

Fabio Luis Nobre Lemos

Estudo da correlação entre a microestrutura e a
resistência às manchas de revestimentos cerâmicos
do tipo grés porcelanato

Dissertação apresentada ao departamento de
Engenharia de Materiais da Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo como trabalho
de conclusão de Curso.

São Paulo
2002

Fabio Luis Nobre Lemos

Estudo da correlação entre a microestrutura e a
resistência às manchas de revestimentos cerâmicos
do tipo grés porcelanato

Dissertação apresentada ao departamento de
Engenharia de Materiais da Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo como trabalho
de conclusão de Curso.

Orientador:

Professor Doutor
Douglas Gouvêa

São Paulo
2002

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Douglas Gouvêa pelo auxílio despendido na elaboração e na condução deste trabalho.

À Ana Paula M. Menegazzo pelo trabalho e pela dedicação ao projeto, pelo seu auxílio em todo o trabalho, e pelas suas orientações quando foram necessárias.

À FAPESP pelo financiamento do projeto e dos equipamentos utilizados neste trabalho.

À ALCOA e ao IPEN pela ajuda na execução das micrografias.

A minha Família que me incentivou sempre na realização deste trabalho e à Lilian B. P. que me apoiou na execução deste e esteve sempre presente tornando possível o termino de um processo, eu dedico este trabalho e desejo que possa sempre auxiliá-los da mesma forma.

RESUMO

A indústria brasileira de revestimentos cerâmicos ocupa uma posição de destaque no cenário nacional e internacional, sendo a quarta maior produtora e exportadora mundial. Dentre os diversos tipos de revestimentos cerâmicos produzidos internacionalmente, o grés porcelanato tem se destacado devido às suas características técnicas (resistência mecânica, química, ao gelo e à abrasão) e ao aspecto muito semelhante às pedras naturais. O produto grés porcelanato não esmaltado pode adicionalmente passar por uma etapa de polimento durante o processo de fabricação. É durante essa etapa que o material adquire o brilho que é uma característica estética almejada pelos consumidores. No polimento, alguns poros fechados que se encontram distribuídos no interior da peça são abertos para a superfície, ocasionando uma diminuição da resistência as manchas, e conseqüentemente, a deterioração da superfície durante o uso.

O objetivo deste trabalho é avaliar a correlação entre a microestrutura e a resistência as manchas de produtos grés porcelanatos, nacionais e importados, levando-se em consideração a porosidade do material, tipos de agentes manchantes e agentes potenciais de limpeza.

SUMÁRIO

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

1	Introdução.....	1
2	Revisão bibliográfica.....	4
3	Objetivos do trabalho.....	10
4	materiais e métodos.....	11
4.1	Amostras utilizadas no estudo.....	12
4.2	Ensaio de manchamento.....	13
4.2.1	Agentes manchantes da Norma NBR 13.818 – Anexo G.....	13
4.2.2	Agentes manchantes e de Limpeza não contidos na Norma NBR 13.818.....	15
4.3	medida da densidade real (Picnometria de Hélio).....	17
4.4	Avaliação da porosidade total e aberta.....	18
4.5	análise da superfície das peças manchadas.....	18
4.6	Microscopia eletrônica de varredura.....	19
5	Resultados Finais.....	20
5.1	Avaliação da resistência às manchas (norma NBR 13.818-anexo G).....	20
5.2	Avaliação da resistência às manchas frente a outros agentes.....	28
5.3	Avaliação da porosidade aberta , total e fechada.....	38
5.4	análise da superfície das peças manchadas.....	39
5.5	Comparação dos agentes de limpeza.....	46
5.6	Microscopia Eletrônica de varredura dos porcelanatos.....	48
6	Considerações finais.....	55
7	Referências bibliográficas.....	57
8	Anexo.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Principais produtores mundiais de revestimentos no ano de 1999 ³ .	1
Figura 1.2 Produção brasileira de revestimentos cerâmicos ³	2
Figura 2.1 Área de retenção de mancha em produtos queimados a 1180°C (1000µm), 1200°C (1000µm) e 1210°C (1000µm). ¹⁴	5
Figura 2.2 Área de poros na amostra e área nas quais a mancha permanece após a limpeza (1000µm). ¹⁴	6
Figura 2.3 Superfície dos produtos 2 e 3 após as fases de retífica em laboratório com discos abrasivos diamantados de (a) 60µm, (b) 22µm e (c) 14µm. ¹⁷	8
Figura 2.4 Microscopia eletrônica de varredura do produto antes e após o polimento industrial. ¹⁷	9
Figura 4.1 – Classificação quanto a limpabilidade (norma NBR 13.818 anexo G)....	15
Figura 5.1 Aspecto da superfície manchada em diferentes etapas de limpeza da amostra IPPAR.....	23
Figura 5.2: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos espanhóis.....	36
Figura 5.3: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos italianos	36
Figura 5.4: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos nacionais.....	37
Figura 5.5: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.....	40
Figura 5.6: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óxido de cromo e lavada em água quente.	40
Figura 5.7: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óleo de oliva e lavada em água quente.	41
Figura 5.8: Análise de imagens da amostra INBAR padrão (sem manchamento).	41
Figura 5.9: Análise de imagens da amostra IPBAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.....	42
Figura 5.10: Análise de imagens da amostra IPPAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.....	42

Figura 5.11: Análise de imagens da amostra NNGRAF padrão (sem manchamento).....	43
Figura 5.12: Análise de imagens da amostra NPBRAN manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.....	43
Figura 5.13: Análise de imagens da amostra da seção transversal da amostra NPBRAN.	44
Figura 5.14: Análise de imagens da amostra NPGRAF padrão (sem manchamento).....	44
Figura 5.15: Análise de imagens da amostra NPSAB manchada com tinta de caneta e lavada em água quente.	45
Figura 5.16: Microscopia eletrônica de varredura da amostra EPNEV, com aumento de 4000x e com o uso de elétrons retro-espalhados.....	49
Figura 5.17: Microscopia eletrônica de varredura da amostra IPPAR, com aumento de 1000x e com o uso de elétrons secundários.....	50
Figura 5.18: Microscopia eletrônica de varredura da amostra NPBRAN, com aumento de 2400x e com o uso de elétrons secundários.....	50
Figura 5.19: Microscopia eletrônica de varredura das amostras: (a) NPBRAN, (b) EPNEV e (c) IPPAR, todas com aumento de 2400x e com o uso de elétrons secundários.	51
Figura 5.20: Microscopia eletrônica de varredura das amostras (a)NNGRAF e (b)NPGRAF, com aumento de 200x e com o uso de elétrons secundários.....	52
Figura 5.21: Microscopia eletrônica de varredura das amostras (a)INBAR e (b)IPBAR, com aumento de 200x e com o uso de elétrons secundários.....	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Parâmetros de mecanização utilizados durante o polimento em escala laboratorial. ¹⁷	7
Tabela 4.1 Cronograma de execução.	12
Tabela 4.2 Porcelanatos utilizados neste estudo, conjuntamente com suas codificações e dimensões.	12
Tabela 5.1: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPGRAF.	20
Tabela 5.2: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NNGRAF.	21
Tabela 5.3: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPBRAN.	21
Tabela 5.4: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPSAB.	22
Tabela 5.5: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra IPPAR.	22
Tabela 5.6: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPBAR.	24
Tabela 5.7: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra INBAR.	24
Tabela 5.8: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPTEN.	25
Tabela 5.9: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPNEV.	26
Tabela 5.10: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra ENTRAT.	26
Tabela 5.11: Classes de limpabilidade de todas as amostras ensaiadas de acordo com a norma NBR 13.818 anexo G.	27
Tabela 5.12: Limpabilidade dos porcelanatos frente aos agentes manchantes não contidos na norma NBR 13.818 anexo G.	29

Tabela 5.13: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPSAB utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	30
Tabela 5.14: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPBRAN utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	30
Tabela 5.15: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPGRAF utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	31
Tabela 5.16: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NNGRAF utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	31
Tabela 5.17: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPBAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.....	32
Tabela 5.18: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra INBAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.....	32
Tabela 5.19: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPPAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.....	33
Tabela 5.20: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPNEV utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	34
Tabela 5.21: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPTEN utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.....	35
Tabela 5.22: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra ENTRAT utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.	35

Tabela 5.23: Classe de limpabilidade, utilizando-se os agentes de limpeza da norma NBR 13.818, dos porcelanatos frente a ação de diversos agentes manchantes.....	38
Tabela 5.24: Porosidade total, aberta e fechada dos porcelanatos em estudo.	39
Tabela 5.25: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra IPPAR.....	46
Tabela 5.26: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra NPBRAN.....	47
Tabela 5.27: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra EPNEV.	48
Tabela 8.1: Etapas de limpeza para agentes manchantes e de limpeza não contidos na norma NBR 13.818 anexo G	60

1 INTRODUÇÃO

As indústrias de revestimentos cerâmicos vêm sofrendo uma significativa evolução tecnológica, o que tem permitido uma expansão cada vez maior no emprego desses materiais em vários tipos de edificações¹.

A produção mundial de revestimentos cerâmicos apresenta uma concentração acentuada em cinco países: Itália, China, Espanha, Brasil e Turquia², os quais respondem por cerca de 60% desta produção (Figura 1.1). No ano de 1999, o Brasil atingiu uma produção de 428 milhões de m², e tem apresentado um crescimento médio de 8,5 % ao ano nos últimos três anos, conforme apresentado na Figura 1.2.

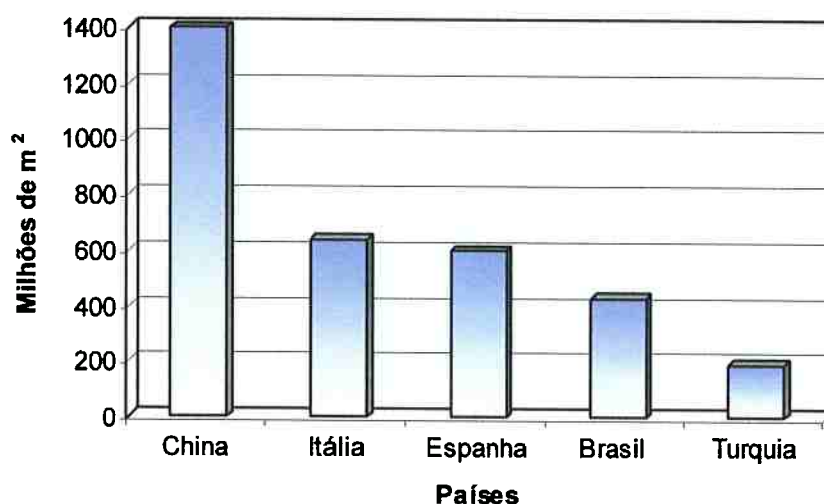


Figura 1.1 Principais produtores mundiais de revestimentos no ano de 1999³.

O Brasil desponta como o 4º produtor e exportador mundial, apesar do produto brasileiro possuir um valor médio (faturamento dividido pela produção) correspondente a 63% do produto espanhol, visto que esses países têm quase o mesmo nível de produção. Se o valor médio do produto brasileiro for comparado ao produto italiano, este percentual de preço diminui para 52%.⁴

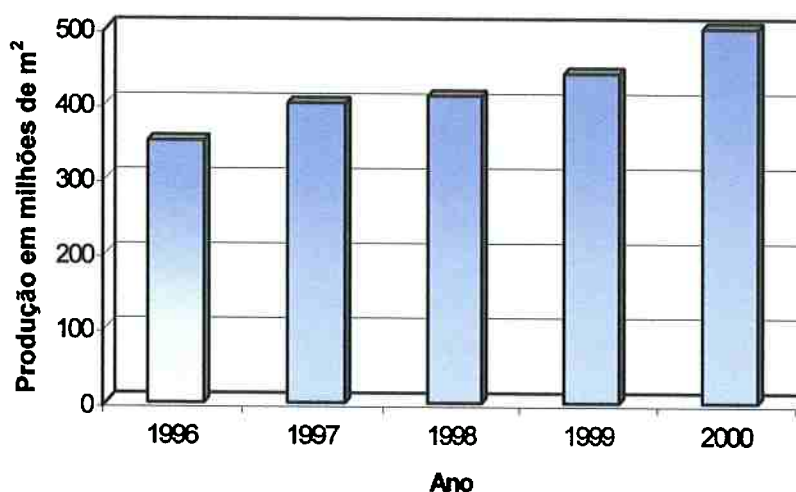


Figura 1.2 Produção brasileira de revestimentos cerâmicos³.

No decorrer do ano de 1997, a Itália, pioneira na produção de grés porcelanato, produziu cerca de 119 milhões de m² do respectivo produto^{5,6}. O crescimento da produção do porcelanato, e conseqüentemente, das vendas, é atribuído à grande receptividade pelo mercado, não só italiano e europeu, mas também mundial. A capacidade produtiva mundial de grés porcelanato é estimada atualmente em aproximadamente 400 milhões de m²/ano⁴.

Em 1999, a produção italiana de grés porcelanato atingiu o valor de 127 milhões de m². A estimativa é que no ano de 2000 a produção de porcelanatos na Itália atinja a meta de 30% da produção total de placas cerâmicas do país. Outro fato que deve ser ressaltado é o crescimento da produção de porcelanatos esmaltados.

No ano de 1999, a produção de grés porcelanato no Brasil foi de aproximadamente 0,8% da produção total de placas cerâmicas, ou seja, cerca de 3,4 milhões de m², valor este muito baixo quando comparado à produção da Itália. No ano de 2000, a estimativa é de que a produção atinja 4,9 milhões de m² de grés porcelanato.

No Brasil, a indústria de Revestimentos Cerâmicos **Eliane (SC)** foi a pioneira na fabricação de grés porcelanato não esmaltado, com design arrojado, em 1996, com uma capacidade de produção de 90 mil m² /mês⁷. No ano de 1998, esta empresa investiu em modernos equipamentos, infraestrutura, treinamento e pessoal e conseguiu aumentar sua produção para cerca de 150 mil m²/mês. A produção durante

o ano de 1999 foi de aproximadamente 240 mil m²/mês⁸. Atualmente, a sua produção média está na faixa de 300 mil m²/mês.

Além da **Eliane**, a **Cecrisa (MG)** iniciou a produção de grés porcelanato esmaltado em 1998, e em 1999 produziu cerca de 50 mil m²/mês. Atualmente, sua produção média está na faixa de 70 a 80 mil m²/mês.

Recentemente (outubro/2000), a **Portobello (SC)** iniciou a produção de grés porcelanato não esmaltado, que atualmente está atingindo a média de 100 mil m²/mês.

Diante de um produto com características físicas, mecânicas e estéticas elevadas e com um processo altamente tecnológico, e tendo conhecimento do potencial de mercado nacional e internacional, são várias as empresas brasileiras fabricantes de revestimentos cerâmicos que estão investindo ou pretendem investir na produção do grés porcelanato. Porém, um dos fatores que certamente estão influenciando esta decisão é a falta de conhecimentos científicos e tecnológicos e a escassez de informações, tanto na literatura nacional como internacional, sobre o processo de produção, tais como a correlação entre as matérias-primas existentes, processo de fabricação e propriedades finais do produto.

Nos resultados preliminares do Projeto de Auxílio Individual de Pesquisa FAPESP : “Estudo da correlação entre Microestrutura e Propriedades Finais de Revestimentos Cerâmicos do Tipo Grés Porcelanato” (Processo nº 1999/07993-6), foi observada uma grande suscetibilidade dos porcelanatos polidos ao manchamento, o que gerou a necessidade de um estudo mais detalhado desta característica. Sendo assim, houve a necessidade de se avaliar a correlação entre a microestrutura e a resistência as manchas de produtos grés porcelanatos, nacionais e importados, levando-se em consideração a porosidade, tipos de agentes manchantes e agentes potenciais de limpeza, que é exatamente o objetivo deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após o desenvolvimento da queima rápida (biqueima e monoqueima) que caracterizou o final dos anos 70 e boa parte dos anos 80, a segunda grande revolução no setor cerâmico deu-se com a concepção do grés porcelanato, um material que surgiu na década de 80 com características técnicas notáveis^{9,10}.

Através das técnicas inovadoras de decoração, é possível produzir grés porcelanato com alta resistência à abrasão e aspecto muito semelhante às pedras naturais. Para produtos não esmaltados, existem basicamente três técnicas de decoração^{11,12}: mistura de pós coloridos, sistema de duplo carregamento de pós coloridos e aplicação de sais solúveis de íons cromóforos. Já no caso de produtos esmaltados, as técnicas comumente empregadas são serigrafia e decoração por rolos.

O produto grés porcelanato difere dos demais tipos de revestimentos cerâmicos devido ao seu processo de produção altamente tecnológico, o qual envolve uma queima em ciclos rápidos a temperaturas em torno de 1200 a 1250°C. Devido ao alto nível de qualidade de suas matérias-primas, elevado grau de moagem, alto teor de fundentes e alta força de compactação, o processo de fabricação de porcelanato resulta em produtos com baixa absorção de água (inferior a 0,5 %) e elevada performance técnica (resistência mecânica, química e ao gelo). Devido a sua densificação acentuada e as técnicas de adição de íons colorantes, é possível obter um produto não esmaltado com alta resistência à abrasão e aspecto muito semelhante às pedras naturais¹². Na Espanha já existem estudos para melhorar ainda mais as propriedades superficiais deste produto¹³.

O grande desafio em se produzir o grés porcelanato se inicia na seleção das matérias-primas. A moagem é uma etapa crítica, pois é onde se controla a granulometria da massa, a qual vai influenciar as condições de compactação e características do produto pós-queima. Na etapa de prensagem busca-se, além da conformação, reduzir a porosidade interna da peça¹⁴.

É na etapa de queima que o processo de densificação via fase líquida viscosa ocorre reduzindo ao máximo a porosidade das peças.

Após queima, o grés porcelanato passa por uma etapa inovadora na produção de revestimentos cerâmicos: o polimento. É durante o polimento que o material adquire o brilho que é uma característica estética almejada pelos consumidores.

No polimento, alguns poros fechados que se encontram distribuídos no interior da peça são abertos para a superfície, podendo levar a uma diminuição da resistência as manchas, o que é indesejável, pois com o uso isso poderia significar a deterioração da superfície¹⁵. O controle da microestrutura do produto, principalmente no que se refere ao tamanho, formato e ligação dos poros é fundamental para maximizar as características finais do produto.¹⁶

Em geral, os porcelanatos apresentaram as respectivas fases presentes: 55 a 65% em peso de fase amorfa, 20 a 25% em peso de quartzo e de 12 a 16% em peso de mullita.

BELTRÁN, V. et al¹⁴ realizou um estudo para avaliar a influência da temperatura e tempo de queima na resistência as manchas de porcelanatos polidos. Neste estudo foi verificado que a fase vítrea, presente em grande quantidade, deve apresentar uma viscosidade que permita a eliminação dos poros durante a queima sem afetar a estabilidade dimensional da peça. Além disso, a diminuição da porosidade; que ocorre com o aumento da temperatura de queima até a temperatura de 1210°C; acarreta uma diminuição da penetração de agente manchante. A Figura 2.1 mostra em campo escuro a diminuição da retenção do agente manchante.

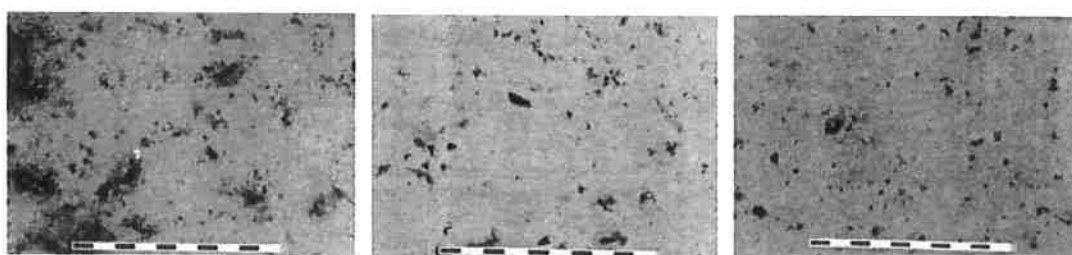


Figura 2.1 Área de retenção de mancha em produtos queimados a 1180°C (1000 μ m), 1200°C (1000 μ m) e 1210°C (1000 μ m).¹⁴

Este fenômeno está associado a uma diminuição da quantidade de poros de pequeno tamanho (menores que 5 μ m), de pequena profundidade e de suas interconexões, facilitando assim a ação do agente de limpeza.

A temperaturas mais altas (superiores a 1220°C) a superfície começa a deteriorar-se, formando poros de grande tamanho, que retêm a sujeira e os agentes manchantes. Isso ocorre devido a grande profundidade dos poros, o que dificulta a penetração do agente de limpeza. Como pode ser verificado na Figura 2.2, os poros de maior tamanho, porém com menor profundidade, foram limpos e os de tamanho intermediário, porém com maior profundidade, não foram.¹⁴

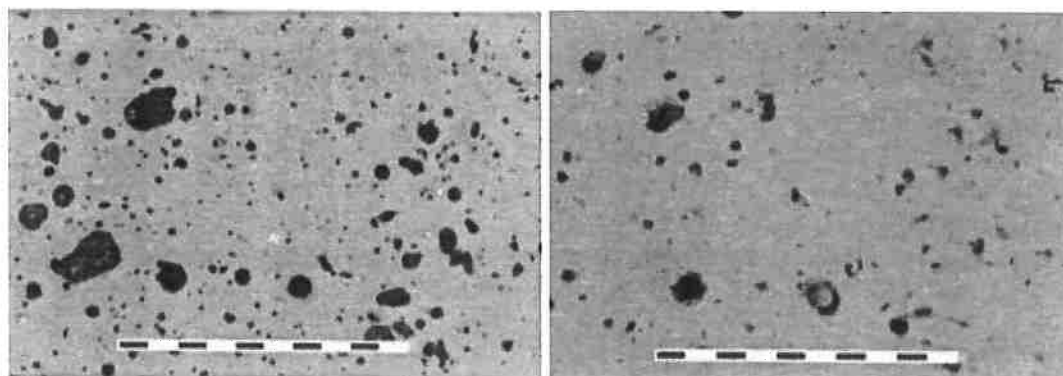


Figura 2.2 Área de poros na amostra e área nas quais a mancha permanece após a limpeza (1000 μ m).¹⁴

Segundo TUCCI, A. e ESPÓSITO, L.¹⁷, outros fatores decorrentes do polimento também podem ocasionar uma alteração na superfície das peças de porcelanato, como geração de tensões e trincas na superfície da peça, além da abertura de porosidade fechada.

TUCCI, A. e ESPÓSITO, L.¹⁷ elaboraram um estudo para avaliar os parâmetros da etapa de retífica/polimento da superfície do produto e correlacioná-la com os aspectos microestruturais dos porcelanatos. Neste estudo foram selecionados três produtos comerciais de porcelanato: queimados sem polimento e com polimento industrial denominados de 1, 2 e 3.

As peças não polidas foram submetidas a um processo de retífica/polimento em equipamento laboratorial em seis fases, conforme tabela 2.1. Após todas as etapas de polimento, a microestrutura das amostras foram avaliadas, juntamente com o grau de rugosidade superficial. Também foi avaliada a dureza, através de um penetrômetro Vickers, em todas as amostras.

A Figura 2.3 mostra a evolução da superfície dos produtos 2 e 3 durante as fases de retificação em laboratório com discos abrasivos diamantados de 60, 22 e 14

μm . Depois da primeira fase de retificação (60 μm), os danos superficiais são claramente visíveis através da Figura 2.3 (a):

- a retífica produz danos em forma de riscos e fissuras;
- a eliminação da camada superficial permite a abertura da porosidade fechada e aumento de rugosidade (Figura 2.4).

Tabela 2.1 Parâmetros de mecanização utilizados durante o polimento em escala laboratorial.¹⁷

Fase	Partículas abrasivas (μm)	Tempo de mecanização (min.)	Pressão aplicada (MPa)
I	60	0,5	103
II	22	1	124
III	14	3	138
IV	10	60	159
V	5	60	193
VI	2	60	193

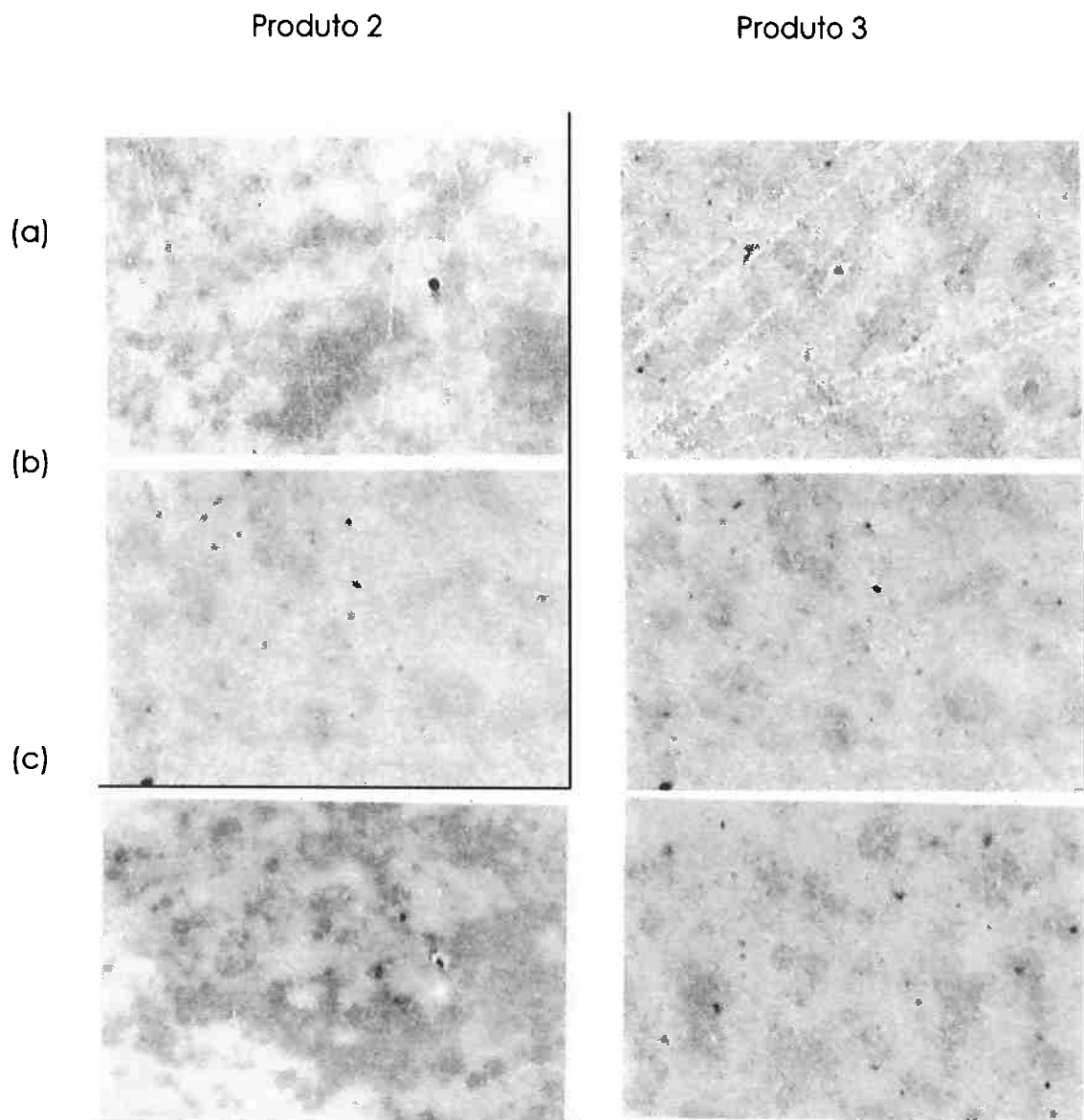


Figura 2.3 Superfície dos produtos 2 e 3 após as fases de retífica em laboratório com discos abrasivos diamantados de (a) $60\mu\text{m}$, (b) $22\mu\text{m}$ e (c) $14\mu\text{m}$.¹⁷

Dando continuidade ao processo de retífica, observa-se uma redução considerável do número e tamanho dos riscos superficiais, porém aflora a porosidade na superfície polida.

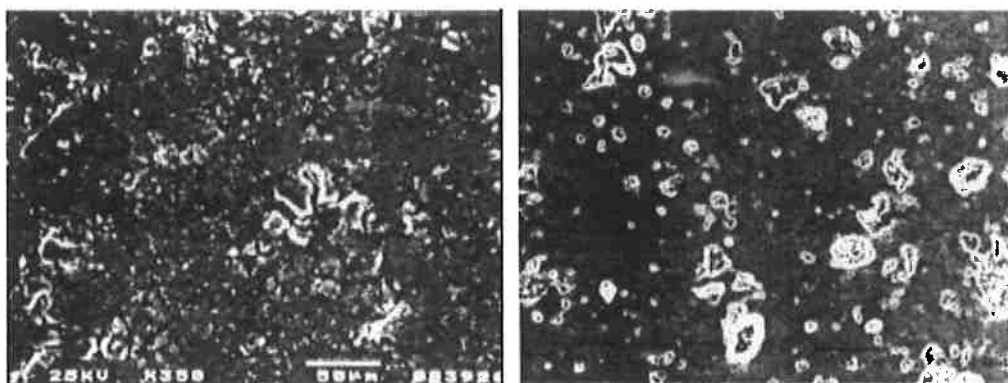


Figura 2.4 Microscopia eletrônica de varredura do produto antes e após o polimento industrial.¹⁷

3 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho são:

- avaliar a resistência as manchas de produtos nacionais e importados de grés porcelanatos não esmaltados, naturais e polidos, utilizando os agentes manchantes da Norma NBR 13.818 (Anexo G) e novos agentes manchantes (os quais serão pesquisados), bem como diferentes agentes de limpeza (os quais serão propostos);
- avaliar o grau de porosidade aberta e fechada dos produtos;
- estudar a correlação entre a microestrutura e a resistência as manchas;
- sugerir propostas para amenizar a suscetibilidade do grés porcelanato as manchas.
- sugerir possíveis modificações na composição química e no processamento cerâmico com vistas a elevar a resistência as manchas do porcelanato.

Visando cumprir os objetivos propostos, durante este período de trabalho, foram realizados: avaliação da porosidade aberta e fechada, avaliação da resistência ao manchamento dos vários produtos, e avaliação da superfície das peças manchadas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, a execução experimental foi dividida em seis etapas:

Etapa 1: Avaliação da resistência as manchas dos produtos nacionais e importados utilizando-se os agentes manchantes da Norma NBR 13.818 (Anexo G);

Etapa 2: Avaliação da resistência as manchas dos produtos nacionais e importados utilizando-se novos agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na Norma NBR 13.818, os quais serão pesquisados.

Etapa 3: Avaliação da microestrutura de todas as amostras em estudo antes e após o ensaio de manchamento para estudar como ocorre a penetração dos agentes manchantes e propor soluções para minimizá-la;

Etapa 4: Avaliação da quantidade de poros abertos e fechados, tamanho e formato dos poros, para verificar sua influência na penetração dos agentes manchantes;

Etapa 5: Compilação de todos os resultados, comparação entre os produtos nacionais e importados e elaboração das propostas para minimizar o problema de manchamento característico dos porcelanatos polidos.

Etapa 6: Levantamento das possíveis modificações da composição química e processamento cerâmico visando a elevação da resistência as manchas do porcelanato.

Etapa 7: Avaliação da resistência ao manchamento de porcelanatos esmaltados.

A Tabela 4.1 apresenta o cronograma de execução proposto no plano de trabalho.

Tabela 4.1 Cronograma de execução.

Atividades	Tempo (Meses)								
	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Revisão Bibliográfica									
Etapa 1									
Etapa 2									
Etapa 3									
Etapa 4									
Etapa 5									
Etapa 6									
Etapa 7									

4.1 AMOSTRAS UTILIZADAS NO ESTUDO

As amostras de porcelanatos utilizadas neste trabalho, conjuntamente com suas codificações, e algumas características técnicas, estão apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Porcelanatos utilizados neste estudo, conjuntamente com suas codificações e dimensões.

Origem	Tipo	Codificação	Dimensão Nominal (cm)
Nacional	Porcelanato Polido Bianco	NPBRAN	30 x 30
	Porcelanato Polido Grafite	NPGRAF	30 x 30
	Porcelanato Natural Grafite	NNGRAF	30 x 30
	Porcelanato Polido Sabbia	NPSAB	30 x 30
Italiano	Porcelanato Polido Pario	IPPAR	30 x 30
	Porcelanato Polido Bardiglio	IPBAR	30 x 30
	Porcelanato Natural Bardiglio	INBAR	30 x 30
Espanhol	Porcelanato Polido Branco	EPBRAN	40 x 40*
	Porcelanato Polido Tenerife	EPTEN	40 x 40*
	Porcelanato Natural Tenerife Trat	ENTRAT	40 x 40*

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

4.2 ENSAIO DE MANCHAMENTO

4.2.1 Agentes manchantes da Norma NBR 13.818 – Anexo G.

A resistência ao manchamento é avaliada através da verificação da facilidade de limpeza após a aplicação de agentes manchantes sobre a superfície das placas cerâmicas, conforme ensaio descrito na Norma NBR 13.818 – Anexo G.

Foram utilizados 5 corpos-de-prova (pedaços de placas de porcelanatos) para cada solução manchante, com superfície limpa e seca.

Os agentes manchantes utilizados foram:

- óxido de cromo verde em óleo leve,
- óxido de ferro vermelho em óleo leve,
- agentes com ação oxidante, ou seja, iodo em solução alcoólica (13g/l),
- agentes com formação de película, ou seja, óleo de oliva.

Os agentes de limpeza utilizados foram:

- água quente,
- produto de limpeza fraco, industrializado, não abrasivo, com pH entre 6,5 e 7,5 (detergente da marca “Limpol”),
- produto de limpeza fraco, industrializado, abrasivo, com pH entre 9 e 10 (pasta saponácea da marca “Compasso”).

O reagente de ataque utilizado foi uma solução de ácido clorídrico, preparada a partir do ácido clorídrico concentrado $\{d = (1,19 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3\}$ 3% (v/v) partes em volume.

Foram aplicadas 4 gotas de cada agente manchante sobre a superfície dos corpos-de-prova. Colocou-se um vidro de relógio convexo, de $(30 \pm 0,1)\text{mm}$ de diâmetro, sobre a área, onde foram aplicados os produtos, mantendo-se por 24 horas. Após as 24 horas, iniciou-se o processo de remoção das manchas, através dos seguintes processos de limpeza:

- processo de lavagem das placas com água quente por 5 minutos e secagem da superfície com um pano úmido;
- processo de limpeza manual com o "produto de limpeza fraco" (detergente Limpol) usando uma esponja macia ou um pedaço de pano;

processo de lavagem da superfície com água corrente e depois secagem com um pano úmido;

- processo de limpeza da superfície com um "produto de limpeza forte" (pasta saponácea) utilizando a escova rotativa, durante 2 minutos; em seguida limpeza da superfície com água corrente e secagem com um pano úmido;
- processo de imersão, por 24 horas, do corpo-de-prova no reagente indicado, limpando vigorosamente a superfície com água corrente e, a seguir, secando com um pano úmido.

Após cada processo de limpeza, os corpos-de-prova foram secos numa estufa a $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ por 2 horas ou em microondas por 2 minutos, e então submetidos ao exame visual.

A superfície foi examinada a olho nu, a uma distância de (30 ± 5) cm, sob iluminação normal de aproximadamente (300 ± 30) lux utilizando uma caixa iluminada, à uma distância de 90cm das peças colocadas no chão, com uma angulação na peça de aproximadamente 60° .

No caso de manchas provocadas por agentes manchantes de ação penetrante, somente foram consideradas como manchas quando o pigmento foi visível. Quando não houve efeito visível, isto é, se a mancha foi removida, registrou-se a classe de resistência às manchas seguindo o processo sistemático conforme figura 4.1. Quando as manchas não foram removidas, passou-se para o processo de limpeza seguinte na mesma seqüência.

Após o processo sistemático, os revestimentos cerâmicos foram ordenados em classes de limpabilidade de 1 a 5 (ver Figura 4.1) segundo a escala abaixo:

- a) classe 1 - Impossibilidade de remover a mancha;
- b) classes 2, 3 e 4 - Possibilidade de remoção de manchas, conforme o agente aplicado e o produto de limpeza utilizado;
- c) classe 5 - Corresponde a maior facilidade de remoção da mancha.

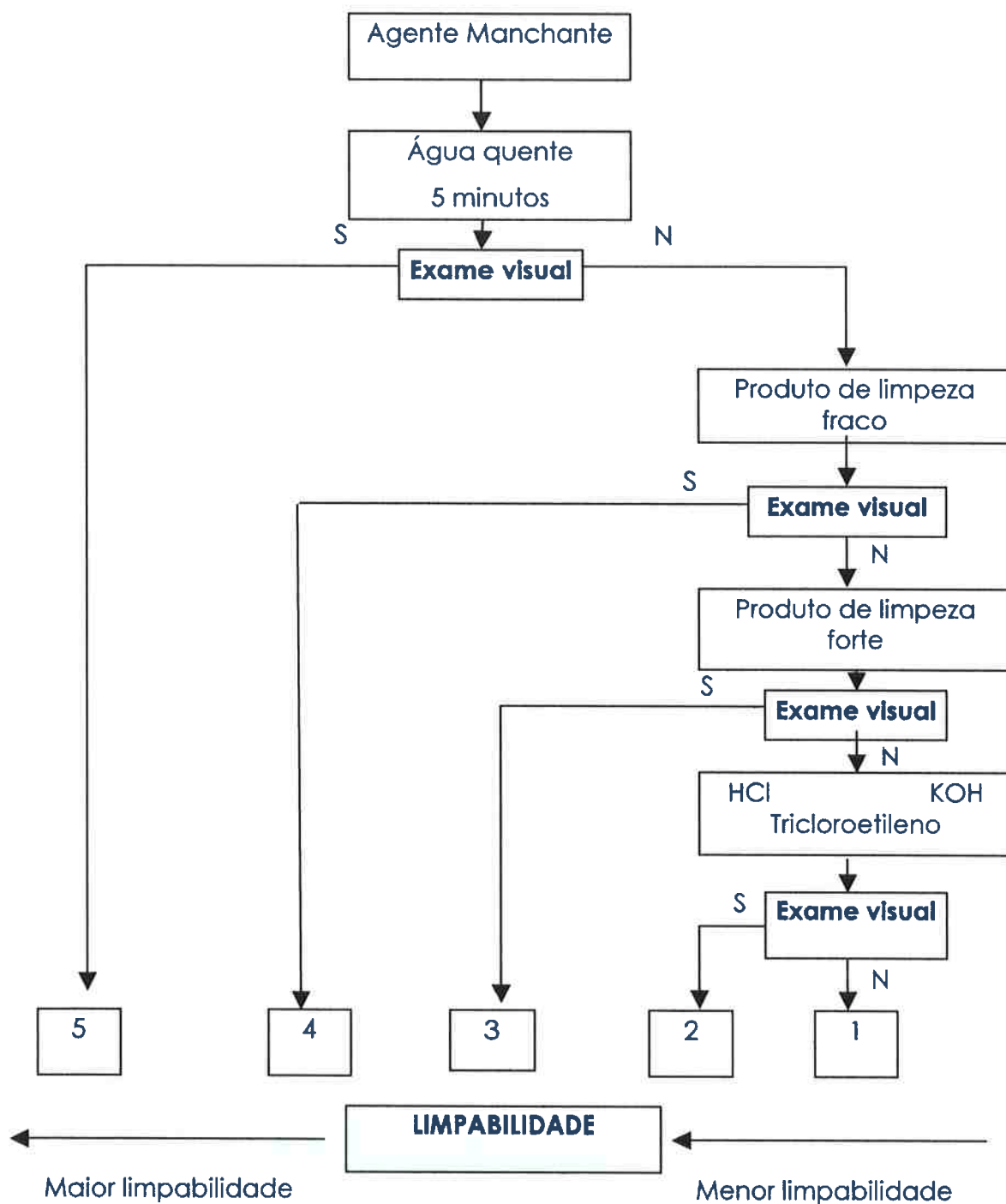


Figura 4.1 – Classificação quanto a limpabilidade (norma NBR 13.818 anexo G)

4.2.2 Agentes manchantes e de Limpeza não contidos na Norma NBR 13.818

A resistência ao manchamento por outras substâncias foi feito de forma similar ao ensaio da norma NBR 13.818 – anexo G, com algumas modificações. As

modificações visaram facilitar a execução do teste e ampliar a abrangência dos agentes manchantes e de limpeza.

Foram utilizados 3 corpos de prova para cada um dos agentes manchantes. É importante salientar que para o ensaio de manchamento utilizando agentes manchantes não contidos na Norma, é necessário cortar muitas amostras, o que impossibilitou a realização da avaliação dos porcelanatos espanhóis antes do ensaio de resistência a flexão. Sendo assim, estes dados só serão apresentados no próximo relatório.

Os agentes manchantes selecionados estão apresentados abaixo:

- Café,
- Mostarda,
- Catchup,
- Molho Inglês,
- Óleo de carro,
- Graxa,
- Tinta de caneta,
- Vinagre

A escolha destes agentes foi feita levando-se em consideração as condições reais de uso destes produtos no dia a dia. Para a limpeza das peças foram selecionados alguns produtos de limpeza industrializados de uso doméstico:

- água quente,
- detergente da marca “Limpol” (Linear alquil benzeno sulfonato de sódio)
- “Veja Multiuso” e “Ajax” (Tensoativos aniônicos)
- “Veja Limpeza pesada” (Dodecil benzeno sulfonato de sódio linear)
- “Brilhante” (Óxido de amina, ácido láurico, hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio)
- “Água Sanitária” (Hipoclorito de sódio)
- “CIF” (Dodecil benzeno sulfonato de sódio e abrasivo)
- Sabão em pó “OMO” (Alquil benzeno sulfonato de sódio, alquil dimetil hidroxietil cloreto de amônio)

Sobre as superfícies das peças foram aplicadas 4 gotas de cada agente manchante, colocando-se sobre o agente um vidro de relógio convexo durante 24 horas. Foi então iniciado o processo de limpeza com os agentes acima na seguinte seqüência:

- processo de lavagem das placas com água quente por 5 minutos e secagem da superfície com um pano úmido;
- processo de limpeza manual com o "produto de limpeza fraco" (detergente Limpol, Veja Multiuso, Ajax, Brilhante, Veja Limpeza pesada) usando uma esponja macia ou um pedaço de pano; processo de lavagem da superfície com água corrente e depois secagem com um pano úmido;
- processo de imersão, por 2 minutos, do corpo-de-prova em água sanitária, limpando vigorosamente a superfície com água corrente e, a seguir, secando com um pano úmido.
- processo de limpeza da superfície com um "produto de limpeza forte" (CIF e Sabão em pó OMO) utilizando uma escova, durante 1 minuto; em seguida limpeza da superfície com água corrente e secagem com um pano úmido;

Após cada processo de limpeza os corpos de prova foram secados em estufa, a temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, por 2 horas e então submetidos à análise visual na caixa de observação, como descrito anteriormente.

Neste caso, a classificação da limpabilidade dos agentes manchantes utilizados, foi feita simplesmente caracterizando a mancha como removível ou não-removível, devido a impossibilidade de classificação quanto ao poder de limpeza conforme Norma NBR 13.818.

Para efeito de comparação, também foram realizados ensaios de manchamento utilizando-se os agentes de limpeza da Norma NBR 13.818 anexo G.

4.3 MEDIDA DA DENSIDADE REAL (PICNOMETRIA DE HÉLIO)

Para calcular a porosidade total e fechada das amostras, foi necessário obter a densidade real das amostras em estudo, as quais foram medidas por Picnometria de

Hélio utilizando-se o equipamento Ultrapycnometer 1000-Quantachrome. Os ensaios das amostras INBAR e NPSAB estão em andamento.

4.4 AVALIAÇÃO DA POROSIDADE TOTAL E ABERTA

Para a avaliação da porosidade aberta das placas de porcelanato foi utilizado o método de Arquimedes, através das medidas do peso da peça seca, peso da peça úmida e peso da peça imersa em água. As medidas de peso foram feitas todas em uma balança analítica com precisão de milésimos de gramas. Para a medida de peso imerso em água as amostras foram fervidas em água por 2 horas, para que os poros abertos fossem preenchidos com água.

Após a pesagem das peças imersas foi feita a pesagem das peças úmidas, tomando-se o cuidado de se retirar o excesso de água da superfície das peças, secando-se a superfície com um pano úmido.

Com isso pode-se obter a fração da porosidade aberta (f_{PA}), total (f_{PT}) e fechada (f_{PF}); a partir das fórmulas:

$$\frac{P_U - P_S}{P_U - P_I} = f_{PA}$$

$$f_{PT} = \frac{\rho_i - \rho_{ap}}{\rho_i}; \quad \rho_{ap} = \frac{P_S}{P_U - P_I}$$

$$f_{PT} = f_{PA} + f_{PF}$$

onde :

PU=peso úmido

PS=peso seco

PI=peso imerso

ρ_i =densidade real medida por picnometria

ρ_{ap} = densidade aparente

4.5 ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DAS PEÇAS MANCHADAS

A avaliação da superfície das peças manchadas foi feita em um Estereomicroscópio MZ12 da marca Leica acoplado a um software analisador de imagens (Leica Qwin). Na análise foi utilizada a iluminação lateral.

4.6 MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA

Foi utilizado um MEV acoplado com um analisador EDX, para a análise das amostras as mesmas foram cortadas, não foram polidas, para que pudessem ser observadas as superfícies da peça polida industrialmente, no caso de porcelanato polido, e natural no caso de porcelanatos naturais.

5 RESULTADOS FINAIS

5.1 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ÀS MANCHAS (NORMA NBR 13.818-ANEXO G)

A primeira etapa deste trabalho envolveu a avaliação da resistência ao manchamento, conforme NBR 13.818-Anexo G, dos porcelanatos nacionais polidos e naturais em comparação aos porcelanatos importados da Espanha e Itália. A Tabela 5.1 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra NPGRAF.

Tabela 5.1: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPGRAF.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Foi verificado uma leve mancha concentrada no centro das amostras, apesar do design da peça disfarçar bem o problema	Foi verificado uma leve mancha concentrada no centro das amostras, apesar do design da peça disfarçar bem o problema	Presença de suave mancha	Presença de manchamento
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	As manchas foram eliminadas
Produto Abrasivo	As manchas foram eliminadas	As manchas foram eliminadas	As manchas foram eliminadas	
Classe de Limpabilidade	3	3	3	4

A Tabela 5.2 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra NNGRAF.

Tabela 5.2: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NNGRAF.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas
Água quente	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas	Não foi verificado a presença de manchas
Classe de Limpabilidade	5	5	5	5

A Tabela 5.3 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra NPBRAN.

Tabela 5.3: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPBRAN.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Não foi verificado manchas concentradas, mas sim a penetração dos agentes manchantes nos microporos abertos após polimento	Não foi verificado manchas concentradas, mas sim a penetração dos agentes manchantes nos microporos abertos após polimento	Presença de suave mancha	Presença de suave mancha
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	As manchas foram eliminadas
Produto Abrasivo	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	As manchas foram eliminadas	
Solução Ácida	Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação	As manchas foram eliminadas		
Classe de Limpabilidade	1	2	3	4

A Tabela 5.4 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra NPSAB.

Tabela 5.4: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra NPSAB.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Presença de suave mancha	Presença de suave mancha
Água quente	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	O aspecto da mancha ficou inalterado	Houve uma melhoria no aspecto da mancha, mas não foi removida
Detergente Fraco			O aspecto da mancha ficou inalterado	Mancha foi completamente eliminada
Produto Abrasivo			A mancha foi removida	
Classe de Limpabilidade	5	5	3	4

A Tabela 5.5 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra IPPAR. A Figura 5.1 ilustra o aspecto superficial das amostras após os ensaios.

Tabela 5.5: Resultados dos ensaios de resistência ao manchamento da amostra IPPAR.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Presença de suave mancha	Presença de suave mancha
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	As manchas foram eliminadas
Produto Abrasivo	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou muito o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	As manchas foram eliminadas	
Solução Ácida	Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação	Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação		
Classe de Limpabilidade	1	1	3	4

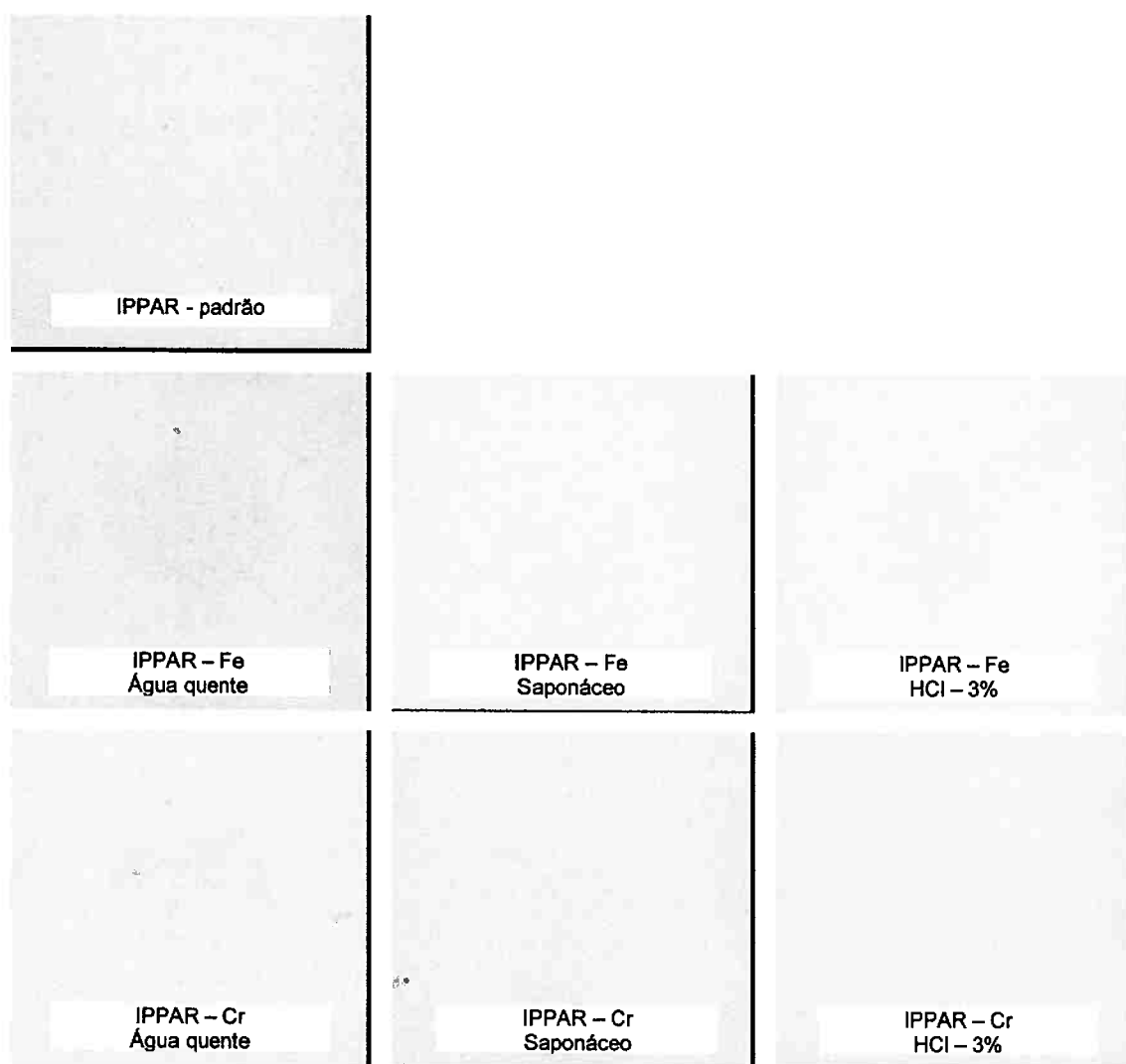


Figura 5.1 Aspecto da superfície manchada em diferentes etapas de limpeza da amostra IPPAR.

A Tabela 5.6 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra IPBAR.

Tabela 5.6: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPBAR.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Presença de suave mancha	Presença de manchamento
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	As manchas foram eliminadas	As manchas foram eliminadas
Produto Abrasivo	Melhorou muito o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou muito o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas		
Solução Ácida	O aspecto das manchas melhorou, mas não houve a eliminação das mesmas	O aspecto das manchas melhorou, mas não houve a eliminação das mesmas		
Classe de Limpabilidade	1	1	4	4

A Tabela 5.7 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra INBAR.

Tabela 5.7: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra INBAR.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas
Água quente	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas
Classe de Limpabilidade	5	5	5	5

A Tabela 5.8 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra EPTEN.

Tabela 5.8: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPTEN.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Presença de suave mancha	Presença de mancha
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas	A mancha foi eliminada	Melhorou o aspecto do manchamento, mas não houve a eliminação
Produto Abrasivo	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou muito o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas		Melhorou o aspecto do manchamento, mas não houve a eliminação
Solução Ácida	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou muito o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas		Melhorou o aspecto do manchamento, mas não houve a eliminação
Classe de Limpabilidade	1	1	4	1

A Tabela 5.9 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra EPNEV.

Tabela 5.9: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPNEV.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Foi verificado manchas concentradas no centro das amostras	Não houve manchamento	Manchamento concentrada no centro da peça
Água quente	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas		Não houve alteração do aspecto de manchas
Detergente Fraco	Não houve alteração do aspecto de manchas	Não houve alteração do aspecto de manchas		Não houve alteração do aspecto de manchas
Produto Abrasivo	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas	Melhorou um pouco o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação das mesmas		Melhorou o aspecto, mas não eliminou o manchamento
Solução Ácida	Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação	Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação		Melhorou o aspecto das manchas, mas não houve a eliminação
Classe de Limpabilidade	1	1	5	1

A Tabela 5.10 apresenta os resultados do ensaio de manchas para a amostra ENTRAT.

Tabela 5.10: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra ENTRAT.

Tipo de limpeza	Agentes Manchantes			
	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
Aspecto inicial	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas
Água quente	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas	Não foi verificada a presença de manchas
Classe de Limpabilidade	5	5	5	5

Para facilitar a análise dos resultados, foi construída a Tabela 5.11, que relaciona as classes de limpabilidade com os diferentes agentes manchantes.

Tabela 5.11: Classes de limpabilidade de todas as amostras ensaiadas de acordo com a norma NBR 13.818 anexo G.

Amostra	Óxido de Ferro	Óxido de Cromo	Iodo	Óleo de Oliva
NPGRAF	3	3	3	4
NPSAB	5	5	3	4
NNGRAF	5	5	5	5
NPBRAN	1	2	3	4
IPPAR	1	1	3	4
IPBAR	1	1	4	4
INBAR	5	5	5	5
EPTEN	1	1	4	1
EPNEV	1	1	5	1
ENTRAT	5	5	5	5

Através dos ensaios obtidos, verificou-se que, excetuando-se as amostras NPGRAF e NPSAB, praticamente todos os porcelanatos polidos, tanto os nacionais como os importados, apresentaram uma tendência ao manchamento quando em contato com os agentes penetrantes: óxido de ferro em óleo leve e óxido de cromo em óleo leve, apresentando classe de limpabilidade 1 (impossibilidade de remoção de manchas). Este comportamento está relacionado ao processo de polimento, durante o qual a porosidade fechada aflora para a superfície. Outra característica observada foi que produtos com coloração mais clara apresentaram aspecto manchante mais acentuado. O produto NPGRAF apresentou classe de limpabilidade 3 frente aos agentes manchantes, mas isto pode estar relacionado com a dificuldade de visualização das manchas devido a coloração escura das peças.

Quanto à suscetibilidade dos produtos frente ao agente de ação oxidante (iodo em solução alcoólica), os porcelanatos polidos nacionais apresentaram classe de limpabilidade 3, os produtos polidos italianos apresentaram classe 3 a 4 e os produtos polidos espanhóis apresentaram classe 4 a 5.

Com relação aos agentes de formação de película (óleo de oliva), os produtos polidos nacionais e italianos apresentaram classe de limpabilidade de 4 a 5, porém os produtos polidos espanhóis apresentaram classe muito baixa de limpabilidade (classe 1), o que pode comprometer o uso destes produtos em ambientes industriais e domésticos. Esta grande suscetibilidade dos porcelanatos polidos espanhóis ao manchamento por agentes de formação de película pode ser atribuída a presença de poros de grande tamanho (visíveis a olho nu) aflorados na superfície dos produtos

após polimento, o que será comprovado mais adiante através da análise de imagens destes produtos.

Os porcelanatos naturais, tanto nacionais como os italianos e espanhóis, apresentaram classe de limpabilidade 5 (máxima facilidade de limpeza) para todos os tipos de agentes manchantes. Isto comprova novamente que o polimento da superfície compromete a resistência às manchas dos porcelanatos.

A grande suscetibilidade dos porcelanatos aos agentes manchantes da Norma pode comprometer a vida útil deste material na construção civil, sendo assim, é de fundamental importância conhecer o comportamento destes materiais frente aos agentes manchantes presentes nos locais onde estas placas cerâmicas são frequentemente utilizadas, como por exemplo, pisos de cozinhas, garagens e ambientes públicos. A próxima etapa do trabalho foi avaliar estas questões.

5.2 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ÀS MANCHAS FRENTE A OUTROS AGENTES

A Tabela 8.1 (Anexo) apresenta a classificação quanto a limpabilidade dos agentes manchantes, não contidos na norma NBR 13.818 anexo G, lavadas com os agentes de limpeza industrializados. Para facilitar a análise dos dados foi construída a Tabela 5.12 que resume os principais resultados. A classificação adotada foi: mancha removível, caso em alguma das etapas de limpeza a mancha tenha sido completamente removida, ou em não removível, caso a mancha persista a todas as tentativas de limpeza.

Tabela 5.12: Limpabilidade dos porcelanatos frente aos agentes manchantes não contidos na norma NBR 13.818 anexo G.

Amostra	Café	Mostarda	Catchup	Molho Inglês	Vinagre	Tinta de caneta	Óleo de Carro	Graxa
NPBRAN	Removida "Ajax"	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"	Removida "Ajax"	Removida "Ajax"	Não removeu	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"
NPGRAF	Removida "Ajax"	Removida "Ajax"	Removida "Ajax"	Removida "Ajax"	Removida "Ajax"	Removida "Brilhante"	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"
NNGRAF	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"
NPSAB	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"	Não removeu	Removida "Ajax"	Não removeu	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"
IPBAR	Removida "Ajax"	Removida "Detergente"	Removida "Brilhante"	Não removeu	Removida "Ajax"	Não removeu	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"
INBAR	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"
IPPAR	Não removeu	Não removeu	Removida "Detergente"	Não removeu	Removida "Brilhante"	Não removeu	Removida "Detergente"	Removida "Detergente"
ENTRAT	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"
EPTEN	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Água"	Removida "Ajax"	Removida "Água"	Removida "Brilhante"	Removida "Água"	Removida "Água"
EPNEV	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Removida "Água"	Removida "Água"

Analisando-se a Tabela 5.12, observa-se que os agentes manchantes mais críticos foram a tinta de caneta e o molho inglês. Os produtos NPBRAN, NPSAB, IPBAR, IPPAR e EPNEV apresentaram manchamento, em contato com tinta de caneta, não removível com produtos de limpeza industrializados. As amostras NPSAB, IPBAR, IPPAR e EPNEV apresentaram manchamento não removível frente ao contato com molho inglês. A amostra EPNEV apresentou manchamento não removível frente a ação de um maior número de agentes manchantes: café, mostarda, molho inglês, vinagre e tinta.

Para complementar os resultados foram realizados ensaios de manchamento com os diversos agentes manchantes (café, mostarda, catchup, vinagre, molho inglês, tinta de caneta, óleo de carro e graxa) utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818. As tabelas numeradas desde a Tabela 5.13 até a Tabela 5.22 apresentam os resultados do ensaio de manchamento utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818. Estes resultados estão resumidos na Tabela 5.23.

Tabela 5.13: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPSAB utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Mostarda	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Catchup	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Molho inglês	Mancha fraca	não houve alteração no aspecto da mancha	Diminuiu a intensidade da mancha	melhorou o aspecto mas não eliminou a mancha
Vinagre	A mancha foi removida			
Tinta de caneta	Forte mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	Diminuiu a intensidade da mancha	a mancha foi removida
Óleo de carro	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		

Tabela 5.14: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPBRAN utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Mancha suave de difícil observação	Melhorou muito o aspecto da mancha	Melhorou muito o aspecto da mancha	a mancha foi removida
Mostarda	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Catchup	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Molho inglês	Mancha de intensidade média	Melhorou muito o aspecto da mancha	A mancha foi removida	
Vinagre	A mancha foi removida			
Tinta de caneta	Mancha de intensidade média	não houve alteração no aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	a mancha foi removida
Óleo de carro	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		

Tabela 5.15: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NPGRAF utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	não foi verificada a presença de manchas			
Mostarda	não foi verificada a presença de manchas			
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	não foi verificada a presença de manchas			
Vinagre	não foi verificada a presença de manchas			
Tinta de caneta	suave mancha	não houve melhora no aspecto da mancha	não houve melhora no aspecto da mancha	a mancha foi removida
Óleo de carro	não foi verificada a presença de manchas			
Graxa	não foi verificada a presença de manchas			

Tabela 5.16: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra NNGRAF utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	não foi verificada a presença de manchas			
Mostarda	não foi verificada a presença de manchas			
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	não foi verificada a presença de manchas			
Vinagre	não foi verificada a presença de manchas			
Tinta de caneta	não foi verificada a presença de manchas			
Óleo de carro	não foi verificada a presença de manchas			
Graxa	não foi verificada a presença de manchas			

Tabela 5.17: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPBAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Mancha muito fraca	Não houve alteração	melhorou o aspecto das manchas	a mancha foi removida
Mostarda	Mancha fraca em algumas peças	A mancha foi eliminada		
Catchup	A mancha foi eliminada			
Molho inglês	mancha de intensidade média	melhorou um pouco o aspecto da mancha	melhorou um pouco o aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Vinagre	A mancha foi eliminada			
Tinta de caneta	mancha de intensidade média	não houve alteração no aspecto da mancha	melhorou um pouco o aspecto da mancha	a mancha foi removida
Óleo de carro	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		

Tabela 5.18: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra INBAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	não foi verificada a presença de manchas			
Mostarda	não foi verificada a presença de manchas			
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	não foi verificada a presença de manchas			
Vinagre	não foi verificada a presença de manchas			
Tinta de caneta	não foi verificada a presença de manchas			
Óleo de carro	não foi verificada a presença de manchas			
Graxa	não foi verificada a presença de manchas			

Tabela 5.19: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra IPPAR utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Intensidade média de mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Mostarda	não foi verificada a presença de mancha			
Catchup	não foi verificada a presença de mancha			
Molho inglês	Intensidade média de mancha	melhorou pouco o aspecto da mancha	melhorou o aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Vinagre	mancha fraca	não houve alteração no aspecto da mancha	melhorou o aspecto da mancha	a mancha foi removida
Tinta de caneta	mancha de intensidade média	não houve alteração no aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	a mancha foi removida
Óleo de carro	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha suave de difícil observação	A mancha foi removida		

Tabela 5.20: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPNEV utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Mancha de intensidade forte	melhorou pouco o aspecto	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Mostarda	mancha de intensidade média	não houve alteração no aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	Mancha de intensidade forte	não houve alteração no aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Vinagre	Mancha de intensidade média	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Tinta de caneta	Mancha de intensidade forte	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou pouco o aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha
Óleo de carro	Mancha difusa	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha difusa	Melhorou o aspecto da mancha	não houve alteração no aspecto da mancha	Melhorou o aspecto mas não removeu a mancha

Tabela 5.21: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra EPTEN utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	Mancha de intensidade fraca	melhorou muito o aspecto da mancha	A mancha foi removida	
Mostarda	não foi verificada a presença de manchas			
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	não foi verificada a presença de manchas			
Vinagre	não foi verificada a presença de manchas			
Tinta de caneta	Mancha de intensidade forte	Melhorou pouco o aspecto da mancha	Melhorou pouco o aspecto da mancha	A mancha foi removida
Óleo de carro	Mancha difusa	A mancha foi removida		
Graxa	Mancha difusa	A mancha foi removida		

Tabela 5.22: Resultados dos ensaios de resistência as manchas da amostra ENTRAT utilizando-se os agentes de limpeza contidos na Norma NBR 13.818.

Tipo de mancha	Agentes de limpeza			
	Água Quente	Detergente	Saponáceo	HCl(3%)
Café	não foi verificada a presença de manchas			
Mostarda	não foi verificada a presença de manchas			
Catchup	não foi verificada a presença de manchas			
Molho inglês	não foi verificada a presença de manchas			
Vinagre	não foi verificada a presença de manchas			
Tinta de caneta	não foi verificada a presença de manchas			
Óleo de carro	não foi verificada a presença de manchas			
Graxa	não foi verificada a presença de manchas			

As figuras a seguir apresentam o aspecto de manchamento com tinta de caneta dos porcelanatos espanhóis (Figura 5.2), italianos (Figura 5.3) e nacionais (Figura 5.4). Observa-se que a solução de ácido clorídrico eliminou as manchas de tinta de todas as amostras excetuando-se a EPNEV.

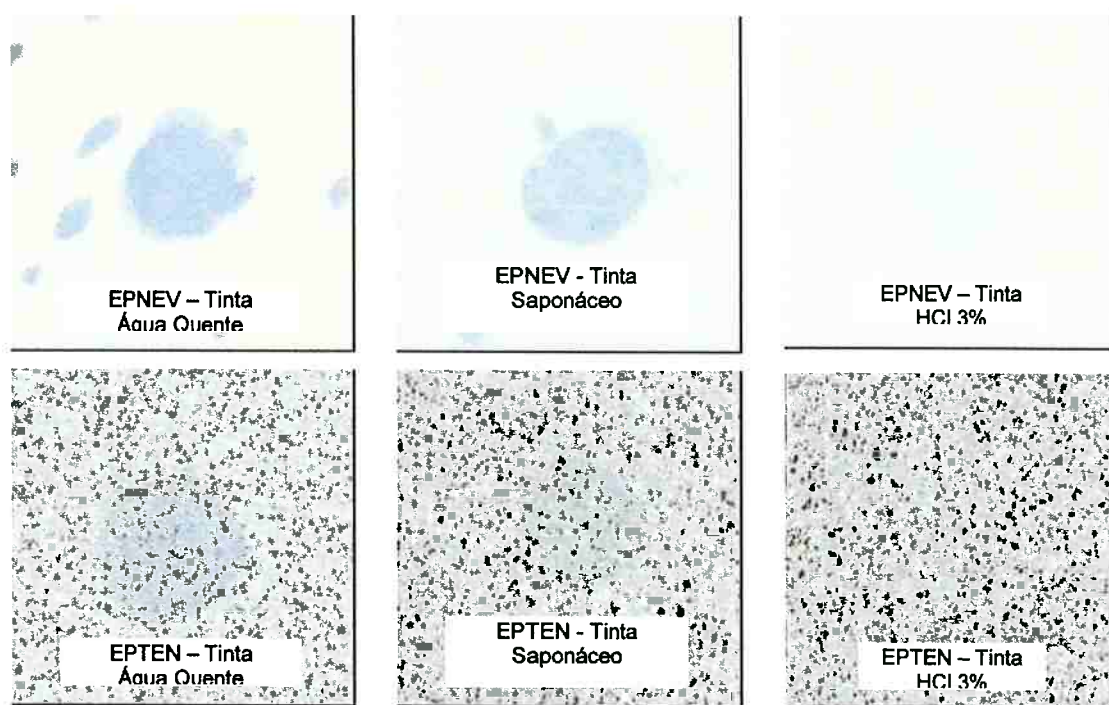


Figura 5.2: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos espanhóis

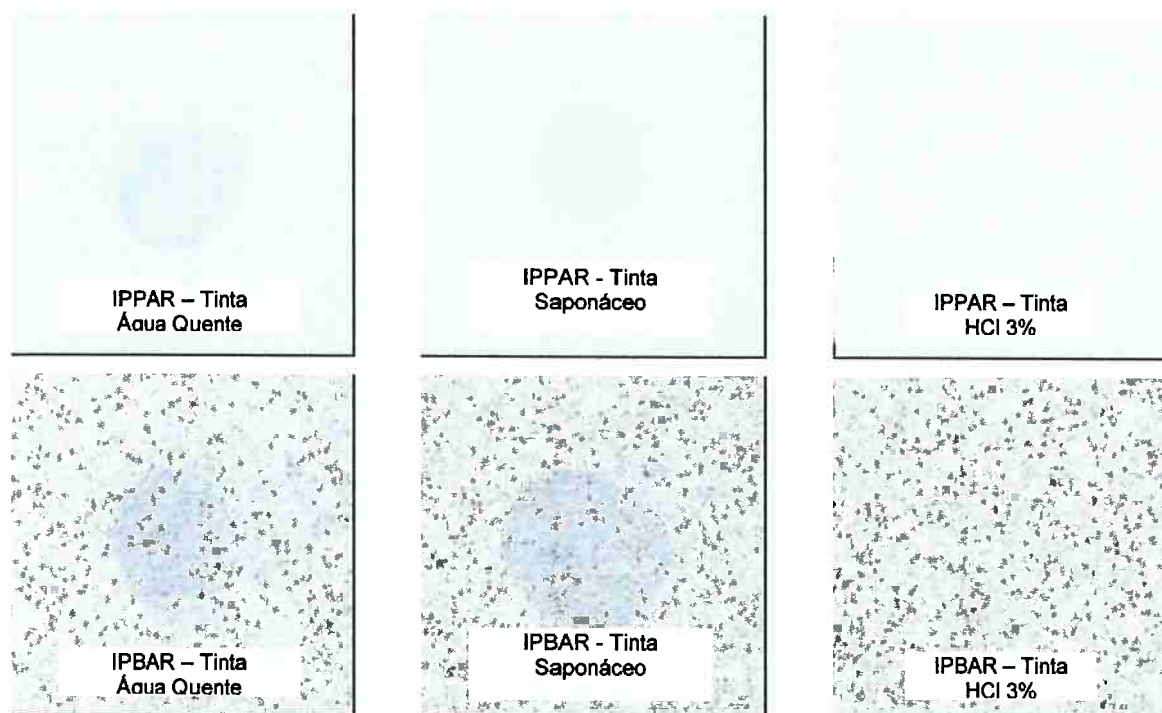


Figura 5.3: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos italianos

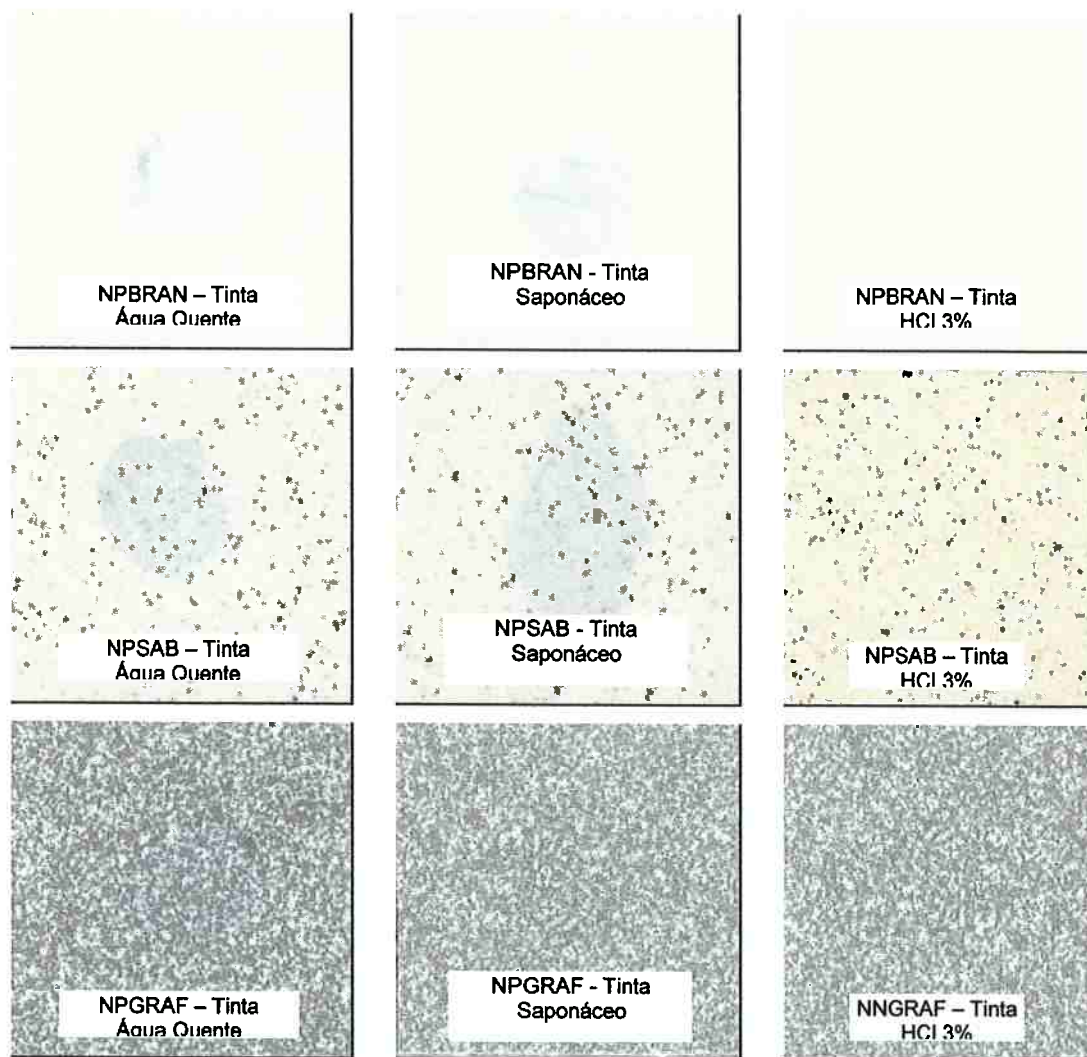


Figura 5.4: Manchas de tinta nas várias etapas da limpeza dos produtos nacionais

As manchas de óleo de carro e de graxa, agentes formadores de película, foram todas, exceto a amostra EPNEV, removidas na etapa de limpeza com água quente ou detergente (classes de limpabilidade 5 e 4). Os produtos naturais novamente apresentaram classe de limpabilidade 5 (máxima facilidade de remoção de manchas) frente a todos os agentes manchantes da Tabela 5.23.

Tabela 5.23: Classe de limpabilidade, utilizando-se os agentes de limpeza da norma NBR 13.818, dos porcelanatos frente a ação de diversos agentes manchantes.

Amostra	Café	Mostarda	Catchup	Molho inglês	Vinagre	Tinta de caneta	Óleo de carro	Graxa
NPGRAF	5	5	5	5	5	2	5	5
NPSAB	4	4	4	1	5	2	4	4
NNGRAF	5	5	5	5	5	5	5	5
NPBRAN	2	4	4	3	5	2	4	4
IPPAR	1	5	5	1	2	2	4	4
IPBAR	2	4	5	1	5	2	4	4
INBAR	5	5	5	5	5	5	5	5
EPTEN	3	5	5	5	5	2	4	4
EPNEV	1	1	5	1	1	1	4	1
ENTRAT	5	5	5	5	5	5	5	5

Na Tabela 5.23 verifica-se novamente a alta suscetibilidade ao manchamento das amostras IPPAR e EPNEV.

Visando avaliar a correlação entre o grau de porosidade dos diversos porcelanatos em estudo e a resistência ao manchamento, foram medidas a porosidade aberta, total e fechada.

5.3 AVALIAÇÃO DA POROSIDADE ABERTA, TOTAL E FECHADA

A Tabela 5.24 apresenta a porcentagem de poros abertos e fechados e a porcentagem total de poros para cada uma das amostras ensaiadas. Analisando-se esta tabela, observa-se que a porosidade aberta das placas é pequena (inferior a 0,4%), porém todas as amostras apresentaram de 6 a 9% de porosidade fechada. Como o valor de porosidade aberta foi semelhante em todas as amostras, verifica-se que não só a quantidade de poros está influenciando o manchamento, mas também o seu formato, tamanho e distribuição dos tamanhos.

Tabela 5.24: Porosidade total, aberta e fechada dos porcelanatos em estudo.

Amostra	Porosidade Total (%)	Porosidade Aberta (%)	Porosidade Fechada (%)
NPBRAN	6,23±0,14	0,39±0,11	5,84±0,06
NPGRAF	9,46±0,17	0,30±0,03	9,15±0,18
NNGRAF	8,32±0,09	0,37±0,09	7,96±0,05
NPSAB	ERRO	0,25±0,04	ERRO
ENTRAT	6,57±0,08	0,27±0,08	6,30±0,08
EPTEN	6,95±0,06	0,34±0,07	6,61±0,02
EPNEV	8,37±0,11	0,37±0,12	8,01±0,05
IPPAR	9,11±0,10	0,21±0,05	8,89±0,12
INBAR	ERRO	0,36±0,09	ERRO
IPBAR	8,61±0,06	0,30±0,07	8,34±0,05

* Os ensaios com erro significam que a densidade real foi menor que a densidade aparente.

5.4 ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DAS PEÇAS MANCHADAS

A Figura 5.5 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra EPNEV manchada com óxido de ferro e lavada com água quente. No item (a) da figura, observa-se a presença de poros de diferentes tamanhos distribuídos na superfície da amostra, bem como a presença de algumas “crateras”, as quais retêm quantidade razoável de agente manchante. O item (b) apresenta uma ampliação da imagem de uma das “crateras” e a presença de algumas trincas de pequena dimensão. Estas “crateras” provavelmente são provenientes de bolhas que surgem durante a sinterização do produto em presença de grande quantidade de fase líquida e atingem a superfície. O porcelanato apresenta uma composição média com cerca de 55% de fase vítrea. Dependendo da viscosidade desta fase, bolhas podem se formar e subir para a superfície durante a queima. Algumas bolhas conseguem atingir a superfície, outras ficam retidas no corpo cerâmico e podem ser abertas durante o polimento. Durante a etapa de polimento, devido a grande quantidade de fase vítrea presente, poderão surgir tensões internas acarretando no aparecimento de trincas (conforme Figura 5.5 (b)), as quais também contribuem para o manchamento das amostras.

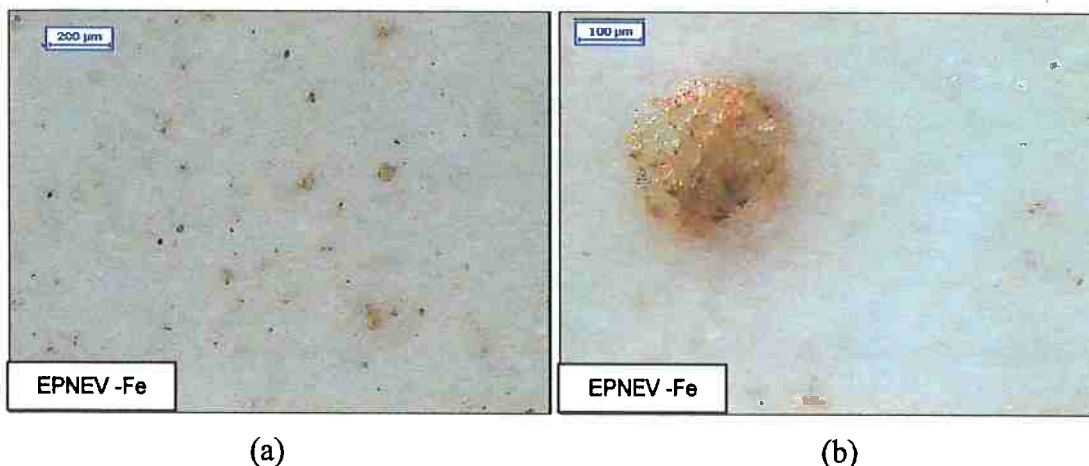


Figura 5.5: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.

A Figura 5.6 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra EPTEN manchada com óxido de cromo e lavada com água quente. Neste caso verifica-se comportamento análogo ao descrito anteriormente, ou seja, presença de poros de diversos tamanhos e “crateras”.

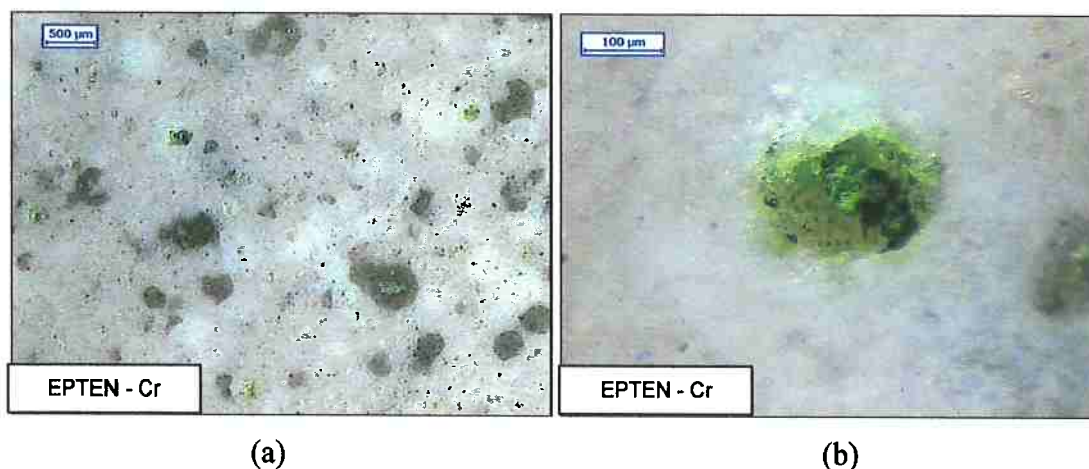


Figura 5.6: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óxido de cromo e lavada em água quente.

A Figura 5.7 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra EPNEV manchada com óleo de oliva e lavada com água quente, onde se observa a presença de um poro ocluso na fase vítrea.



Figura 5.7: Análise de imagens da amostra EPNEV manchada com óleo de oliva e lavada em água quente.

A Figura 5.8 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra INBAR padrão (sem manchamento). Verifica-se, nesta figura, um aspecto de rugosidade da superfície da amostra, o que já era esperado, visto que a superfície não é polida. Neste caso também se observa a presença de poucos poros grandes, decorrentes provavelmente de bolhas durante a queima.

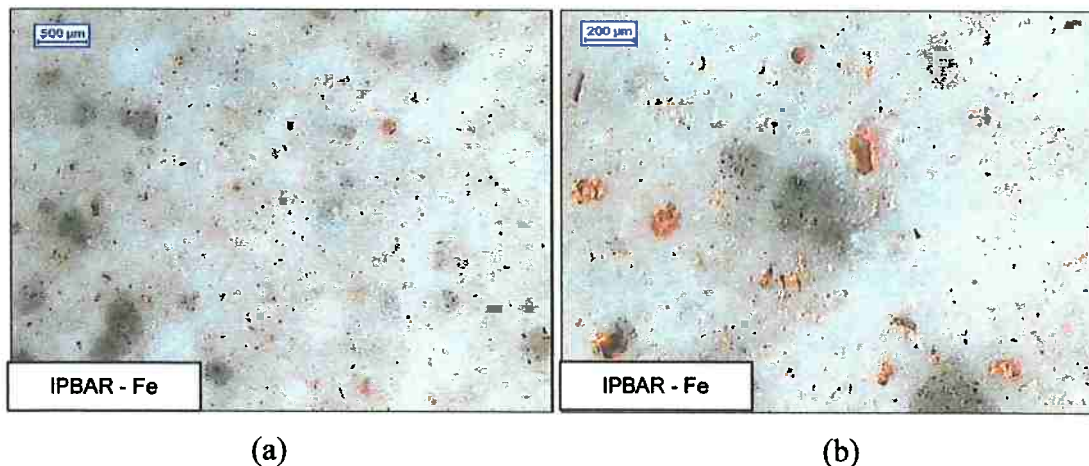


(a)

(b)

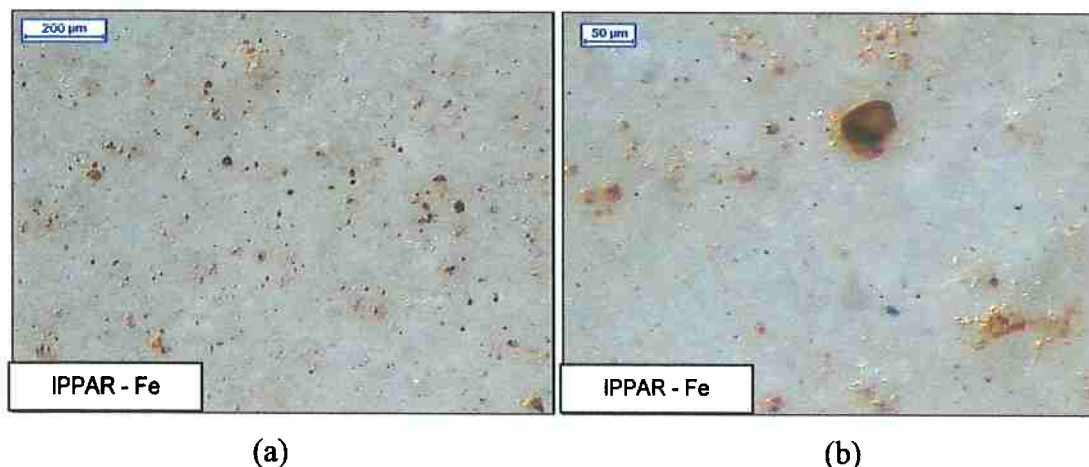
Figura 5.8: Análise de imagens da amostra INBAR padrão (sem manchamento).

A Figura 5.9 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra IPBAR manchada com óxido de ferro e lavada com água quente. Nesta figura novamente se verifica a presença de poros de diferentes tamanhos e de “crateras”. É interessante observar que esta amostra é a INBAR polida, ou seja, com o polimento há a abertura de porosidade fechada e de algumas bolhas internas de grande dimensão. Parte desta porosidade também pode estar sendo gerada devido a um possível arrancamento de grãos durante o polimento.



(a) (b)
Figura 5.9: Análise de imagens da amostra IPBAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.

A Figura 5.10 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra IPPAR manchada com óxido de ferro e lavada com água quente. Verifica-se a presença de maior quantidade de poros de maior tamanho distribuídos uniformemente, o que pode ter contribuído para a maior suscetibilidade ao manchamento desta amostra.



(a) (b)
Figura 5.10: Análise de imagens da amostra IPPAR manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.

A Figura 5.11 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra NNGRAF padrão (sem manchamento). A superfície desta amostra também apresenta rugosidade (não polimento) e algumas bolhas.

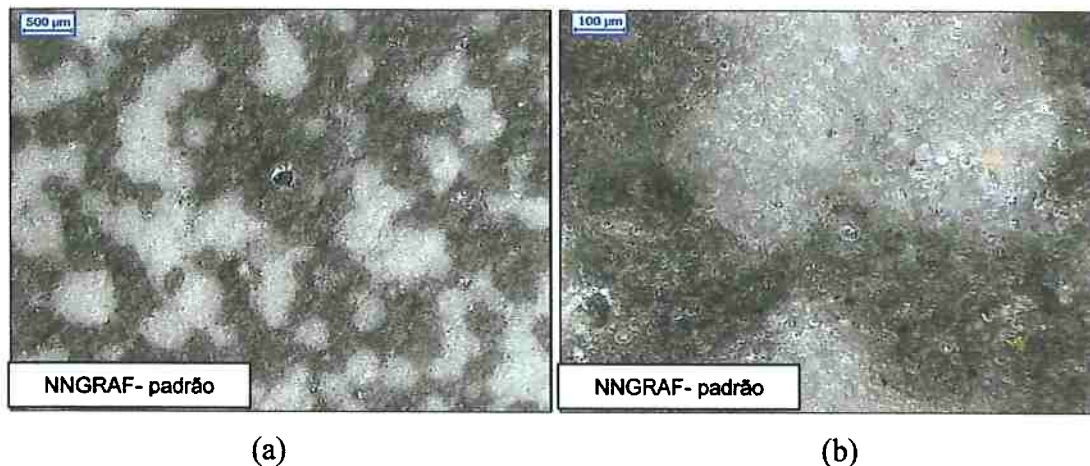


Figura 5.11: Análise de imagens da amostra NNGRAF padrão (sem manchamento).

A Figura 5.12 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra NPBRAN manchada com óxido de ferro e lavada com água quente. A quantidade de poros presentes na superfície também é alta, porém os poros são de menor tamanho e não se verifica a presença de “crateras”.

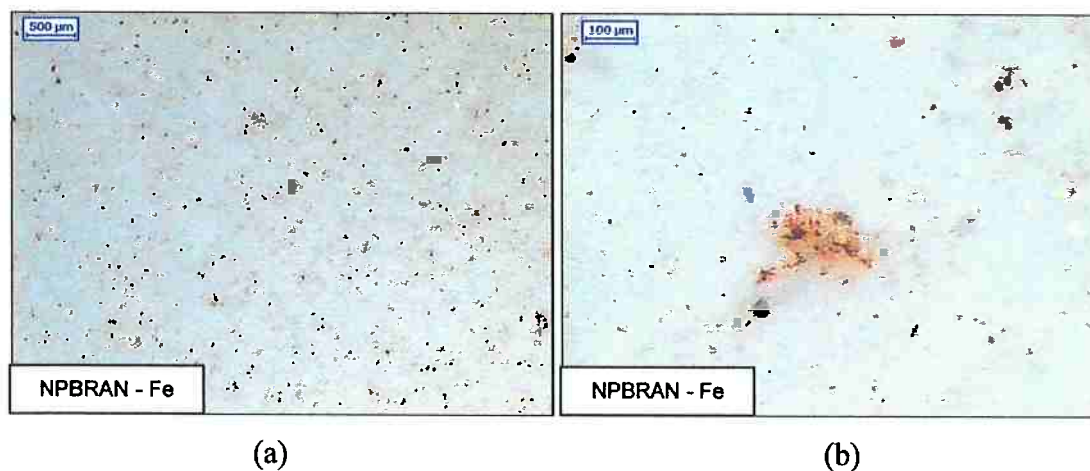


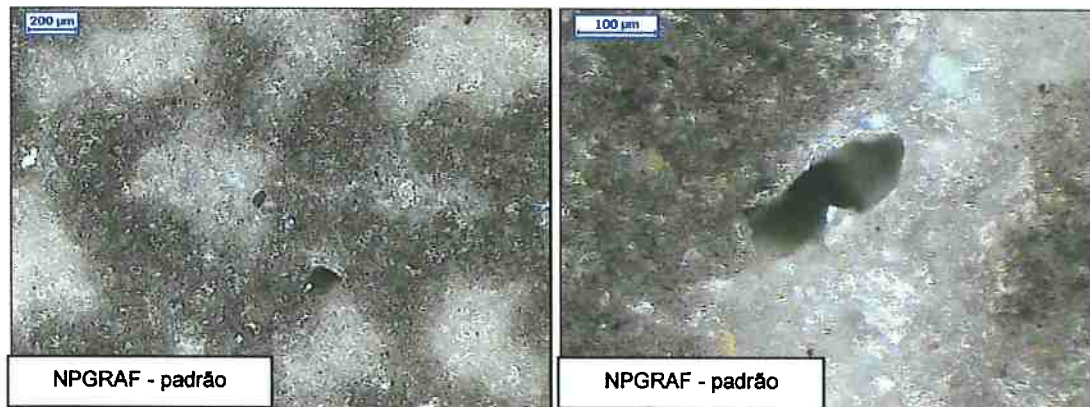
Figura 5.12: Análise de imagens da amostra NPBRAN manchada com óxido de ferro e lavada em água quente.

A Figura 5.13 apresenta o resultado da análise de imagem da seção transversal da amostra NPBRAN não manchada, onde se observa claramente a existência de porosidade oclusa.



Figura 5.13: Análise de imagens da amostra da seção transversal da amostra NPBRAN.

A Figura 5.14 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra NPGRAF padrão (não manchada). Nesta figura também se verifica a presença de “crateras”.

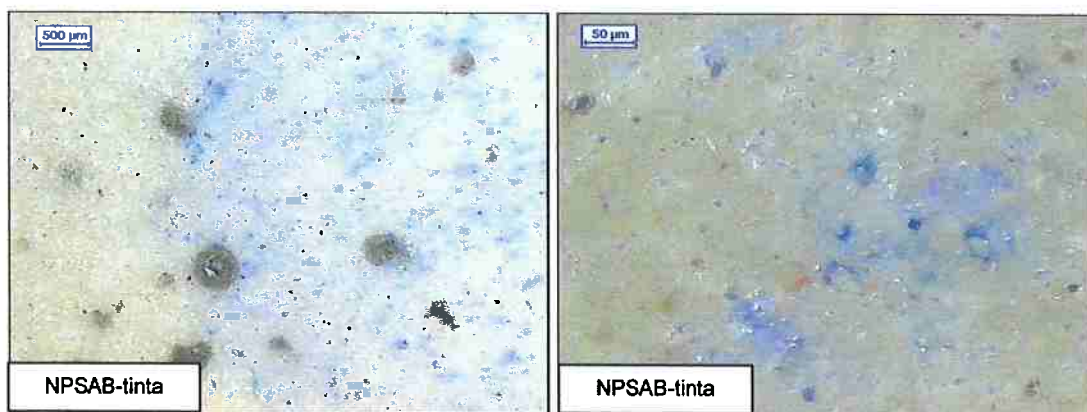


(a)

(b)

Figura 5.14: Análise de imagens da amostra NPGRAF padrão (sem manchamento).

A Figura 5.15 apresenta o resultado da análise de imagem da amostra NPSAB manchada com tinta de caneta e lavada com água quente. A imagem (a) mostra a interface entre a região manchada por tinta e a região sem manchamento. Também se verifica a presença de poros de menor tamanho distribuídos uniformemente e ausência de “crateras”.



(a)

(b)

Figura 5.15: Análise de imagens da amostra NPSAB manchada com tinta de caneta e lavada em água quente.

5.5 COMPARAÇÃO DOS AGENTES DE LIMPEZA

Como os agentes utilizados são de uso doméstico e não possuem uma classificação para se comparar a eficácia de cada um deles, um ensaio com as amostras mais claras foram feitas para se verificar a facilidade de limpeza de cada um dos agentes com o respectivo agente manchante, o que pode ser compilado nas tabelas a seguir (Tabela 5.25 até Tabela 5.27).

Observando a Tabela 5.25 observa-se que os agentes que mais manchas removem são: OMO e Ajax, porém nenhum agente de limpeza foi capaz de remover a mancha de tinta de caneta, para nenhuma das amostras.

Tabela 5.25: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra IPPAR.

Tipo de mancha	Veja	Água Sanitária	Agentes de limpeza			
			OMO	Cif	Ajax	Brilhante
Catchup	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu
Mostarda	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu
Molho inglês	Não removeu	Não removeu	Removeu	Não removeu	Removeu	Não removeu
Café	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Mancha pouco visível	Não removeu
Graxa	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Não removeu	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível
Óleo de carro	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Não removeu
Tinta de caneta	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu

Para o porcelanato NPBRAN o melhor agente de limpeza foi o brilhante, Tabela 5.26, que apesar de não remover a mancha de tinta de caneta remove todas as outras, o OMO e o Ajax não são tão eficientes neste tipo de porcelanato.

Tabela 5.26: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra NPBRAN.

Tipo de mancha	de	Veja	Agentes de limpeza				
			Água Sanitária	OMO	Cif	Ajax	Brilhante
Catchup		Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu
Mostarda		Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu
Molho inglês		Mancha pouco visível	Não removeu	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Removeu
Café		Não removeu	Mancha pouco visível	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Removeu
Graxa		Removeu	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Removeu	Removeu	Removeu
Óleo de carro		Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu	Removeu
Tinta caneta	de	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu

Para o porcelanato espanhol, EPNEV, os agentes de limpeza são todos muito ineficientes, como pode ser observado na Tabela 5.27, que mostra que somente três agentes manchante são capaz de remover manchas, e mesmo assim só a mancha de óleo de carro é que poder ser removida, as outras não são removíveis com estes agentes de limpeza para este porcelanato.

Tabela 5.27: Teste de limpabilidade para os agentes manchantes e agentes de limpeza não contidos na norma, utilizando amostra EPNEV.

Tipo de mancha	de	Veja	Agentes de limpeza				
			Água Sanitária	OMO	Cif	Ajax	Brilhante
Catchup		Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu
Mostarda		Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu
Molho inglês		Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu
Café		Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu
Graxa		Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu
Óleo de carro	de	Removeu	Mancha pouco visível	Mancha pouco visível	Removeu	Mancha pouco visível	Removeu
Tinta caneta	de	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu	Não removeu

Com este estudo podemos perceber que a limpabilidade não está só relacionada com o produto, agente de limpeza e ingrediente ativo, e sim com a mancha e com a superfície da peça, neste caso o que deveria ser feito para se analisar a limpabilidade de superfícies seria um estudo com todos os agentes de limpeza e manchas para cada peça, não só para verificar a limpabilidade mas também para orientar e para normatizar os ensaios.

Portanto, as classificações de manchamento com estes agentes manchante e de limpeza não seriam um bom parâmetro para utilização em normas técnicas, mas demonstram de forma satisfatória a qualidade das peças, indicando um parâmetro qualitativo da facilidade de limpeza dos porcelanatos. Fator que é utilizado para a comparação com a microestrutura da superfície das peças no próximo item.

5.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DOS PORCELANATOS

Para que fosse possível entender como os poros são, foram feitas análises com microscopia eletrônica de varredura, e foram observadas as superfícies dos diversos tipos de porcelanatos com dois aumentos principalmente, 200 vezes e 2400 vezes. Nesta seção apresentaremos detalhes que são mais relevantes das

micrografias, poros e superfícies rugosas, com o aumento que melhor apresentar a característica desejada de se observar.

Observando a Figura 5.16, observa-se que o poro encontrado na superfície da amostra apresenta uma profundidade grande, e seu interior é muito rugoso, o que sugere que a limpabilidade deste porcelanato deve ser mais difícil, o que realmente ocorre quando analisarmos os outros ensaios realizados neste trabalho. O aspecto do poro sugere também que sua profundidade seja muito maior que o diâmetro, o que dificulta a entrada dos agentes de limpeza, ajudando a manter o agente manchante fora do contato do agente de limpeza.

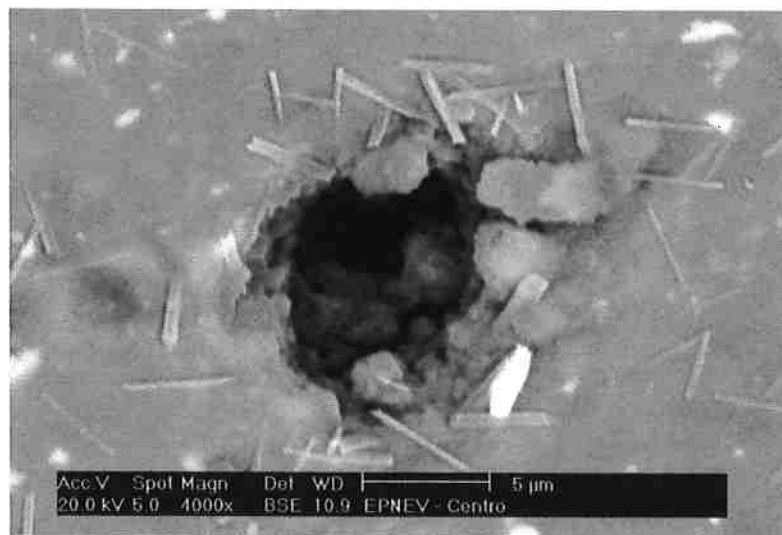


Figura 5.16: Microscopia eletrônica de varredura da amostra EPNEV, com aumento de 4000x e com o uso de elétrons retro-espalhados.

Na Figura 5.17 da amostra IPPAR pode se observar a diferença entre o formato dos poros, o tamanho dos poros desta amostra são maiores, mais abertos, mas também apresentam uma profundidade considerável e uma rugosidade da superfície interna que dificulta a eliminação das manchas. É possível de se ver que há um estreitamento da abertura do poro, devido a região de sua borda ser mais clara que as outras. Elétrons secundários são emitidos com mais intensidade em superfícies agudas, o que leva a inferir que a porosidade é maior que o cesso a ela.

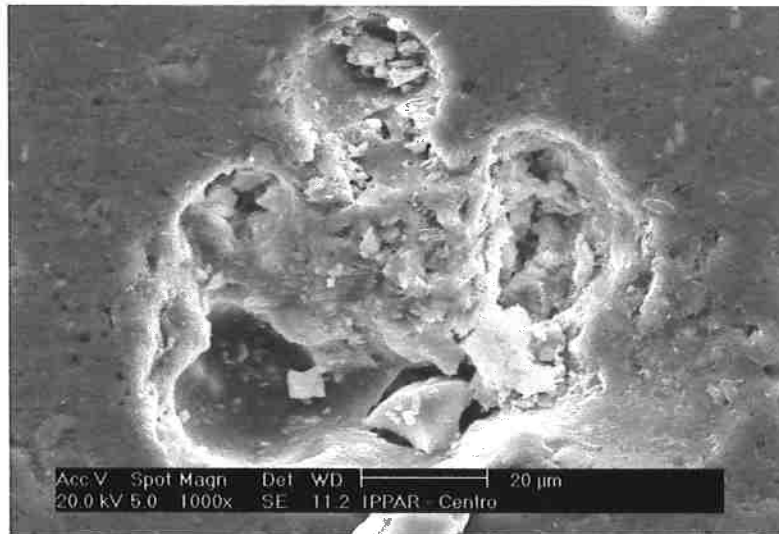


Figura 5.17: Microscopia eletrônica de varredura da amostra IPPAR, com aumento de 1000x e com o uso de elétrons secundários.

O produto nacional possui qualidades superiores aos produtos importados, como pode ser observado nos ensaios de manchamento, e poder ser comparado com o formato e profundidade dos poros encontrados na superfície das amostras, a Figura 5.18 mostra o poro, que apresenta profundidade pequena e é um poro sem ramificações, o que facilita a limpeza da superfície manchada, já que os agentes que mancham com maior facilidade são os agentes de ação penetrante e de formação de película.



Figura 5.18: Microscopia eletrônica de varredura da amostra NPBRAN, com aumento de 2400x e com o uso de elétrons secundários.

Podemos comparar através da Figura 5.19 as diferenças entre os três produtos de coloração clara e tinta única, claramente a Figura 5.19(a), da amostra nacional, possui um número de poros muito maior que as outras duas, e como o volume de poros é praticamente o mesmo a profundidade deles é menor, como observado na Figura 5.18. Entre as duas micrografias de produtos importados observamos ainda que o tamanho dos poros da amostra IPPAR, Figura 5.19(c), são maiores que os poros da amostra EPNEV, Figura 5.19(b).

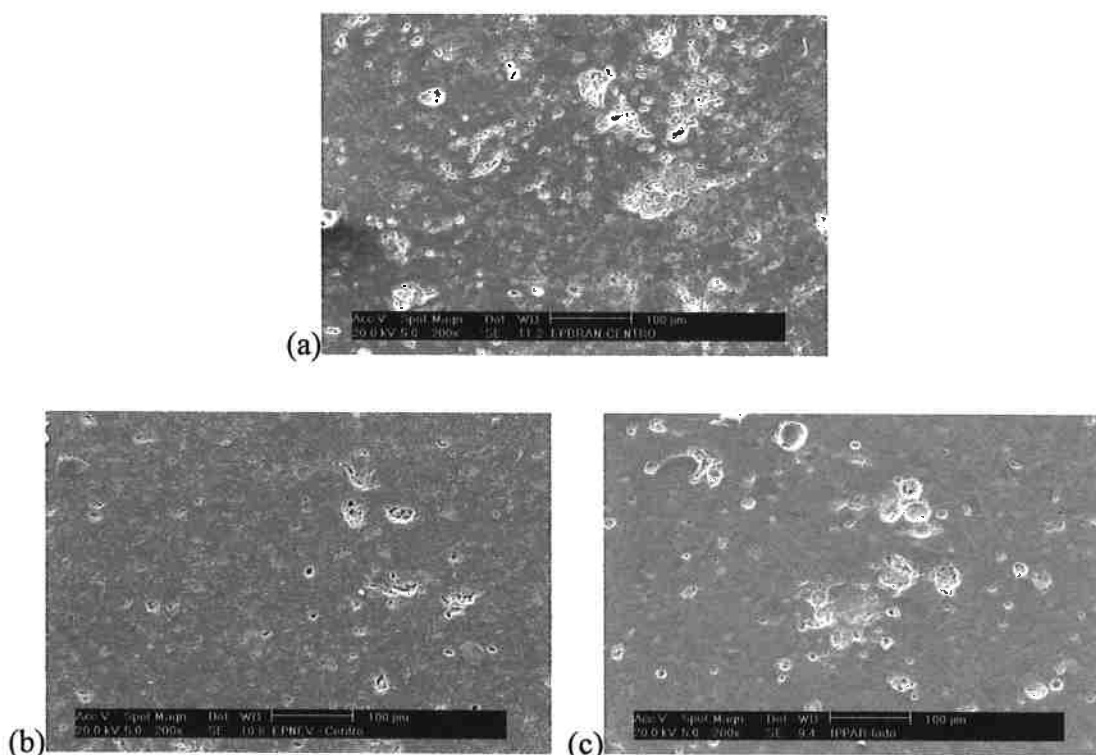


Figura 5.19: Microscopia eletrônica de varredura das amostras: (a) NPBRAN, (b) EPNEV e (c) IPPAR, todas com aumento de 2400x e com o uso de elétrons secundários.

Como observado nos ensaios de manchamento a limpabilidade de porcelanatos diminui com o processo de polimento, para discutir este aspecto serão feitas comparações com as amostras que possuem peças naturais e polidas, comparando-se suas superfícies.

É interessante notar que a porosidade das peças naturais são em menor quantidade, e os poros são geralmente maiores e suas aberturas também, podendo ser observada sua distribuição na superfície da amostra através da Figura 5.20, que compara lado a lado as figuras de microscopia eletrônica de varredura, com elétrons

secundários e com aumento de 200x, das amostras da Figura 5.20(a) NNGRAF e Figura 5.20(b) NPGRAF, indicando um aumento considerável na quantidade de poros na superfície da peça. É possível também observar que os poros da amostra polida (NPSAB) possuem uma borda mais clara que os da amostra natural, o que indica uma acentuação no aspecto da entrada do poro ser menor que o poro em si.

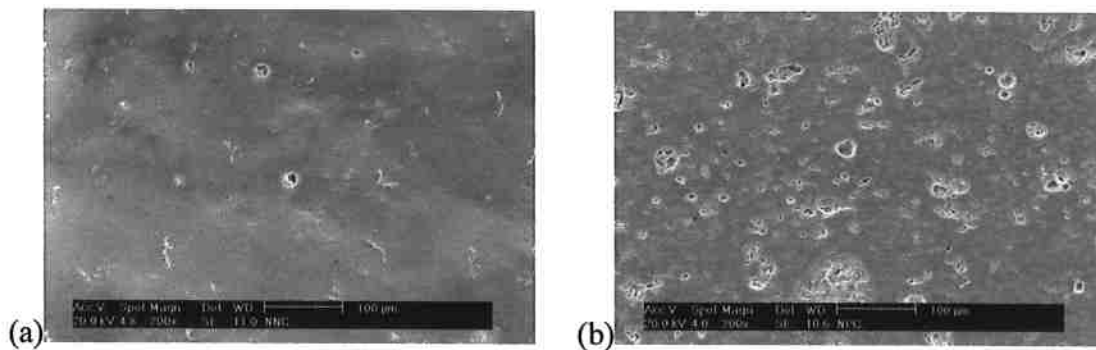


Figura 5.20: Microscopia eletrônica de varredura das amostras (a)NNGRAF e (b)NPGRAF, com aumento de 200x e com o uso de elétrons secundários.

Este fenômeno também é observado nas amostras italianas na figura 5.21, porém a amostra natural Figura 5.21(a)INBAR possui uma característica diferente das outras naturais, a sua superfície é extremamente rugosa, não com porosidades, mas com um relevo suave. Contudo o processo de polimento ainda sim produz porosidade que não existia, indicando que a porosidade é aberta durante a etapa de polimento do porcelanato, o que pode ser observado na Figura 5.21(b)

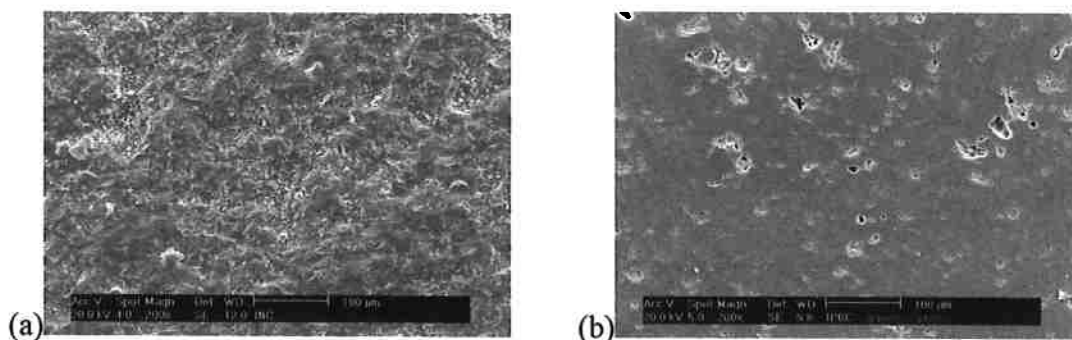


Figura 5.21: Microscopia eletrônica de varredura das amostras (a)INBAR e (b)IPBAR, com aumento de 200x e com o uso de elétrons secundários.

Observando-se as amostras espanhóis, figura 5.22(a) e 5.22(b), depreendemos os mesmos fenômenos observados para os outros porcelanatos a superfície natural,

que no caso do espanhol foi retificada, apresenta quase nenhuma porosidade, e apresenta um relevo pequeno e com alguns picos, já o porcelanato polido, figura 5.22(b), apresenta um relevo com porosidade e sem picos. Os poros observados para a amostra EPTEN, são de grandes dimensões e com pouca profundidade, como pode ser observado na figura 5.23, na qual é mostrado um poro da amostra EPTEN; o poro apresenta diâmetro grande e pequena profundidade, e sua borda é relativamente aos outros porcelanatos menos fechada, isto é, a abertura do poro é quase do mesmo tamanho do diâmetro do mesmo, o que explica a facilidade de limpeza deste tipo de porcelanato em relação aos outros porcelanatos espanhóis e em relação aos nacionais e italianos com coloração parecida.

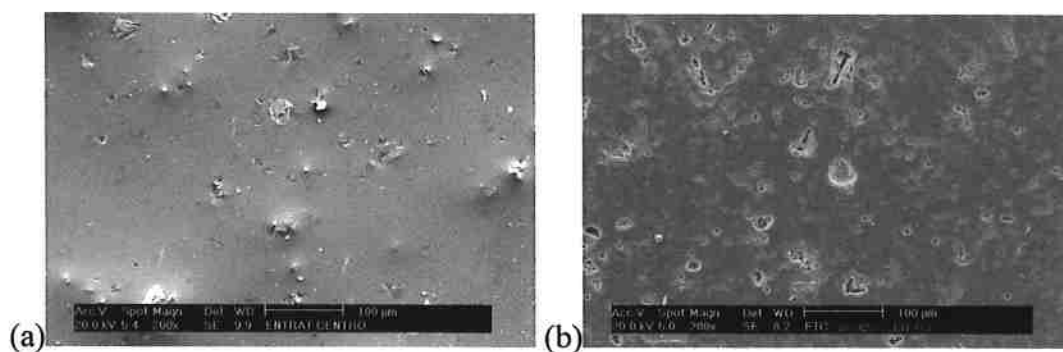


Figura 5.22: Microscopia eletrônica de varredura das amostras (a)ENTRAT e (b)EPTEN, com aumento de 200x e com o uso de elétrons secundários.

A partir da figura 5.23 pode ser visto que os poros da amostra EPTEN são de grandes dimensões, possuindo uma cavidade com pouca rugosidade e sem grandes trincas ou inter-conexões com outros poros, o que facilita a etapa de limpeza das peças.

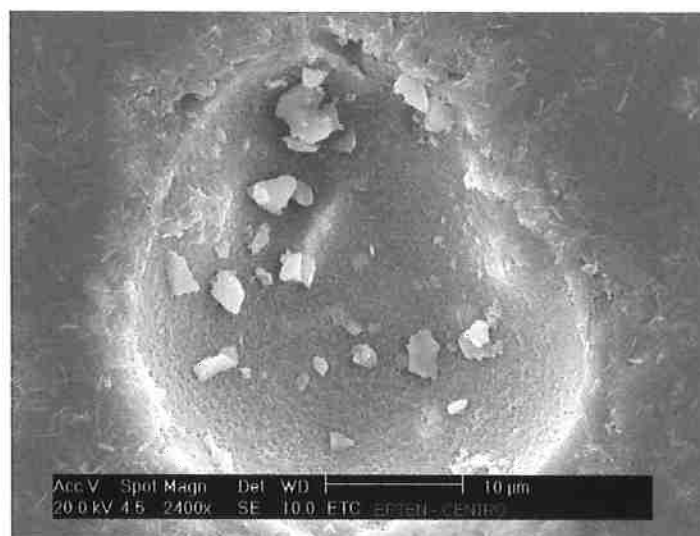


Figura 5.23: Microscopia eletrônica de varredura da amostra EPTEN, com aumento de 2400x e com o uso de elétrons secundários.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que a suscetibilidade ao manchamento dos porcelanatos não está relacionada apenas a abertura de porosidade fechada durante o polimento, mas também devido à presença de bolhas que sobem à superfície da amostra decorrente provavelmente da alta viscosidade da fase vítrea, que pode ser corrigido mudando-se a composição das matérias-primas, ou aumentando-se a temperatura de queima, o que é um dos fatores críticos na produção, não podendo ser alterada sem um estudo preliminar de qual seria a influência nas características da peça e o impacto nos custos de produção.

Além disso, durante a etapa de polimento, tensões internas são geradas nesta fase vítrea proporcionando a presença de pequenas trincas que favorecem o manchamento, pois são regiões que possuem um acesso muito limitado e uma profundidade que pode ser várias vezes maior que a espessura da trinca; que acabam dificultado a penetração do agente de limpeza.

Dos agentes manchantes adicionais utilizados somente a tinta de caneta e o molho inglês apresentaram-se de forma a acrescentar alguma informação à norma NBR 13.818, os outros não tiveram muito impacto no manchamento, apresentando menos incidência de manchas. Dos agentes de limpeza de uso doméstico nenhum apresentou características de limpeza que foram surpreendentes, isto é, não houve limpeza significativa dos produtos de uso doméstico que não possa ser conseguida com os agentes de limpeza da norma supracitada. Sendo o que, não tem-se nada a acrescentar à norma em relação aos produtos de limpeza; tem-se sim que acrescentar a necessidade da execução de um teste mais amplo, indicando além da limpabilidade a facilidade de limpeza da superfície de um produto, o que pode ser um fator relevante no uso diário de peças de porcelanato.

Uma dificuldade encontrada durante o desenvolvimento do trabalho foi a indisponibilidade de equipamento de análise de imagens no Departamento de Materiais do IPEN. Sendo assim foi necessária a realização de tal análise na indústria, no caso ALCOA Alumínio S/A – Poços de Caldas (MG).

A análise de imagem tornou possível a verificação da existência de bolhas e trincas, além dos poros, o que direciona os estudos para a eliminação de bolhas na fase vítrea, ao passo que a existência de poros levaria a uma outra abordagem.

Com a utilização do MEV pôde-se avaliar de forma não muito aprofundada o formato e a superfície dos poros, foi possível de se perceber que realmente a forma dos poros é um fator muito importante no manchamento e na limpabilidade das peças cerâmicas, os produtos com poros muito profundos e com abertura estreita possuem uma limpabilidade muito baixa, já que é muito difícil a penetração do agente de limpeza na região onde se encontra a mancha.

Poros grandes, grandes aberturas e pequena profundidade, porém, tornam a etapa de limpeza muito mais fácil e eficiente, como podemos observar nas amostras EPTEN, que possuem poros rasos e com abertura muito maior que a profundidade do mesmo.

Quando se fala na etapa de polimento dos porcelanatos diz-se que abre a porosidade, mas muito além disso, esta etapa acaba por abrir também as bolhas que não chegaram a superfície durante a queima do material, devido a alta viscosidade da fase vítrea, estas bolhas são abertas no polimento, o que pode ser observado com a comparação entre as amostras polidas e naturais dos mesmos tipos de porcelanato.

Para poder entender melhor e propor soluções para o problema do manchamento de porcelanatos um estudo detalhado das etapas de processamento deveria ser feito em conjunto com indústrias produtoras, com isso seria possível entender a influência da compactação e da viscosidade da fase vítrea, bem como uma análise da etapa de polimento, que como foi levantado por TUCCI, A. e ESPÓSITO, L.¹⁷, tem uma influência muito grande da forma como o polimento é executado. Porém estudos deste gênero fogem do escopo deste trabalho, e se apresentam muito complexos e trabalhosos, demandando mais tempo e uma colaboração das empresas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- PASCHOAL, J. O. A.; PASQUALINI, D. A.; VASCONCELLOS, E. – *Competitividade e Inovação Tecnológica – Um estudo do setor de revestimento cerâmico* – Projeto apresentado à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo para conclusão do curso de MBA Executivo Internacional – São Paulo, 1997.
- 2- PASCHOAL, J. O. A.; MENEGAZZO, A. P. M. – *Panorama do Setor de Revestimento Cerâmico Brasileiro* – Cerâmica Informação, Nº 2/3, p. 81-87, 1999.
- 3- *Catálogo Informativo sobre o Panorama da Indústria Cerâmica Brasileira* : “Ceramic Tiles from Brazil your best choice” – ANFACER, 2000.
- 4- LEMOS, A.; VIVONA, D. – *Visão Estratégica do Setor de Revestimentos Cerâmicos, Mercadológica e Tecnológica, em Busca da Consolidação da Competitividade Internacional* – Cerâmica Industrial, 02(03/04), Maio/Agosto, p. 10-18, 1997.
- 5- BIFFI, G. – *Gres Porcellanato – Tecnologia, Produzione, Mercato* – Gruppo Editoriale Faenza Editrice S. p. A., Faenza/Itália, 1994.
- 6- SALLER, M. – *It’s all tiled up for Italy and Spain* – Industrial Minerals, p. 43-51, 1999.
- 7- Informativo via Internet (topz@topz.com.br) – *Eliane aumenta a Produção de Grés Porcelanato*, abril,1999.
- 8- HECK, C. – *Gres Porcelanato* – Cerâmica Industrial, 01(04/05), Agosto/Dezembro, p. 21-24, 1996.
- 9- BIFFI, G. – *IL Gres Porcellanato – Manuale di Fabbricazione e Tecniche di Impiego* – Gruppo Editoriale Faenza Editrice S.p.A., Faenza/Itália, 1997.
- 10- OLIVEIRA, A. P. N. – *Grês Porcelanato: Aspectos Mercadológicos e Tecnológicos* – Cerâmica Industrial, 03(03), Maio/Junho, p.34-41, 1998.
- 11- NASSETTI, G.; PALMONARI, C. – *La decorazione del grès porcellanato* – Ceramica Acta, n.5, p. 15-21, 1997.
- 12- BRESCIANI, A.; BRUSA, A.; FEDERICI, M. – *Pastas de Gres Porcelánico Decoradas Com Sales Solubles. Indicaciones para Optimizar la Composición*

- Anais da QUALICer'98, Castellón/Espanha, 1998.
- 13- FERRER C.; BÁGAN, V.; ESCARDINO, A.; BARBA, A., FELÍU, C.; IBÁÑEZ, M.J. – *Mejora de las propiedades superficiales de las piezas de gres porcelánico* - Anais da QUALICer'98, Castellón/Espanha, 1998.
- 14- BELTRAN, V.; FERRER, C.; BAGAN, V.; SÁNCHEZ, E.; GARCIA, J.; MESTRE, S. – *Influence of Pressing Powder Characteristics and Firing Temperature on The Porous Microstructure and Stain Resistance of Porcelain Tile* – Ceramica Acta, N°4-5, p. 37-51, 1996.
- 15- NEGRE, F.; SÁNCHEZ, E.; GÁRCIA--, J.; GINÉS, F.; CARTY, W.M. – *Evaluating Lamination in Porcelain Tile – I, Measurement* – The American Ceramic Society Bulletin, Janeiro, 1998.
- 16- DONDI, M.; ERCOLANI, G.; MELANDRI, C.; MINGAZZINI, C.; MARSIGLI, M. – *The Chemical Composition of Porcelain Stoneware Tiles and its Influence on Microstructural and Mechanical Properties* – Interceram, Vol. 48, N° 2, p. 75-83, 1999.
- 17- TUCCI, A. e ESPÓSITO, L. – *Pulimentación de baldosas de gres porcelánico: aspectos superficiales* – Anais do QUALICer'2000, p. 127-136. Castellón, 2000.

8 ANEXO

Tabela 8.1: Etapas de limpeza para agentes manchantes e de limpeza não contidos na norma NBR 13.818 anexo G

Amostra	Agente manchante	Observação	Água Quente	Detergente	Ajax / Veja	Brilhante / Veja Limpeza pesada	Água Sanitária	CIF	OMO	
NPBRAN	Café	Mancha fraca, no meio da peça	Mancha perceptível, observável caixa de observação.	Mancha pouco perceptível, observável caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha				
	Mostarda	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha						
	Catchup	Mancha escura na peça e de intensidade média.	Mancha suave observável na caixa de observação	A intensidade diminuiu, perceptível a olho nu.	Não foi notada a presença de mancha					
	Molho Inglês	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha						
	Vinagre	Mancha forte e concentrada	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						
	Tinta de caneta	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não houve alteração da mancha	Diminuição da intensidade mancha.	Não houve alteração da mancha	Não houve alteração perceptível na intensidade da mancha	A intensidade da mancha diminuiu observável na caixa de observação	
	Óleo de carro	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						
	Graxa	Mancha fraca, decoração difícil a observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
	NPSAB	Café	Mancha fraca, decoração difícil a observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha			
		Mostarda	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
Catchup		Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha						
Molho Inglês		Intensidade decoração difícil a observação	Intensidade decoração difícil a observação	Melhorou o aspecto da mancha, mas ainda é observável a olho nu	Não houve alteração da mancha	Diminuição da intensidade visível na caixa de observação	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha	
Vinagre		Suave, observável na caixa de observação	Suave, observável na caixa de observação	Suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
Tinta de caneta		Mancha forte, perceptível a olho nu	Mancha forte, perceptível a olho nu	Intensidade diminuiu	Não ha alteração da intensidade	Intensidade diminuiu	Pequena diminuição da intensidade	Não houve alteração da intensidade	Diminui a intensidade, mas não desaparece.	
Óleo de carro		Mancha difusa observável na caixa de observação.	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						
Graxa		Mancha difusa observável na caixa de observação.	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						

Amostra	Agente manchante	Observação	Água Quente	Detergente	Ajax / Veja	Brilhante / Veja Limpeza pesada	Água Sanitária	CIF	OMO
NNGRAF	Café		Não foi notada a presença de mancha						
	Mostarda		Não foi notada a presença de mancha						
	Catchup		Não foi notada a presença de mancha						
	Molho Inglês		Não foi notada a presença de mancha						
	Vinagre		Não foi notada a presença de mancha						
	Tinta de caneta		Não foi notada a presença de mancha						
	Óleo de carro		Não foi notada a presença de mancha						
	Graxa		Não foi notada a presença de mancha						
	Café	Mancha fraca, pouco observável	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
	Mostarda	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
Catchup	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha						
NPGRAF	Molho Inglês	Mancha média, concentrada no centro	Mancha suave, observável na caixa de observação	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha				
	Vinagre	Mancha suave observável na caixa de observação	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
	Tinta de caneta	Mancha forte, observável a olho nu	Mancha forte, observável a olho nu	Diminuição da intensidade	Não foi notada a presença de mancha				
	Óleo de carro	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						
	Graxa	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha						
IPBAR	Café	Mancha suave (observada na caixa de observação), e fraca em algumas peças	Mancha suave observada na caixa de observação	Não foi notada a presença de mancha					
	Mostarda	Mancha fraca em algumas peças	Não foi notada a presença de mancha						
	Catchup	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não houve melhoria na aparência da peça	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não foi notada a presença de mancha				

Amostra	Observação	Agente manchante	Água Quente	Detergente	Ajax / Veja	Brilhante / Veja Limpeza pesada	Água Sanitária	CIF	OMO
Molho Inglês	Mancha forte, bem definida	Houve melhora no aspecto da peça	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	A intensidade da mancha diminuiu sensivelmente	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha
Vinagre	Mancha com intensidade média na peça	diminuição da intensidade da mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	houve diminuição da intensidade da mancha	houve diminuição da intensidade da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha
Tinta caneta	Forte mancha concentrada na peça	Não houve alteração no aspecto da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	houve diminuição da intensidade da mancha	houve diminuição da intensidade da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha
Óleo de carro	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha
Graxa	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha
Café	Mancha com intensidade média concentrada	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha
Mostarda	Mancha com intensidade média concentrada	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha
Catchup	Mancha suave, observável na caixa de observação	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha
Molho Inglês	Mancha com intensidade média concentrada	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha	Diminuição da intensidade da mancha
Vinagre	Mancha de intensidade fraca	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível	Diminuição da intensidade, mancha ainda visível
Tinta caneta	Mancha de intensidade forte	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas	Diminuição da intensidade manchas
Óleo de carro	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha
Graxa	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha
Café	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha	Não foi notada a presença de mancha

ENTRAT

Amostra	Agente manchante	Observação	Detergente	Ajax / Veja	Brilhante / Veja Limpeza pesada	CIF	OMO
		Água Quente					
	Mostarda	Não foi notada a presença de mancha					
	Catchup	Não foi notada a presença de mancha					
	Molho Inglês	Não foi notada a presença de mancha					
	Vinagre	Não foi notada a presença de mancha					
	Tinta de caneta	Não foi notada a presença de mancha					
	Óleo de carro	Não foi notada a presença de mancha					
	Graxa	Não foi notada a presença de mancha					
	Café	Não foi notada a presença de mancha					
	Mostarda	Não foi notada a presença de mancha					
	Catchup	Não foi notada a presença de mancha					
	Molho Inglês	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Mancha difusa observável na caixa de observação.	Não foi notada a presença de mancha			
EPTEN	Vinagre	Não foi notada a presença de mancha					
	Tinta de caneta	Mancha de intensidade alta	Diminuição de intensidade das manchas	Não houve alteração do aspecto das manchas	Não houve alteração no aspecto da mancha		
	Óleo de carro	Não foi notada a presença de mancha					
	Graxa	Não foi notada a presença de mancha					
EPNEV	Café	Intensidade média	Melhorou o aspecto da mancha, mas ainda é observável a olho nu	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha		Não houve alteração na mancha
	Mostarda	Intensidade média	Melhorou o aspecto da mancha, mas ainda é observável a olho nu	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não houve alteração na mancha		Não houve alteração na mancha
	Catchup	Intensidade média	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não houve alteração na mancha		Não houve alteração na mancha
	Molho Inglês	Intensidade forte	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não houve alteração na mancha		Não houve alteração na mancha

Amostra	Observação	Agente manchante	Água Quente	Detergente	Ajax / Veja	Brilhante / Veja Limpeza pesada	Água Sanitária	CIF	OMO
Vinagre	Intensidade média		Melhorou o aspecto da mancha, mas ainda é observável a olho nu	Não houve alteração do aspecto da mancha	Diminuição da intensidade visível na caixa de observação	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha
Tinta caneta	Intensidade forte		Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração do aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração no aspecto da mancha	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha	Não houve alteração na mancha
Óleo de carro	Mancha intensidade fraca		Melhorou o aspecto da mancha, visível	Não foi notada a presença de mancha					
Graxa	Mancha intensidade fraca		Melhorou o aspecto da mancha, visível	Não foi notada a presença de mancha					