chuveiros	impermeáveis
Salas	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 3
Quartos	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 1
Escadas	Coeficiente de atrito	≥ 0,4
Varandas	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 4
Garagens	Resistência à carga de ruptura elevada	≥ 1000N
	Resistência à abrasão	PEI 5
	Resistência à manchas (óleo de carros)	ISO-5
	Resistência ao risco (casas de praia)	Mohs > 7
Quintais	Com carro: Resistência à carga de Ruptura elevada	≥ 1000N
	Sem carro	≥ 800N
	Região fria: resistência ao gelo	100 ciclos
Casas de praia	Resistência ao risco (também disponível o ensaio de esclerômetro)	Mohs > 7

Tabela 4.17 – Características para Cerâmicas em Ambiente Comercial – Fonte: Guia para Revestimentos cerâmicos (2012)

Uso visado: pavimentos comerciais	Especificações Recomendadas	
Lojas internas (boutique)	Sem portas para o exterior	PEI ≥ 4
Lojas externas	Com portas para o exterior (p. ex. lanchonetes). Resistência à abrasão superficial	PEI-5
Shoppings (acessos)	Usar não esmaltados ou, porcelanato não polido. Resistência à abrasão profunda.	< 175 mm ³
Shoppings (áreas principais internas)	Esmaltados: resistência à abrasão superficial	PEI 5
Trilhas de circulação	Resistência à manchas após abrasão. Ensaio com pó xadrez	PEI 5
Escadas, Rampas	Resistência a manchas: a mais alta	ISO 5
	Resistência à abrasão superficial	PEI 5
	Resistência à carga de ruptura	≥ 1000 N
	Coeficiente de atrito	≥ 0,4
Postos de Gasolina	Carga Elevada	1100N
	Classe de limpabilidade elevada	ISO 5
	Resistência à manchas após abrasão	PEI-5
Bancos,	Esmaltados	PEI-5

Restaurantes	Não-Esmaltados	< 175mm ³
Áreas públicas críticas: metrô, rodoviárias	Movimento de público de centenas a milhões de pessoas por dia: usar porcelanato não polido, pedra natural ou borracha	Especificar espessura plena
Fast Food, padarias	Usar porcelanato não polido ou, esmaltados com 1mm de espessura no esmalte	< 175mm ³ ou PEI-5

4.3 Propriedades geométricas e visuais do porcelanato técnico e esmaltado

A tabela 4.18 representa as propriedades geométricas e visuais do Porcelanato.

Tabela 4.18 – Propriedades geométricas e visuais do porcelanato - Fonte: PINI (2012)

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS E VISUAIS	UN	ÁREA DA PLACA (CM ²)							
		50 CM ² < ÁREA DO PRODUTO ≤ 2.500 CM ²				ÁREA DO PRODUTO >2.500 CM ²			
		T		E		T		E	
		R	NR	R	NR	R	NR	R	NR
		P/N	N			P/N	N		
Desvio de r ¹ em relação a W*		± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6	± 0,6
Desvio de r ¹ em relação a R ²		± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2
Espessura ³ : Desvio de e em relação a e _w		± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Retitude dos lados ⁴		± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,2
Ortogonalidade ⁴	%	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4	± 0,2	± 0,4
Curvatura Central		- 0,15/ +0,2	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,08/ +0,1	- 0,08/ +0,1	± 0,12	± 0,12
Curvatura Lateral		- 0,15/ +0,2	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,08/ +0,1	- 0,08/ +0,1	± 0,12	± 0,12
Empeno		+0,2	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,2/+ 0,3	- 0,08/ +0,1	- 0,08/ +0,1	± 0,12	± 0,12
Aspecto Superficial		≥ 95%							

T=Técnico, E=esmaltado, R=retificado, Nr=não retificado, P=polido, N=natural

- 1) Média dos dois lados (formatos retangulares) ou quatro lados (formatos quadrados)
- 2) Média de 20 lados (formatos retangulares) ou 40 lados (formatos quadrados)
- 3) Espessura de fabricação e_w especificada pelo fabricante
- 4) Não aplicável em peças que tenham curva
- 5) Pintas coloridas com fins decorativos não são consideradas como defeito. Diferenças de tonalidade são avaliadas conforme a NBR 13818:1997 e acordada entre as partes. Pequenas variações de cor são inevitáveis devido ao processo de queima. *W = Dimensão de fabricação

4.3.1 Determinação da retitude lateral, da ortogonalidade, da curvatura, do empeno e das dimensões

A determinação da retitude lateral, da ortogonalidade, da curvatura, do empeno e das dimensões foram realizadas em um equipamento dataplucômetro da marca Gabbrielli (Figura 4.8).

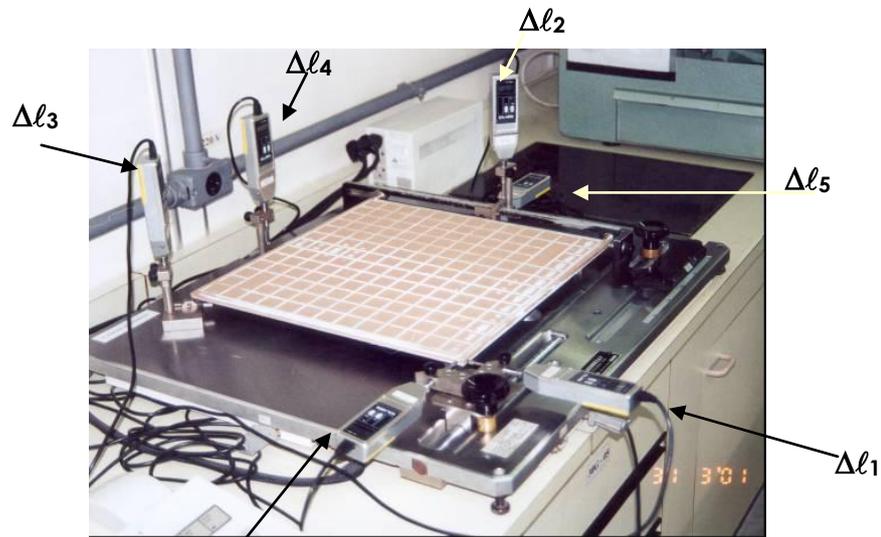


Figura 4.8: Dataplucômetro utilizado para avaliação das características dimensionais dos porcelanatos e granitos – Fonte: Menegazzo (2001)

A Figura 4.9 apresenta as deformações à que a peça pode ser submetida.

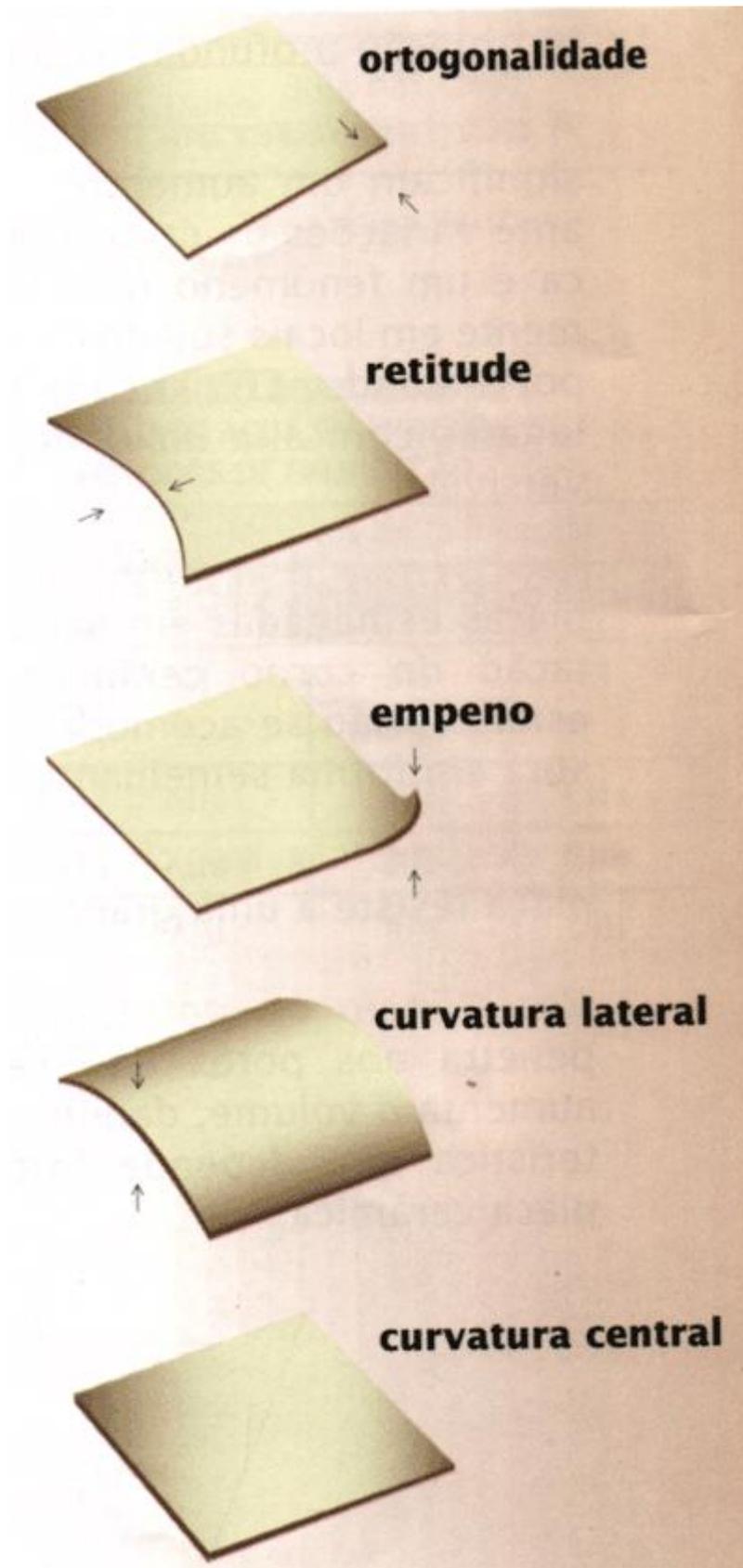


Figura 4.9 – Representação das retitudes laterais , da ortogonalidade, da curvatura, do empeno e das dimensões – Fonte: Revista Mundo Cerâmico (2010)

Conforme (Menegazzo 2001:146-149) “para a caracterização dimensional foram utilizadas dez placas inteiras como corpos-de-prova. Inicialmente foi colocada uma placa de mesma dimensão padrão, onde foram realizadas as medidas com os relógios comparadores. A seguir foram colocadas as amostras e realizadas as medidas onde são obtidas as variações comparativas :

- o relógio comparador Δl indica a variação dimensional do comprimento ou da largura;
- o relógio comparador Δl_1 indica a variação da ortogonalidade dos lados (Figura 4.10);
- o relógio comparador Δl_2 indica a variação do empeno (Figura 4.11);
- o relógio comparador Δl_3 indica a variação da curvatura central (Figura 4.12);
- o relógio comparador Δl_4 indica a variação da curvatura lateral (Figura 4.13);
- o relógio comparador Δl_5 , indicará a variação da retitude dos lados (Figura 4.14).

A determinação da espessura foi realizada da seguinte forma:

Para placas de superfície regular, traçou-se a diagonal entre os cantos e mediu-se a maior espessura (incluindo-se a muratura) em cada um dos quatro segmentos.

A espessura média de cada placa foi a média das quatro medidas efetuadas, sendo que a espessura média da amostra foi a média das quarenta medidas realizadas nas dez placas que compõem os corpos-de-prova.

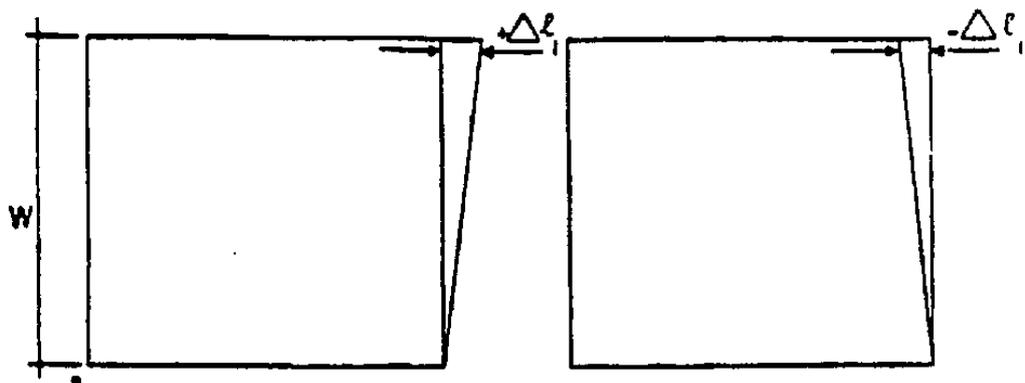


Figura 4.10: Medida da ortogonalidade dos lados – Fonte: Menegazzo (2001).

Cálculo da Ortogonalidade :

$$\frac{\Delta l_1}{W(\text{do lado correspondente})} \times 100$$

onde W é o tamanho de fabricação do produto.

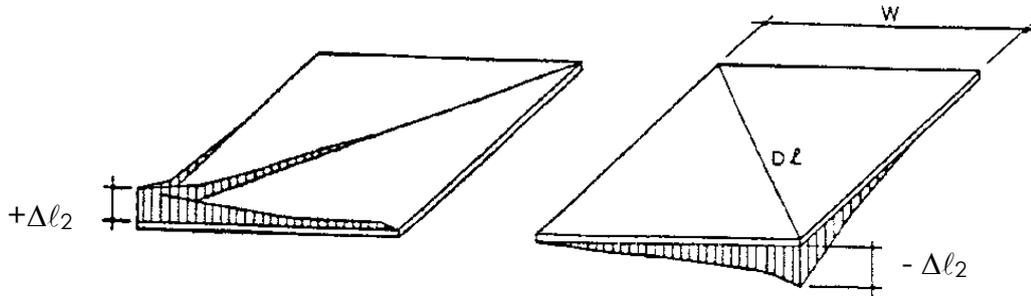


Figura 4.11 – Desvio de empeno – Fonte: Menegazzo (2001)

Cálculo do desvio percentual do empeno:

$$\frac{\Delta l_2}{D_e}$$

onde D_e = diagonal da peça, sendo que:

Para peças quadradas:

$$D_e = \sqrt{w_c^2 + w_l^2}$$

Para peças retangulares:

$$D_e = w \times \sqrt{2}$$

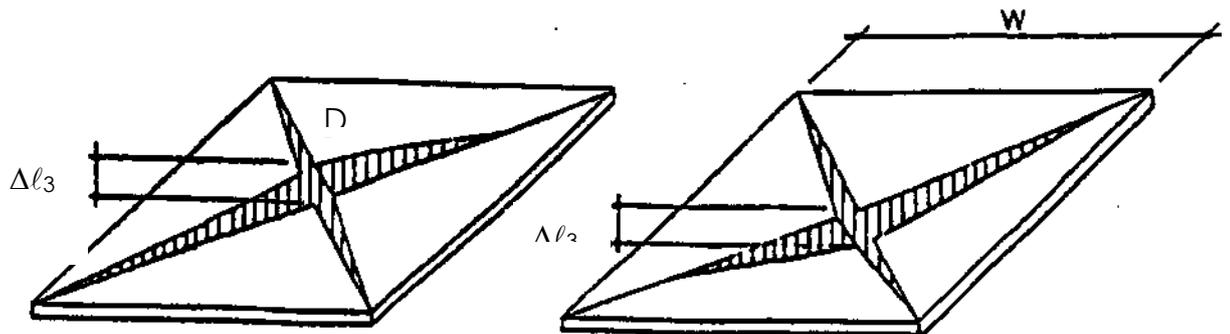


Figura 4.12 – Variação da curvatura central – Fonte: Menegazzo (2001)

Cálculo do desvio percentual da curvatura central:

$$\frac{\Delta l_3}{D_e} \times 100$$

onde D_e = Diagonal da peça.

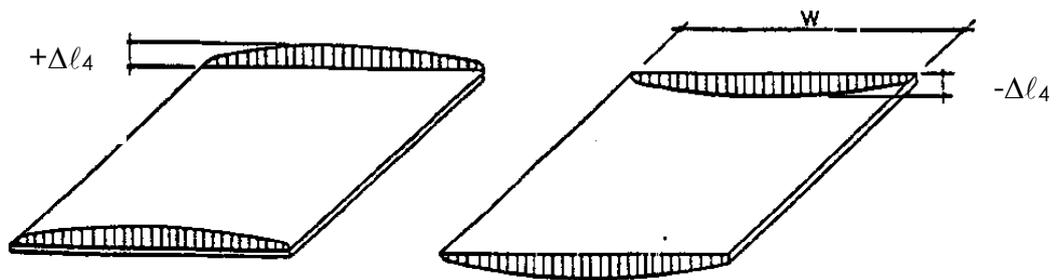


Figura 4.13 –Variação da curvatura lateral – Fonte: Menegazzo (2001)

Cálculo da curvatura lateral:

$$\frac{\Delta l_4}{w(\text{do lado correspondente})} \times 100$$

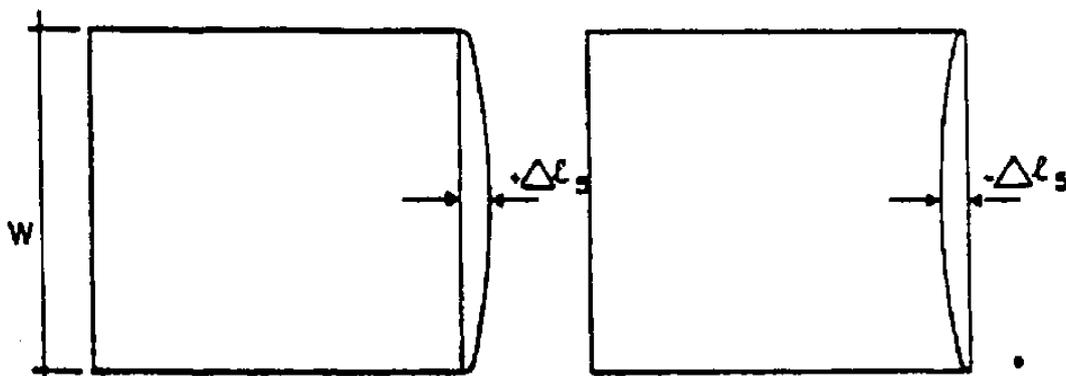


Figura 4.14: Medida do desvio percentual da retitude dos lados – Fonte: Menegazzo (2001) .

Cálculo da Retitude Lateral :

$$\frac{\Delta l_5}{W(\text{do lado correspondente})} \times 100 \quad \text{“}$$

4.4 Assentamento de porcelanatos e granitos

4.4.1 Porcelanato

Aplicação de Porcelanatos

Era pratica nos canteiros de obras, a utilização de duas formas de assentamento de revestimentos cerâmicos. Em paredes (já emboçadas) ou em pisos (com contrapiso executado), a tradicional nata de cimento portland e água (em desuso atualmente), ou a mais usual nos dias de hoje, a argamassa colante industrializada.

Na forma mais tradicional se utilizava a aplicação dessa mesma argamassa como elemento agregador sobre emboço ou contrapiso. Deve-se sempre ter em mente que esse tipo de assentamento pode trazer vários problemas como: necessidade de hidratação previa das peças cerâmicas, que além do tempo desperdiçado, causava inúmeras perdas por quebras das peças, dosagens incorretas no preparo

da nata (dificuldade de se encontrar o “ponto ideal”), somadas ao pouco tempo útil reduzido para aplicação nas peças e ainda a dificuldade de colocação de argamassa de forma uniforme no tardo da peça de forma a evitar vazios indesejáveis. Tais problemas possibilitam o surgimento de pontos frágeis, que podem comprometer o resultado a curto/médio prazo.

A melhor e mais indicada estratégia para aplicação de cerâmicas nos dias atuais e que praticamente elimina a opção anterior (notadamente nos porcelanatos), é a utilização da argamassa colante, produto industrializado de fácil aplicação, dispensando a hidratação previa, reduzindo desperdício, apresentando qualidade e rapidez na aplicação das peças. Além disso, trata-se de produto normalizado, com controle de qualidade assegurado por empresas idôneas e permitindo assim uma melhor condição de execução.

Sua aplicação simples com instruções claras e objetivas dos fabricantes, em catálogos e nas próprias embalagens, fazem desse processo um sucesso absoluto.

Alguns cuidados têm que ser seguidos na aplicação da mesma, principalmente na distribuição sobre as superfícies a serem revestidas. Recomenda-se a utilização de desempenadeira denteada de aço, para espalhamento uniforme do substrato, ocorrendo primeiramente o espalhamento da argamassa com o lado liso da ferramenta e logo depois efetuam-se as ranhuras com o outro lado da mesma para formação dos cordões que servirão de apoio para aplicação das peças cerâmicas.

Esse processo de assentamento apresenta inúmeros benefícios em relação ao método convencional, principalmente no tempo e qualidade da aplicação pois além de trabalharmos com materiais preparados, controlados e testados pelos fabricantes e órgãos de controle, a redução do tempo de aplicação é um atrativo que não pode ser desprezado.

É preciso ter em mente que para uma aplicação dessas ter resultado favorável, alguns pré requisitos tem que ser respeitados tais como:

- As superfícies em que serão aplicadas tem que estar totalmente apumadas e niveladas (o limite máximo de ajustes não pode ultrapassar 5 mm) para reduzir o consumo da argamassa colante, viabilizando o processo.

- No caso de contrapisos de peças com drenagem, temos que se ter certeza absoluta de que os caimentos estão em conformidade com o projeto, e que não ocorrerão surpresas na aplicação.
- Em situações de pouca aderência como concretos polidos, áreas impermeabilizadas que possuam absorção de água muito baixa (-3%), deve-se utilizar argamassas próprias com alto teor de aderência. Para a aplicação dos porcelanatos já é possível contar com produtos desenvolvidos que garantam essa condição (presença de látex).
- Devemos nos certificar que a quantidade disponibilizada para a instalação é suficiente, sendo recomendável termos mais 10% para quebras e recortes.
- Só inicie o assentamento após ter curado o contrapiso. Siga as recomendações para assentamento de pisos da norma NBR 13753.
- O revestimento Grês Porcelanato não precisa ser previamente molhado, pois sua absorção de água é praticamente nula. Pelo mesmo motivo, requer a utilização de argamassa ACII de maior poder adesivo, indicada para pisos internos, externos e paredes internas. Para ambiente tipo sauna, piscinas e similares, usar argamassa AC III.
- Em caso de assentamento em fachadas, consultar a assistência técnica desta empresa para orientações, através do DISQUE EMPRESA (0800).
- Nos revestimentos Grês Porcelanato recomenda-se juntas mínimas de 2 mm.
- Para obter recortes perfeitos use cortadores manuais.
- Evite caminhar sobre o piso recém colocado. Cuide para que não fique oco por baixo.
- O rejuntamento só deverá ser feito 48 horas após o assentamento do piso. Recomenda-se o uso de rejuntas especiais para o Grês Porcelanato de cor similar ao produto escolhido. Recomendamos o uso de rejunte a base de epóxi ao invés de cimento. O rejunte a base de epóxi apresenta baixíssima absorção de água e está de acordo com os padrões de qualidade e estética do Grês Porcelanato. Para aplicação e limpeza do rejunte siga as recomendações do fabricante de argamassa de rejunte.

As placas de Porcelanatos quando aplicadas com argamassa colante não devem ser molhadas, pois as mesmas já possuem retentores de água.

As principais vantagens da aplicação de cerâmicas com argamassa colante, sobre o processo tradicional, são principalmente os seguintes:

- Elevada aderência – Garantida pelos controles à que são submetidas, permite uma maior segurança nesse quesito
- Tempo de ajuste relativamente alto - As argamassas industrializadas garantem tempo para ajustes e substituições que se façam necessárias pois possuem fácil manipulação.
- Possibilidade de aplicações em peças de grandes dimensões - Cuidados especiais devem ser tomadas com o assentamento de peças superiores a 30 x 30 cm. Nesses casos o frezamento da argacola deve ser efetuado tanto no contrapiso quanto no tardo da peça, formando 90º com adição de látex e camadas mais grossas.

A grande maioria das argamassas colantes possui base cimentícia e possuem em sua composição aditivos superplastificantes (com ou sem látex), fato que aumenta a adesividade em superfícies com pouca porosidades e proporcionando flexibilidade à argamassa em áreas úmidas. Essas condicionantes, de exposição a grandes variações de temperatura , atuarão com destaque a fachadas expostas ao sol.

A NBR 14081 classifica as argamassas colantes da seguinte forma:

AC-I (Interior) – Argamassa colante indicada para usos bem limitados como áreas interiores (pisos e paredes), com exceção de áreas especiais como piscinas e saunas.

AC-II (EXTERIOR) - De uso mais corriqueiro nas nossas obras, são indicadas para paredes e pisos externos, embora muitos construtores a utilizem para uso interno também.

AC- III (ALTA RESISTÊNCIA): Argamassa utilizada em locais onde se necessitam de alta tensão de cisalhamento, apresentando aderência superior a dos tipos AC-I e AC-II. Indicada para uso em porcelanatos em ambientes internos e em fachadas que durante o assentamento não estejam submetidas à insolação direta, em saunas, em piscinas e em ambientes similares.

AC-III-E (ESPECIAL): Argamassa que atende aos requisitos dos tipos I e II, com tempo em aberto estendido. Indicada para porcelanatos, granitos e fachadas que durante o assentamento estejam submetidas à insolação direta.

Execução de juntas

O rejunte é o material usado para preencher as juntas entre as placas cerâmicas. A Tabela 4.19, indica a espessura das juntas de acordo com as dimensões das peças. O material apropriado deve ser selecionado junto a escolha da argamassa colante e apresenta uma grande variedade de cores no mercado. Existem rejuntas rígida, a base de cimento (para áreas internas secas), rejuntas flexíveis com baixa permeabilidade a base de cimento mais látex (para pisos e paredes em áreas úmidas internas) e rejuntas com baixíssima permeabilidade e flexíveis a base de látex (para paredes internas) ou a base de epóxi (para pisos externos e em fachadas).

Tabela 4.19 Indicações de juntas de assentamento – Fonte: Guia para Revestimentos Cerâmicos (2012)

Tamanho da peça (cm)	Junta recomendada (mm)
05x05	3
10x10	3
15x15	3 a 5
20x20	3 a 5
25 x 25	3 a 5
30 x 30	5 a 7
40 x 40	6 a 8

O porcelanato pode ter até juntas de assentamento de 2 mm para ambientes internos e 5mm para ambientes externos. O rejunte epóxi é o mais recomendado. Alguns cuidados tem que ser observados para aplicação do porcelanato como por exemplo:

- Antes de iniciarmos a aplicação do porcelanato verificar se temos material suficiente para perdas com quebras e recortes. Recomenda-se 10% a mais da área quadrada.
- O uso de cortadores manuais gera acabamentos perfeitos

- Deve-se evitar o trânsito em pisos recém assentados, evitando danos em sua aplicação.
- O rejunte só deverá ocorrer após 48 h do assentamento do piso, sendo recomendado o uso de Rejunte a base Epóxi, com baixíssima absorção de água. É recomendado trabalhar pequenas áreas de cada vez, limpando e dando o acabamento final utilizando uma desempenadeira de borracha ou pistola de aplicação, possibilitando a limpeza antes do endurecimento completo do material. A limpeza deve ser realizada com água morna, após 30 minutos da aplicação.

4.4.2 – Aplicação de granito

Assentamento de pedras

Existem vários tipos assentamentos de rochas ornamentais, a mais usual com certeza, é a que utiliza argamassa para assentamento. No caso de pisos utilizar composição com consistência semi seca, as conhecidas “farofas”, qual seja, a consistência do mesmo (o traço ideal para sua aplicação é constituído de 400 kg de cimento para cada m³ de areia lavada) acaba sendo feita de forma artesanal, vide a dosagem de água, que acaba tendo controle muito mais pela experiência de quem prepara a mistura do que propriamente por algum preceito pré estabelecido.

Nas paredes, as mais comuns são argamassas mistas, produzidas à base de cimento, saibro (ou cal) e areia, com uma consistência plástica embora também sejam realizadas artesanalmente. Ambos os tipos de argamassa são aplicadas (pisos e paredes) em camada única, normalmente sendo adequadas quando se utiliza a técnica de assentamento grande espessura. (maior que 20 mm)

As rochas ornamentais têm como características relevantes a porosidade, a capacidade de absorção d'água e a presença eventual de substâncias reativas ou alteráveis em presença de água. Essas propriedades devem ser consideradas, pois elas justificam o isolamento das placas de rocha, em relação ao solo ou outros fatores geradores de umidade.

A argamassa de assentamento pode ser responsável pelo surgimento de diversos problemas patológicos, dentre os quais os mais importantes são: os destacamentos e os manchamentos. Os destacamentos decorrem de uma ineficiente aderência entre a argamassa de assentamento e a placa de rocha ou o substrato. Os manchamentos decorrem "... da utilização de materiais inadequados para o assentamento de determinados tipos rochosos resultam os manchamentos que, em geral, traduzem-se na forma de áreas de coloração amarela ou esverdeada, irregulares ou não, dispersas nas rochas" (Frasca; Quintete 1999, p.1372).

Maranhão (2002) ao investigar a influência do tipo de argamassa de assentamento no surgimento de manchas de umidade, constatou que as do tipo colante reduz em até 65% o tempo necessário para o seu desaparecimento, quando comparadas com as do tipo "farofa" e mistas.

O tipo de manchamento mais comum é devido a umidade existente na própria argamassa de assentamento que provoca alterações cromáticas, não uniformes, nas superfícies das rochas e, dependendo das condições atmosféricas, demanda um longo período para o retorno à coloração.

Maranhão e Barros (2005) ao investigarem a resistência de aderência de diferentes argamassas utilizadas para o assentamento de mármore e granitos, constatou que nas do tipo "farofa" a proporção cimento:areia e a pulverização de cimento, anteriormente às atividades de assentamento, exercem grande influência na resistência de aderência, concluindo que apenas naquelas em que há pulverização de cimento e onde o teor de cimento é superior a 25% a resistência de aderência mostra-se satisfatória.

Nos dias atuais, a tendência do mercado é pela utilização de argamassas colantes para o assentamento de placas de rocha em revestimentos horizontais e verticais. Importante frisar que essa argamassa é empregada quando se utiliza uma etapa de regularização da base, por meio de contrapiso ou emboço, e apresenta uma espessura inferior a 10mm. .

Nas argamassas colantes, por sua vez, os resultados apresentam resultados satisfatórios apenas quando se utiliza o ACIII .

Juntas

As juntas constituem os espaços entre as placas rochosas. As denominações utilizadas no mercado incluem os termos: junta seca (para espessuras inferiores a 0,5 mm), junta fina (para espessuras entre 0,5 mm e 3,0 mm) e junta larga (para espessuras maiores que 3,0 mm). Destinam-se a permitir acomodações provocadas por dilatação térmica e deformações estruturais da rocha no ambiente. Promovem um alinhamento entre as peças e proporcionam acabamento estético, realçando a beleza das rochas.

Para execução das juntas, recomenda-se os seguintes cuidados:

- As superfícies que fazem a interface entre a borda dos pisos e a parede próxima deverão distar de 5 a 10 mm, e seu acabamento deverá ser feito pelo rodapé;
- O dimensionamento das juntas depende do ambiente de aplicação, bem como das características físicas do material, especificamente do coeficiente de dilatação térmica linear apresentado pela rocha.

Rejuntas

Diversos tipos de rejuntas são utilizados nos revestimentos de placas de rocha, podendo-se citar: as pastas e argamassas de cimento produzidas no próprio canteiro obras, as argamassas industrializadas e aditivadas com produtos poliméricos, as resinas epóxi e os mastiques.

Desses, o mais comumente encontrado nos canterios-de-obras é a pasta de cimento branco aditivada com corante, com uma consistência fluida capaz de preencher juntas com espessura inferior a 1,0mm.

O principal problema causado pelo rejuntamento é o manchamento, tanto aquele decorrente da absorção d'água como das eflorescências e está associado à presença de água, seja pela existência de fissuras entre as placas de rocha e o rejunte, pelas fissuras e pontos de descolamento existentes no próprio corpo do rejunte, ou pelas próprias propriedades da argamassa de rejunte.

Os manchamentos decorrentes da absorção d'água, normalmente estão ligados às propriedades do rejunte como elevada absorção por capilaridade e porosidade, característicos dos produtos à base de cimento não aditivados com polímeros.

Já nas eflorescências, o fator que influencia de maneira mais significativa é, certamente, a presença de fissuras e pontos de descolamento do rejuntamento,

visto que este tipo de problema necessita de maior quantidade de água para dissolver sais existentes nas demais camadas. Esses problemas, em geral, estão associada a um dos seguintes fatores:

- 1) Espessura de juntas entre placas muito reduzidas dificultando o preenchimento das juntas;
- 2) Má aderência entre a placa de rocha e o rejunte, como consequência da utilização de produtos inadequados ou da falta de limpeza das juntas anteriormente ao início do rejuntamento;
- 3) Retração por secagem, em decorrência do excesso de água de amassamento e de inadequadas condições de cura.

Atualmente observa-se que o rejuntamento mais recomendado para utilização em rochas ornamentais (principalmente em fachadas) são os selantes elastoméricos (ex.: mástiques à base de poliuretano ou silicones), devido a seu maior poder de acomodação de tensões que os rejuntamentos cimentícios, bem como pelo seu poder de vedação, o que atua favoravelmente no sentido de evitar problemas tais como eflorescências e infiltrações.

5. RESULTADOS

Para checagem e embasamento de avaliação, foi feita uma comparação final de custos entre o porcelanato e o granito assentes sobre contrapiso cimentado com adição de ACIII, utilizando as composições de custos da SBC – 2015:

Aplicação porcelanato piso:

Regularização de Piso Argamassa 1:3- Cimento/Areia (M ²)				
Descrição	Uni	Preço Unit (R\$)	Índice	Preço Total (R\$)
Cimento Portland CP III 32RS NBR 11578 (quilo)	Kg	0,40	13,0000	5,20
Areia Grossa Lavada	M ³	68,50	0,0800	5,48
Pedreiro	H	7,15	0,8760	6,26
Servente	H	5,20	1,3400	6,97
Leis Sociais (88,81%)		0,0	0,0000	11,75
Total :				35,66

Porcelanato 45x45 cm Eliane Extra Mozart Ice (M ²)				
Descrição	Uni	Preço Unit (R\$)	Índice	Preço Total (R\$)
Argamassa Pronta Colante para Porcelanato 4,5kg/m ²	Kg	1,45	4,5000	6,53
Argamassa Pronta para Rejuntamento Cerâmico (0,45kg/m ²)	Kg	3,00	0,4500	1,35
Porcelanato 45x45 cm Eliane Extra Mozart Ice	M ²	32,50	1,0500	34,13
Ladrilheiro	H	7,15	0,4500	3,22
Ajudante de Ladrilheiro	H	5,20	0,5000	2,60
Leis Sociais (88,81%)		0,0	0,0000	5,17
Total :				53,00

Então o custo para a aplicação de porcelanato em piso com utilização de argamassa ACIII é de R\$ 88,66/m² (oitenta e oito reais e sessenta e seis reais por m²).

Aplicação de granito piso

Regularização de Piso Argamassa 1:3- Cimento/Areia (M ²)				
Descrição	Uni	Preço Unit (R\$)	Índice	Preço Total (R\$)
Cimento Portland CP III 32RS NBR 11578 (quilo)	Kg	0,40	13,0000	5,20
Areia Grossa Lavada	M ³	68,50	0,0800	5,48
Pedreiro	H	7,15	0,8760	6,26
Servente	H	5,20	1,3400	6,97
Leis Sociais (88,81%)		0,0	0,0000	11,75
Total :				35,66

Granito Cinza Andorinha (M ²)				
Descrição	Uni	Preço Unit (R\$)	Índice	Preço Total (R\$)
Argamassa Pronta Ferma Quartzolit para Granitos 4kg/m ²	Kg	3,00	4,0000	12,00
Granito Cinza Andorinha 2cm	M ²	150,00	1,0500	157,50
Marmorista	H	7,15	1,6000	11,44
Ajudante de Marmorista	H	5,20	1,8000	9,36
Leis Sociais (88,81%)		0,0	0,0000	18,47
Total :				208,77

O custo para aplicação do granito cinza andorinha (o mais tradicional e barato) em piso com utilização de argamassa ACIII é de R\$ 244,43/m²

Qual seja o Porcelanato (R\$ 88,66/m²), além das vantagens elencadas ao longo do trabalho, apresenta um custo bem inferior ao do Granito nas mesmas condições (R\$ 244,43/m²) com uma variação expressiva de 176% entre os mesmos serviços.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Depois de todas as análises feitas sobre as características físicas do porcelanato, e foram doze (Absorção de Água, Modulo de Resistência a Flexão, Abrasão, Dilatação térmica Linear, Expansão por umidade, Resistência ao Choque térmico, ao Gretamento, ao Risco, ao Escorregamento, ao Manchamento e ao Gelo) e ainda referendamos superficialmente as características geométricas (retitude lateral, da ortogonalidade, da curvatura, do empeno e das dimensões), fica a certeza de que o porcelanato apresenta algumas características que superam em muito o tradicional (e sempre elegante) granito.

O porcelanato além do custo bastante inferior, como foi verificado anteriormente, ainda possui resistência mecânica igual ou superior ao granito, resistência ao desgaste superior, melhor resistência ao manchamento, possui espessuras menores sendo mais leve e gerando maior produtividade, facilidade de limpeza e durabilidade , dentre outras.

Entretanto, a maior e mais importante vantagem das rochas ornamentais em relação ao porcelanato, ainda é sua incomparável e incontestável beleza estética, impossível de ser copiada integralmente num produto sintético, o que as levam a competir com destaque nesse mercado.

7. CONCLUSÃO

Diante dos estudos feitos, podemos dizer que a indústria ceramista cresce a cada dia e que é um setor muito dinâmico. O processo evolutivo das últimas décadas foi muito expressivo. Especificamente em relação ao produto porcelanato, que surgiu como alternativa as pedras ornamentais (produto tradicional no mercado de revestimentos), pode-se concluir que o mesmo em função do custo/benefício é o material ideal para uma grande maioria da população, pois associa qualidade, beleza, opções de decorações, variedade de tamanhos, facilidade de armazenamento e transporte e, principalmente, um custo bastante razoável e acessível a uma grande fatia de consumidores. Tais qualidades servem como grande atrativo. Mesmo as grandes empresas/construtoras encontraram no porcelanato a forma de sofisticar ambientes sem elevar demasiadamente os custos. Sem dúvida, hoje, o porcelanato é um material reconhecido e bastante aceito internacionalmente. As pedras ornamentais sempre terão seu espaço no mercado da construção civil, pois possuem qualidade e beleza indiscutíveis, mas atingem apenas uma parte seleta e tradicional do mercado devido, principalmente, aos seus preços elevados, restringindo o acesso da grande maioria dos consumidores.

8. BIBLIOGRAFIA

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO SETOR DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICO-
*Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral; Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral –
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do MME* Brasília,
2015. Disponível em:
<www.mme.gov.br/documents/10584/1865684/anuario_setor_transformacao_nao_metalicos_2014_base_2013.pdf> Acesso em: 12 dez.2015, 08:23:00

CAMPOS, R.R.; NICOLAU, J.A.; CÁRIO, S.A.F. *O cluster da indústria cerâmica de revestimento em Santa Catarina : Um caso de sistema local de inovação de edifícios.* : Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: < <https://http://www.ie.ufrj.br/redesist/P1/texto/NT29.PDF>> Acesso em: 10 dez. 2016, 15:22:00

CICHINELLI, G. *Patologias Cerâmicas – Fator Expansão por Umidade* Revista Técnica Edição 116 de Novembro de 2016, Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/116/artigo287385-2.aspx>> Acesso em: 06 jan.2016, 21:12:00.

DAL FABBRO – *Curiosidades sobre Revestimentos Cerâmicos* - Publicação de Empresa Distribuidora Ceramista – Capivari, São Paulo 2016. Disponível em <<http://dalfabbro.com.br/empresa.asp>> Acesso em 11 jan. 2016 as 20:02:54

FRANCO, A. L .C. *Revestimentos cerâmicos de fachada: composição, patologias e técnicas de aplicação.* Projeto do Curso de Especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2008 80 p. Disponível em:<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Ana%20L%20FAcia%20Costa%20Franco.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2015, 11:42:00

HECK, C. *Gres porcelanato* Eliane Revestimentos Cerâmicos, Características típicas do Gres Porcelanato, assim como breve descrição do processo utilizado para sua fabricação Santa Catarina 1996, Disponível em: <http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/V01N45_3pdf> Acesso em: 16 jan. 2015, 20 dez. 2015

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA INMETRO *Informações ao Consumidor Revestimentos Cerâmicos.* São Paulo,1998 . Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp> > Acesso em: 17 dez. 2015, 09:34:00.

ITAGRES - *Manual Técnico de Revestimentos Cerâmicos 2012*. Disponível em <<http://www.itagres.com.br/f/documentos/manual-tecnico.pdf>> Acesso em 22 dez.2015, 21:40:00

MARANHÃO, F.L. ; BARROS, M.M.S.B. de *Causas de patologia e recomendações para a produção de revestimentos aderentes com placas de rocha* Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.pcc.usp.br/fires/text/publications/BT_00421.pdf> Acesso em: 23 jan. 2016, 09:15:00.

MARANHÃO, F.L. *Patologias em revestimentos aderentes com placas de rocha* Tese de Mestrado em Engenharia Civil –Universidade de São Paulo USP 2002 134 p. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/pesquisador/68970/flavio-leal-maranhao> > Acesso em: 26 dez. 2015, 22:14:00

,Margarido, A *Estudo da influencia da Influencia do corte da usinagem a verde das propriedades mecânicas de cerâmicas sintetizadas nas cerâmicas* Projeto apresentado para qualificação em Mestre em Engenharia Mecânica da Universidade de São Carlos SP, São Carlos, 2011. 115 p. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/disponiveis/18/18146/tde-02042012-133133/publico/dissertação.pdf>> Acesso em 12 jan. 2016, 10:40:05

MENEGAZZO, A.P.M. *Estudo da correlação entre a microestrutura e as propriedades finais de revestimento cerâmicos do tipo grés porcelanato* Dissertação (Doutor em Ciências na área de Tecnologia Nuclear/Materiais) – Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares São Paulo 2001 251p. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Ana%20Paula%20Margarido%20Menegazzo_D.pdf> Acesso em 17 dez.2015 as 21:14:35

MENEGAZZO, A.P.M.; PASCHOAL J.O.A.; ANDRADE A.M. e outros, *Avaliação da Resistência Mecânica e Modulo de Weibull de produtos tipo Grés Porcelanato e Granitos*. Centro Cerâmico do Brasil - CCB, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, Alcoa alumínio S.A. - Divisão de Químicos, Escola Politécnica da USP – Departamento de Metalurgia e Metais São Paulo 2002. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2002/14164.pdf>> Acesso em 17 dez.2015 as 23:54:45

NUCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO DA UFSC *Características Físicas das Cerâmicas* - Publicação 1999 Disponível em <<http://www.npc.ufsc.br/gda/humberto/15.pdf>> Acesso em 16 jan.2015 as 22:15:54

PISO TERMICO – *Aspectos técnicos à serem considerados na escolha do tipo de revestimento de sua obra* - Publicação de empresa de Aquecimento de Pisos – Santo Ângelo, Rio Grande do Sul 2015. Disponível em <http://pisotermico.com.br> Acesso em 15 dez 2015 as 22:40:12

PRADO, U.S. do.; BRESSIANI, J.C. *Panorama da Indústria Cerâmica Brasileira na Última Década - LINING Representações e Comércio Ltda- Instituto de pesquisa Energéticas e Nucleares - São Paulo 2013.* Disponível em: <www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v18n1/v18n1a01.pdf> Acesso em: 12 dez. 2015, 15:22:00

REBELO, C. R. *Projeto e execução de revestimento cerâmico – Interno Projeto do Curso de Especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2010 55p.* Disponível em: <<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg2/60.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2015, 11:42:00