

Título

Comparativo Técnico entre Mármore Natural e Superfícies de Quartzo

Vanessa Cristina Soares, Engenharia Civil, Centro Universitário Integrado, Brasil

Rodrigo Gonçalves Ferreira da Silva, Engenharia Civil, Centro Universitário Integrado, Brasil, rodrigo.goncalves@grupointegrado.br

Este trabalho compara, sob enfoque técnico, o desempenho de um mármore natural (Michelangelo Nuvolato) e de uma superfície de quartzo (Quartzo Branco Dilean) para uso em ambientes internos, com ênfase em absorção de água, resistência ao manchamento e custo instalado. Foram preparados corpos de prova com acabamento polido e dimensões padronizadas. A absorção de água foi determinada por imersão controlada e pesagens em condição seca e saturada, permitindo estimativas de absorção e densidade aparente; a resistência ao manchamento foi avaliada por exposição a agentes domésticos (ex.: café, vinho, óleo) e limpeza escalonada. Complementarmente, realizou-se um comparativo orçamentário local com três fornecedores para um mesmo escopo (lavabo 100×50 cm). Os resultados indicaram menor absorção para a superfície de quartzo ($\approx 0,05\%$) e maior para o mármore ($\approx 0,21\%$), além de melhor desempenho do quartzo em manchamento, sobretudo frente a líquidos pigmentantes; o mármore mostrou maior suscetibilidade, coerente com sua microestrutura carbonática. No comparativo de preços, o quartzo apresentou menor custo médio nas cotações analisadas. Conclui-se que, para bancadas internas com alta exposição a pigmentos/umidade, a superfície de quartzo tende a oferecer melhor desempenho global; o mármore permanece viável quando valorizado o efeito estético, com especificação criteriosa de seladores e manutenção. Limitam o estudo o tamanho amostral e a necessidade de aderência integral aos protocolos normativos.

Palavras-chave: rochas ornamentais; mármore; superfície de quartzo; absorção de água; resistência a manchas; custos.

This study compares, from a technical standpoint, the performance of a natural marble (Michelangelo Nuvolato) and an engineered quartz surface (Quartzo Branco Dilean) for indoor applications, focusing on water absorption, stain resistance, and installed cost. Prismatic specimens with a polished finish and standardized dimensions were prepared. Water absorption was determined by controlled immersion and weighing in dry and saturated conditions, enabling estimates of absorption and bulk density; stain resistance was assessed by exposing the surfaces to common household agents (e.g., coffee, red wine, cooking oil) followed by a staged cleaning procedure. Additionally, a local cost comparison was conducted with three suppliers for an identical scope (a 100 × 50 cm lavatory top). Results indicated lower absorption for the quartz surface ($\approx 0.05\%$) and higher absorption for the marble ($\approx 0.21\%$), as well as superior stain performance for quartz, particularly against pigmented liquids; marble showed greater susceptibility,

consistent with its carbonate microstructure. In the price comparison, quartz presented a lower average cost across the quotations analyzed. It is concluded that, for indoor countertops with high exposure to pigments and moisture, quartz surfaces tend to offer superior overall performance, whereas marble remains viable when aesthetic value is prioritized, provided that sealers and maintenance are specified judiciously. Study limitations include the sample size and the need for full adherence to standard testing protocols.

Keywords: ornamental stones; marble; quartz surface; water absorption; stain resistance; costs.

INTRODUÇÃO

O setor de revestimentos e superfícies para a construção civil tem apresentado transformações significativas nas últimas décadas, impulsionado pelo avanço das tecnologias de produção e pela crescente demanda por materiais de alto desempenho. De acordo com relatório da **Mordor Intelligence (2024)**, a indústria global de revestimentos de alto desempenho acompanha a expansão do setor da construção civil, que deve crescer a uma taxa média de 3,2% ao ano na próxima década, refletindo a busca por materiais mais duráveis, resistentes e esteticamente diferenciados.

Entre os materiais mais utilizados em ambientes internos, destacam-se o mármore natural e as superfícies de quartzo industrializado, ambos amplamente aplicados em bancadas, mesas, lavatórios e painéis. Apesar da popularidade, a escolha entre um e outro ainda gera dúvidas entre arquitetos, engenheiros e consumidores, uma vez que cada material apresenta características técnicas, estéticas e funcionais distintas.

No cenário mundial, o Brasil se destaca como um dos principais líderes do setor de rochas ornamentais. De acordo com dados da Marmomac (2024) e da Associação Brasileira de Rochas (2024), o país ocupa a quarta posição na produção e a quinta posição nas exportações mundiais de pedras naturais, com faturamento estimado em 7,2 bilhões de reais em 2025. Além disso, o segmento é também relevante do ponto de vista socioeconômico, empregando direta e indiretamente cerca de 480 mil pessoas (VEJA, 2025).

Paralelamente ao avanço das rochas naturais, observa-se o crescimento expressivo do segmento de superfícies artificiais. Incluindo o quartzo industrializado, esse mercado global registrou expansão de US\$ 2 bilhões em 2006 para US\$ 10 bilhões em 2022, o que demonstra sua crescente relevância no cenário mundial (ABIROCHAS, 2024). Tal evolução evidencia uma competição direta com materiais naturais, o que reforça a importância de estudos comparativos que avaliem não apenas o desempenho técnico, mas também os aspectos estéticos e funcionais desses materiais.

A presente pesquisa tem como foco o estudo comparativo entre o mármore natural, especificamente o Mármore Michelangelo, e o quartzo industrializado, enfatizando suas aplicações internas na construção civil. Busca-se analisar propriedades físico-mecânicas e químicas, como absorção de água, resistência à compressão, resistência à abrasão e comportamento frente a agentes químicos, conforme normas da ABNT e da ASTM. Dessa forma, o trabalho pretende evidenciar as vantagens, limitações e potenciais de cada material, oferecendo subsídios técnicos para a escolha mais adequada em diferentes contextos de uso.

A justificativa para a escolha deste tema está na relevância prática e acadêmica da comparação. Do ponto de vista profissional, arquitetos e engenheiros frequentemente enfrentam questionamentos de clientes sobre qual material utilizar em cozinhas, banheiros e áreas sociais, sendo necessário fundamentar a decisão não apenas em critérios estéticos e de custo, mas também em desempenho e durabilidade.

Além disso, a escolha do tema se apoia na experiência da autora, adquirida no trabalho em uma marmoraria de alto padrão, onde é possível observar diariamente as dúvidas de clientes e profissionais da área, bem como a falta de informações técnicas consistentes sobre os materiais. Essa vivência evidenciou uma lacuna importante entre o que é ensinado na graduação em engenharia civil e, até mesmo em arquitetura, e a realidade do mercado de rochas ornamentais, já que o ensino superior pouco aborda esse tema.

Sob essa perspectiva, o estudo contribui não apenas para a literatura acadêmica sobre materiais de construção, mas também para a prática profissional, ao oferecer um panorama atualizado que conecta dados de normas técnicas a situações reais de obras. Ademais, a pesquisa dialoga com a sustentabilidade, uma vez que a durabilidade dos materiais reduz desperdícios e manutenções futuras.

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo geral comparar tecnicamente o mármore natural e o quartzo industrializado em aplicações internas, analisando propriedades de porosidade e resistência ao manchamento. Para isso, este estudo conta com os seguintes objetivos específicos:

- **Identificar** as propriedades de porosidade e resistência ao manchamento do mármore e do quartzo industrializado, por meio de ensaios.
- **Analisar** os resultados de absorção de água e agentes manchantes.
- **Comparar** o desempenho dos dois materiais e custo do metro quadrado, destacando vantagens, limitações e recomendações de uso em ambientes internos.

Assim, espera-se que os resultados da pesquisa possam servir como guia técnico tanto para profissionais da construção civil quanto para consumidores,

contribuindo para decisões mais conscientes e fundamentadas no processo de especificação de materiais.

MÉTODO

1. Tipo de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa experimental comparativa, com abordagem mista (quantitativa e qualitativa). A parte quantitativa envolve medições físicas (absorção por imersão) e sumarização estatística; a parte qualitativa envolve avaliação visual padronizada dos ensaios de manchas, apoiada por registro fotográfico.

2. Universo e amostra

O universo da pesquisa são as rochas ornamentais e superfícies de quartzo industrializado empregadas em revestimentos internos em projetos de engenharia civil e design de interiores. Serão analisados 20 corpos de prova, sendo 10 de mármore natural (Michelangelo Nuvolato) e 10 de superfície de quartzo industrializado (Quartzo Branco Dilean), fornecidos pela Marmoraria Dilean.

As amostras foram feitas com cortes a úmido com dimensões aproximadas de 100 × 100 × 20 mm e acabamento superficial polido para serem padronizadas. Foi feita uma limpeza inicial apenas com um pano seco para retirar a poeira antes dos ensaios. Cada corpo de prova recebeu um número de identificação e foram subdivididos em dois testes. As amostras de quartzo foram enumeradas com a cor vermelha e as de mármore com a cor azul. A numeração foi de 1 a 5 para o teste de manchamento e de 8 a 10 para o teste de absorção.

3. Materiais e instrumentos

Foram analisados dois materiais amplamente utilizados no setor de revestimentos: o mármore Michelangelo Nuvolato e o quartzo Branco Dilean, com dez amostras de cada. Os ensaios compreenderam testes de absorção de água e resistência a manchas, realizados em condições padronizadas para garantir a comparabilidade dos resultados.

Para o teste de manchas foram utilizados quatro agentes que são utilizados com frequência em residências, são eles: ketchup, shoyu, vinho tinto e óleo de soja.

Demais instrumentos e equipamentos utilizados nos testes:

- Balança analítica (resolução mínima 0,01 g) — para medições de massa seca e massa após imersão;
- Recipiente de imersão com água destilada;
- Pipeta para dosagem das manchas;
- Celular com configuração fixa para registro antes/depois.

- Planilha eletrônica para organização dos dados.

4. Procedimento experimental — absorção por imersão.

O ensaio de absorção por imersão tem como objetivo determinar a quantidade de água absorvida pelas amostras após um período de 24 horas de submersão completa, permitindo avaliar o comportamento do material em relação à sua porosidade e capacidade de retenção de umidade.

Para a realização do teste foram separadas 3 amostras de cada material, que podem ser observadas na Figura 01, identificadas como 8, 9 e 10 na cor azul para o mármore e vermelha para o quartzo. Antes da imersão, cada corpo de prova foi limpo com pano seco e em seguida, registrou-se a massa seca de cada amostra: Mdry (g)



Figura 01 - Numeração de amostras
Fonte: Autora (2025)

Após a pesagem e planilhamento de todos os dados, as amostras foram completamente submersas em água à temperatura ambiente e mantidas submersas por 24 horas. Ao fim das 24 h, cada amostra foi retirada, superficialmente secada com papel absorvente (remoção rápida da água superficial

sem deixar secagem completa) e pesada novamente para obter a massa atualizada da amostra, a M24h (g).

Finalizado todo o processo de pesagem dos materiais, foram feitas análises, mediante fórmulas, para determinar a absorção por massa, o desvio padrão, o erro padrão e o intervalo de confiança do teste.

5. Procedimento experimental — ensaio de manchas

O ensaio de manchas teve como objetivo avaliar a suscetibilidade dos materiais à formação de manchas e a facilidade de remoção após 24 horas de exposição a diferentes agentes domésticos. Para a execução do teste, foram selecionadas cinco amostras de cada material, identificadas numericamente de 1 a 5 (Figura 02), vermelho para quartzo e azul para o mármore .



Figura 02 - Numeração de amostras
Fonte: Autora (2025)

Em cada uma das amostras foi aplicado um dos agentes — ketchup, shoyu, vinho tinto e óleo de soja — enquanto a quinta amostra recebeu a aplicação dos quatro simultaneamente, a fim de observar possíveis interações e efeitos combinados.

As amostras permaneceram em bancada, à temperatura ambiente, durante

um período contínuo de 24 horas. Após esse intervalo, procedeu-se à limpeza com água corrente até a completa remoção dos resíduos superficiais. Em seguida, realizou-se a avaliação visual das superfícies, registrando fotograficamente as alterações observadas.

A avaliação das manchas foi realizada por meio de uma codificação adaptada das normas ISO 10545-13 (2016) e ASTM C1378 (2020), ajustada para aplicação em rochas ornamentais e superfícies de quartzo industrializado. Essa codificação consistiu em dois critérios complementares: um sistema binário de remoção, no qual o valor 0 indicou mancha completamente removida (não perceptível) e o valor 1 indicou a presença de mancha residual (visível após limpeza); e uma escala ordinal de severidade, utilizada para classificar o grau de alteração superficial observada após a limpeza, variando de 0 a 4, sendo 0 = sem alteração, 1 = leve, 2 = moderada, 3 = pronunciada e 4 = irreversível. Essa metodologia permitiu a padronização da avaliação visual, possibilitando comparações consistentes entre os materiais analisados.

6. Comparativo orçamentário

O comparativo orçamentário teve como objetivo avaliar os custos de material e mão de obra para execução de um mesmo projeto utilizando dois tipos de revestimento — mármore natural e quartzo industrializado. Para essa análise, foi definido um modelo de projeto padrão composto por um lavatório de 100 × 50 cm, com cuba de sobrepôr, rodabanca de 15 cm e saia de 15 cm, incluindo o recorte para instalação de torneira na pedra. As medidas e especificações do projeto foram encaminhadas a três marmorarias da cidade de Campo Mourão, identificadas como Empresas A, B, e C, solicitando orçamentos para ambos os materiais, a fim de possibilitar uma comparação direta dos valores praticados no mercado local.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Rochas ornamentais: conceito e classificação

De acordo com a ABNT NBR 15012:2013, rochas ornamentais são materiais pétreos que, após beneficiamento ad e funcionais em diferentes contextos da construção civil e em objetos de uso comum. Conforme a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS (2023), o termo abrange rochas que podem ser extraídas, processadas e aplicadas em revestimentos, bancadas, pisos, fachadas e elementos decorativos.

Além da definição normativa, é necessário compreender sua classificação geológica, pois esta influencia diretamente suas propriedades tecnológicas e aplicações. Do ponto de vista geológico, as rochas são agrupadas em três grandes categorias: ígneas, metamórficas ou sedimentares (ciclo das rochas representado na figura 01). As rochas sedimentares representam apenas 5% da crosta terrestre,

enquanto os outros 95% correspondem às ígneas e metamórficas (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB, 2025). As ígneas resultam do resfriamento do magma, como o granito; as sedimentares derivam da deposição e compactação de sedimentos, como o calcário; e as metamórficas surgem da transformação de rochas preexistentes sob condições de pressão e temperatura, como o mármore (LEINZ; AMARAL, 2010).

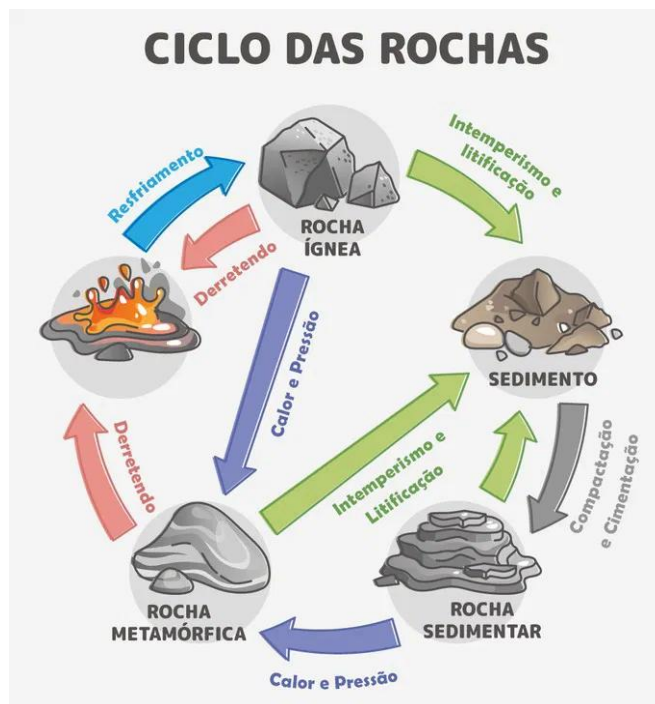


Figura 03 - Ciclo das Rochas
Fonte: Toda Matéria (2025)

2. Propriedades e desempenho das rochas ornamentais

Além da classificação, o desempenho das rochas ornamentais depende fundamentalmente de suas propriedades físico-mecânicas e químicas, que determinam sua adequação a diferentes usos em engenharia e arquitetura. Entre essas propriedades destacam-se a densidade aparente e a absorção de água, relacionadas à durabilidade e à resistência frente a agentes externos; a resistência à compressão e à flexão, indicadoras da capacidade estrutural do material; e a resistência à abrasão, essencial em pisos e áreas de tráfego intenso. Também merece atenção a resistência química, sobretudo em ambientes sujeitos a agentes domésticos ou industriais (ABNT, 2015; ASTM, 2018).

3. Uso histórico das rochas naturais

O uso de rochas ornamentais na construção civil é milenar. Registros arqueológicos demonstram que, por volta de 2.500 a.C., os egípcios já

empregavam calcário, granito e mármore em monumentos e tumbas faraônicas, como a Pirâmide de Quéops, erguida com blocos de calcário (JONES, 2006). No século V a.C., os gregos expandiram esse uso em construções monumentais, como o Parthenon, o Templo de Zeus em Olímpia e o Templo de Ártemis (figura 02), que possuía 127 colunas de mármore com cerca de 18 metros de altura (SPILLER, 2011). Posteriormente, o Império Romano ampliou significativamente o emprego dessas rochas, aplicando-as em edifícios públicos e obras de infraestrutura, muitas ainda preservadas (GONÇALVES; SILVA, 2017).



Figura 04 - Templo de Ártemis
Fonte: Turismo Grécia (2025)

Durante a Idade Média, mármore e granito passaram a ser incorporados também em ambientes internos, como igrejas e residências, consolidando-se como materiais de prestígio. Desde então, as rochas ornamentais mantêm-se como elementos essenciais na construção civil, combinando tradição histórica, valor estético e desempenho técnico (SGB, 2024).

4. Composição e características do mármore e do quartzo industrializado

O mármore é uma rocha metamórfica originada da recristalização do calcário, composta majoritariamente por minerais de calcita (CaCO_3). Sua elevada aceitação está ligada à diversidade de cores, texturas e padrões de veios, que conferem singularidade estética, um exemplo disso pode ser observado na figura 03. Contudo, apresenta maior porosidade e sensibilidade a agentes químicos, especialmente ácidos, que podem provocar manchas e perda de brilho (GONÇALVES; SILVA, 2017).

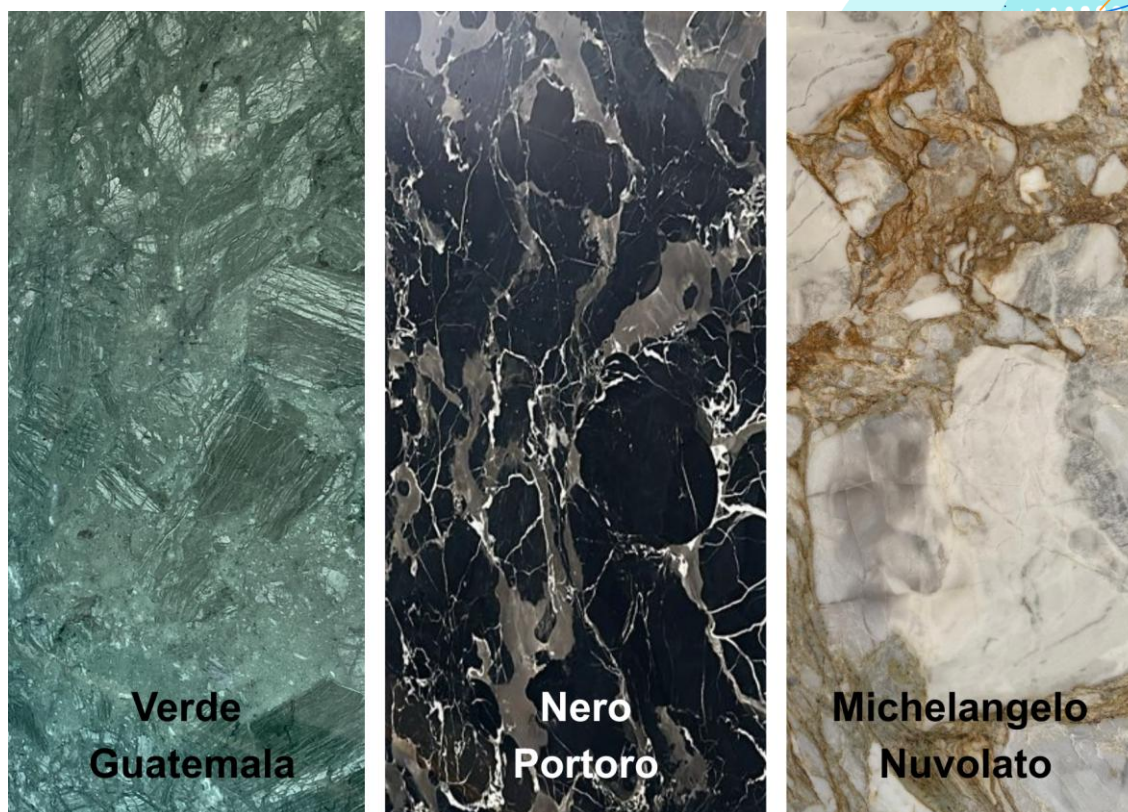


Figura 05 - Diferentes cores de mármore
Fonte: Autora (2025)

Do ponto de vista tecnológico, o mármore possui dureza intermediária, variando entre 3 e 4 na escala de Mohs, boa trabalhabilidade e resistência adequada à compressão, características que favorecem seu beneficiamento e aplicação em diferentes contextos construtivos (TEIXEIRA et al., 2019). Por outro lado, sua resistência à abrasão e ao ataque químico é inferior à de rochas silicáticas, como granitos e quartzitos, o que restringe seu uso em áreas externas ou ambientes sujeitos a elevado desgaste (MENEZES; ALMEIDA, 2020).

No campo da arquitetura e do design de interiores, o mármore consolidou-se como material associado a ambientes internos de alto padrão, sendo aplicado em pisos, bancadas, lavatórios, mesas e painéis decorativos. Sua utilização é marcada pela valorização estética, brilho característico e pela percepção de sofisticação e requinte que confere aos espaços (SGB, 2024). Entretanto, as limitações técnicas do mármore em relação à abrasão, à ação química e ao desgaste estimularam o desenvolvimento de materiais alternativos capazes de aliar estética, desempenho e durabilidade. Nesse contexto, destaca-se o quartzo industrializado, que se consolidou nas últimas décadas como uma solução tecnológica inovadora e altamente competitiva no setor de rochas ornamentais. Fontes setoriais apontam que rochas silicáticas, como quartzito e quartzo, demonstram resistência superior ao desgaste abrasivo e reatividade química em comparação com rochas carbonáticas como o mármore (ABIROCHAS, 2023; AECweb, 2021).

O quartzo industrializado é um material formado majoritariamente por partículas de quartzo natural (90 a 95%), resinas poliméricas e pigmentos, submetidos a processos de vibrocompactação, cura e polimento. Essa composição confere ao material baixa porosidade, elevada resistência mecânica e estabilidade estética, permitindo que imite padrões de rochas naturais, como mármore e quartzitos (BARRETO et al., 2022). Abaixo pode-se analisar na figura 04 dois materiais distintos mas visualmente parecidos.

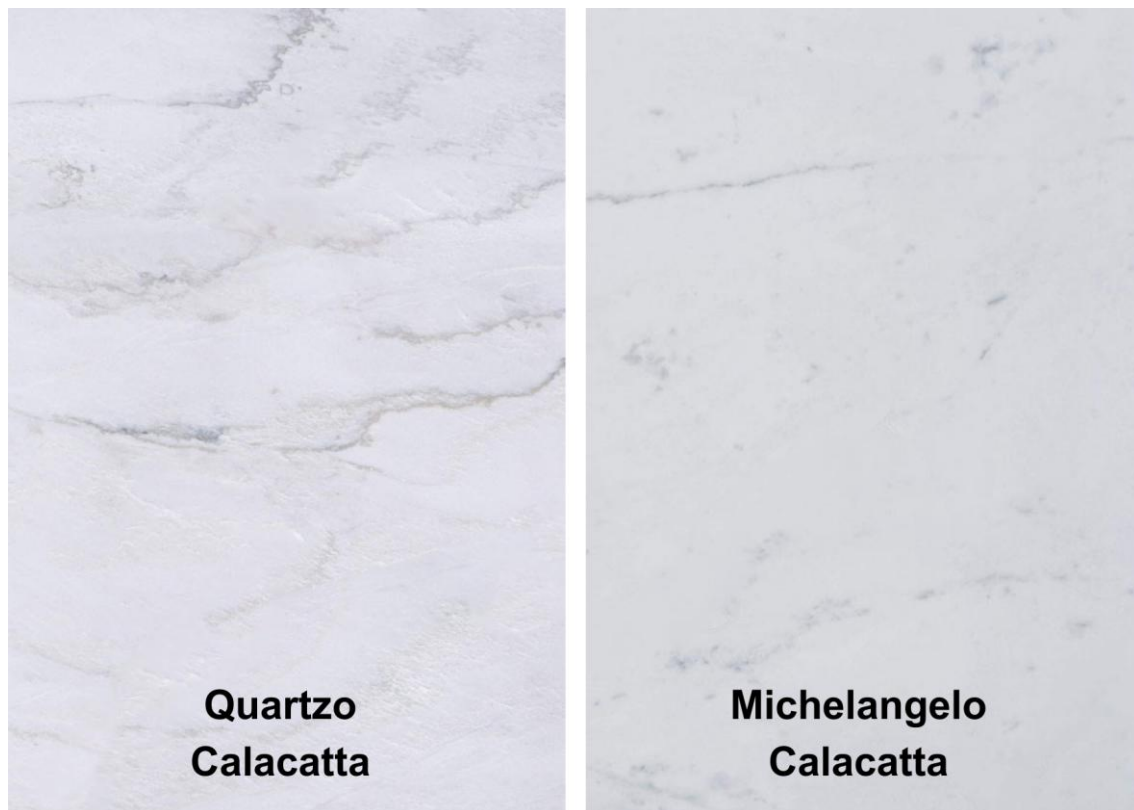


Figura 06 - Semelhança dos materiais.
Fonte: Adaptado de Marina - Mármore e Granitos (2025)

O processo de fabricação envolve a seleção e moagem de partículas de quartzo, que são misturadas com resinas epóxi ou poliéster e pigmentos. Essa mistura é submetida à vibrocompressão a vácuo, o que garante maior densidade e menor absorção de água, seguida de cura térmica e polimento para obtenção do acabamento (LAPITSKAYA et al., 2021). A proporção entre quartzo e resina é determinante para as propriedades finais: maior teor de quartzo resulta em superior resistência mecânica e menor porosidade, enquanto maior quantidade de resina pode comprometer o desempenho frente ao calor e a agentes químicos (BARRETO et al., 2022).

Apesar das vantagens, o quartzo industrializado apresenta limitações. Sua resistência ao calor extremo é inferior à de algumas rochas silicáticas naturais, uma vez que a matriz de resina pode sofrer degradação térmica e alteração cromática quando exposta a altas temperaturas (BARRETO et al., 2022). Além disso, estudos

apontam riscos ocupacionais relacionados à geração de poeira rica em sílica durante o corte e polimento, podendo ocasionar doenças respiratórias se não houver controle adequado no processo produtivo (LAPITSKAYA et al., 2021).

5. O caso do Mármore Michelangelo

Entre as variedades brasileiras, destaca-se o Mármore Michelangelo, extraído na Região do Tigre, localizada entre os municípios de Bocaiúva do Sul e Cerro Azul (PR), pertencente à Formação Capiru do Grupo Açungui. Na figura 05 pode-se entender a magnitude de uma jazida como essa. Este mármore dolomítico é composto por mais de 80% de cristais de dolomita, com presença subordinada de quartzo, mica branca e tremolita. Apresenta textura granoblástica, granulação média à grossa e coloração predominantemente branca, com discretas tonalidades em cinza, marrom ou rosa (ADAM, 2005)



Figura 07 - Jazida da Michelangelo
Fonte: Autora (2025)

Em termos tecnológicos, diferencia-se dos mármore calcínicos convencionais por sua maior dureza e elevada resistência à abrasão, o que garante maior durabilidade e adequação para aplicações em áreas de uso mais intenso (ADAM, 2005). Tais características explicam sua valorização no mercado nacional e internacional, tanto pela performance técnica quanto pela uniformidade estética.

A Michelangelo Mármore do Brasil possui ampla atuação nacional e internacional, estando presente em projetos residenciais e comerciais de destaque

em diversas regiões do país. Em Curitiba, a empresa marca presença no Shopping Pátio Batel e no Hotel Boutique Nomaa; no Rio de Janeiro, em empreendimentos de alto padrão como o Hotel Emiliano, o Grand Hyatt e o Fairmont Rio; e em São Paulo, no emblemático Cidade Matarazzo e no Hotel Rosewood, onde seus mármores são aplicados em praticamente todo o complexo. Além dessas obras comerciais, os mármores Michelangelo também integram projetos icônicos da arquitetura brasileira, incluindo a Pinacoteca de São Paulo, a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo e os Palácios do Planalto e do Alvorada, em Brasília. Tal abrangência evidencia a consolidação da marca (MICHELANGELO MÁRMORES DO BRASIL, 2025).

RESULTADOS

Com base na metodologia proposta, a seguir estão dispostos os resultados obtidos em cada um dos testes e do estudo orçamentário.

1. Absorção por imersão

As três amostras de cada material, identificadas como 8, 9 e 10 na cor azul para o mármore e vermelha para o quartzo, foram limpas com pano seco e pesadas individualmente para obter o $M_{dry}(g)$ que pode ser observado na Figura 08.



Figura 08 - Pesagem amostra 9 do Quartzo
Fonte: Autora (2025)

Após pesagem, as amostras foram colocadas em um recipiente plástico e cobertas por água em temperatura ambiente, como pode ser observado na Figura 09.

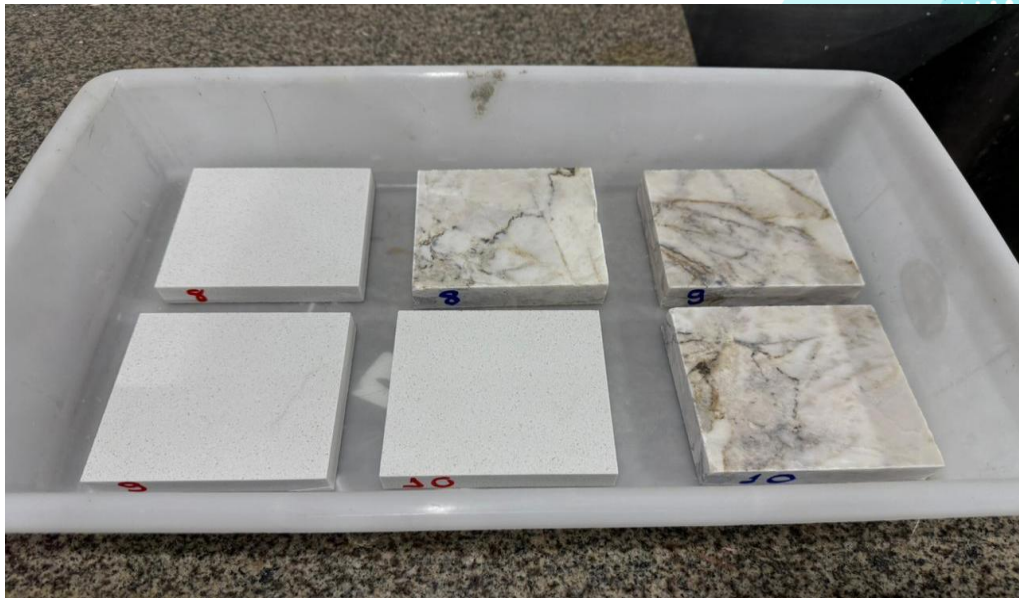


Figura 09- Amostras identificadas
Fonte: Autora (2025)

No final das 24h das amostras totalmente submersas em água, as pedras foram secas de forma superficial e pesou-se novamente individualmente para obter o $M_{24h}(g)$ (Figura 10).

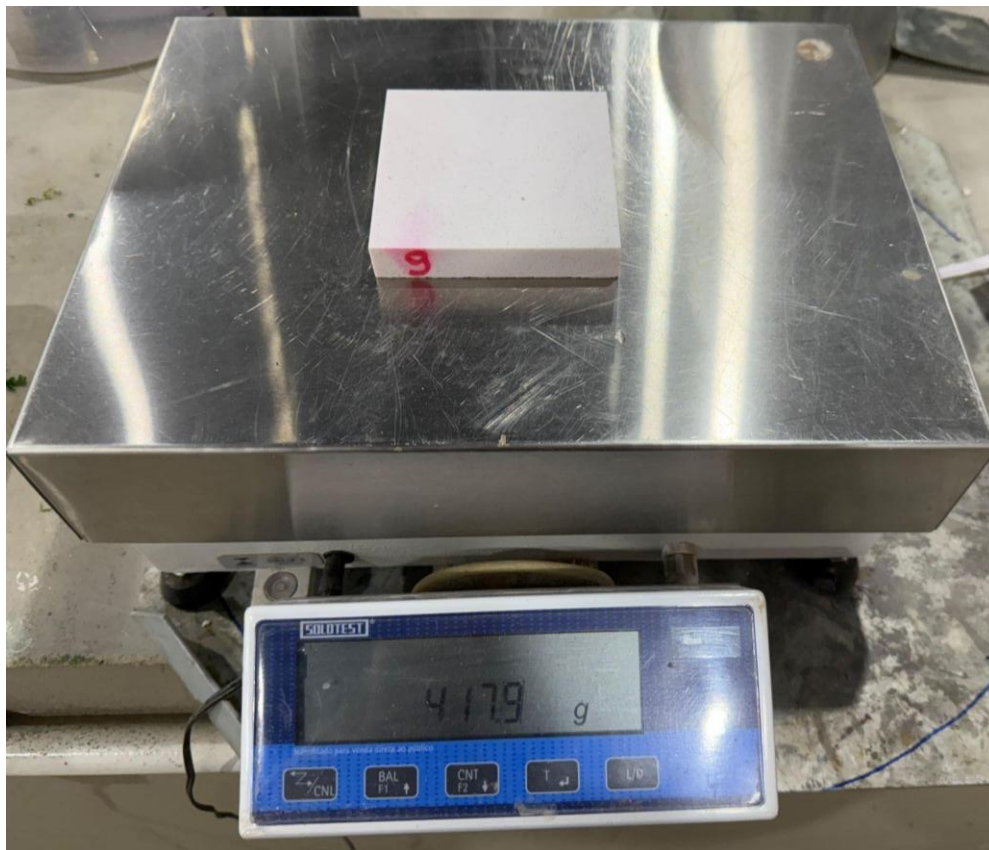


Figura 10- Pesagem amostra 9 do Quartzo após imersão.
Fonte: Autora (2025)

Os dados de massa inicial, massa após 24h e absorção por massa estão descritos na Tabela 01 a seguir. Considerando a Equação 01 para o cálculo de absorção, disposta a seguir:

$$\text{Absorção (\%)} = ((M_{24h} - M_{dry}) \div M_{dry}) \times 100$$

Tabela 1 – Dados de massa e absorção

Identificação	Material	Mdry(g)	M24h(g)	Absorção (%)
8	Quartzo	417,3	417,5	0,04
9	Quartzo	417,6	417,9	0,07
10	Quartzo	416,8	417	0,04
8	Mármore	615,9	617,1	0,19
9	Mármore	607,4	608,8	0,23
10	Mármore	614,9	616,3	0,22

g: Peso em gramas.

A Tabela 2 apresenta os resultados estatísticos obtidos para o ensaio de porosidade aparente dos materiais estudados, quartzo e mármore. Foram determinados a média, o desvio-padrão, o erro padrão e o intervalo de confiança de 95% (IC95%), com base nos valores experimentais de cada amostra.

A média representa o valor médio da porosidade obtido para cada material, enquanto o desvio-padrão indica o grau de dispersão dos resultados em torno da média — quanto menor for o desvio, mais homogêneos são os dados. O erro padrão (EP) expressa a precisão da média amostral em relação à média populacional, sendo calculado pela relação entre o desvio-padrão (DP) e a raiz quadrada do número de amostras, conforme a expressão $EP = DP / \sqrt{n}$.

O intervalo de confiança de 95% (IC95%) é determinado pela equação $IC95\% = \bar{x} \pm t \times EP$, em que \bar{x} representa a média amostral, t é o valor crítico da distribuição t de Student para o nível de confiança adotado, e EP é o erro padrão da média.

Observa-se que o quartzo apresentou uma média de porosidade significativamente menor (0,05%) em comparação ao mármore (0,21%), indicando menor presença de vazios internos e, conseqüentemente, menor capacidade de absorção de fluidos. Além disso, o intervalo de confiança do mármore é mais amplo, refletindo uma maior variabilidade dos resultados — característica associada à estrutura mais porosa e heterogênea desse material.

Tabela 2 – Dados para avaliação da porosidade

Material	Média	Desvio padrão	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95% (IC95%)
Quartzo	0,05	0,0173	0,010	(0,0070;0,0930)
Mármore	0,21	0,0208	0,012	(0,1616;0,2650)

2. Ensaio de manchas

As cinco amostras de cada material, identificadas numericamente de 1 a 5 foram organizadas conforme Figura 11 abaixo.



Figura 11 - Organização do teste de manchas
Fonte: Autora (2025)

Em cada uma das amostras foi aplicado um dos agentes — ketchup, shoyu, vinho tinto e óleo de soja — enquanto a quinta amostra recebeu a aplicação dos quatro simultaneamente, vide Figura 12.



Figura 12 - Distribuição dos agentes
Fonte: Autora (2025)

Durante 24h as amostras ficaram em contato com os agentes em temperatura ambiente. Após esse intervalo, procedeu-se à limpeza com água corrente até a completa remoção dos resíduos superficiais. As amostras de quartzo apresentaram um ótimo desempenho, porém nas de mármore, apenas o Ketchup não manchou a pedra. As manchas podem ser observadas na Figura 13.

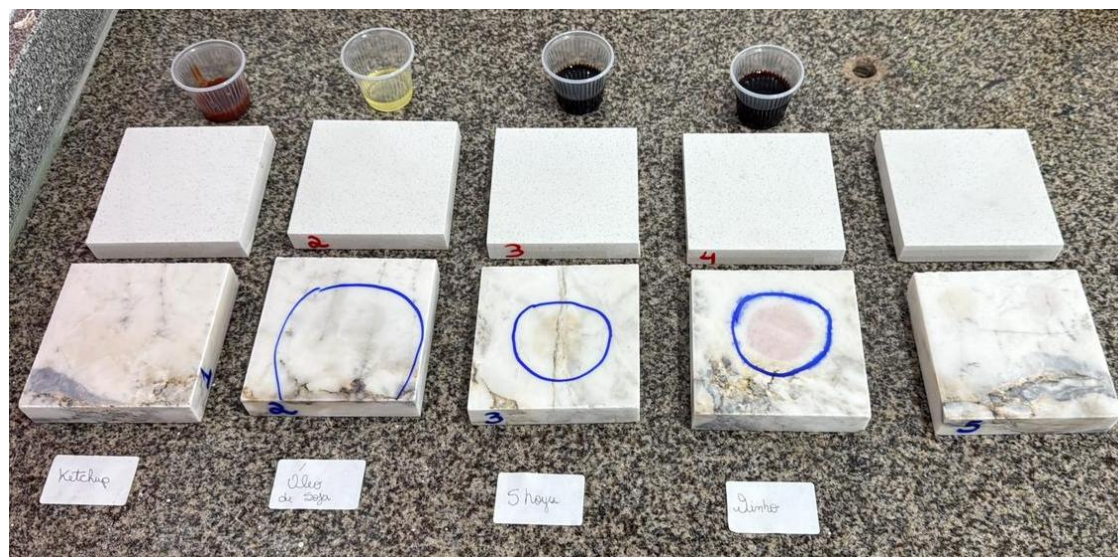


Figura 13 - Manchas
Fonte: Autora (2025)

A avaliação das manchas foi realizada por meio de uma codificação adaptada das normas ISO 10545-13 (2016) e ASTM C1378 (2020) e os resultados estão na tabela abaixo:

Tabela 3 – Codificação

Identificação	Material	Agente	Binário	Severidade
1	Quartzo	Ketchup	0	0
2	Quartzo	Óleo de soja	0	0
3	Quartzo	Shoyu	0	0
4	Quartzo	Vinho	0	0
1	Mármore	Ketchup	0	0
2	Mármore	Óleo de soja	1	1
3	Mármore	Shoyu	1	2
4	Mármore	Vinho	1	3

Codificação adotada:

- Binário de remoção: 0 = Mancha removida (não perceptível); 1 = Mancha residual (visível).
- Escala ordinal de severidade (após limpeza): 0 = sem alteração; 1 = leve; 2 = moderada; 3 = pronunciada; 4 = irreversível.

3. Comparativo orçamentário

O orçamento do lavatório de 100 × 50 cm, com cuba de sobrepor, rodabanca de 15 cm e saia de 15 cm, incluindo o recorte para instalação de torneira na pedra foi encaminhado para três empresas, identificadas na tabela 4 como A, B e C.

Tabela 4 – Comparativo orçamentário

Identificação	Quartzo	Mármore
A	R\$2.450,00	R\$2.970,00
B	R\$2.000,00	R\$2.200,00
C	R\$2.458,00	R\$3.003,00

4. Discussão dos resultados

Os resultados obtidos no ensaio de absorção por imersão demonstram um comportamento bastante distinto entre os dois materiais analisados. O quartzo apresentou absorção média de $0,05 \pm 0,01$ % (IC95 %: 0,007–0,093 %), enquanto o mármore apresentou valor médio de $0,21 \pm 0,01$ % (IC95 %: 0,162–0,265 %). Embora ambos apresentem baixa variabilidade, os valores mais elevados do

mármore refletem sua maior porosidade natural, característica esperada em rochas carbonáticas (como o mármore), quando comparadas a superfícies mais densas e não porosas, como o quartzo.

Esses resultados estão em conformidade com estudos prévios. Demartini (2021), ao caracterizar um mármore artificial, encontrou valores médios de absorção próximos de 0,06 %, para materiais tratados, e entre 0,15 % e 0,25 % para materiais não tratados, faixa muito próxima ao resultado encontrado no presente trabalho para o mármore natural. De forma semelhante, Souza Silva (2013) relatou absorções entre 0,18 % e 0,30 % em amostras de mármore, destacando que a variação decorre da porosidade e da capacidade de retenção de água nos microcapilares da rocha.

No caso do quartzo, os valores encontrados são bastante baixos, indicando baixa permeabilidade. Trabalhos realizados por Karaca (2010) e Unal & Altunok (2019), embora com rochas silicáticas diferentes, também relatam valores médios de absorção inferiores a 0,1 %, corroborando o bom desempenho do quartzo frente à penetração de líquidos. Essa característica é especialmente vantajosa para aplicações em áreas úmidas, como cozinhas e banheiros.

Já em relação ao ensaio de manchas, observou-se desempenho excelente do quartzo, com remoção completa dos agentes manchantes testados (ketchup, óleo de soja, shoyu e vinho tinto), indicando alta resistência superficial à penetração de pigmentos. Em contraste, o mármore apresentou manchas residuais em três dos quatro agentes, sendo mais pronunciada no vinho (grau 3 de severidade), moderada no shoyu (grau 2) e leve no óleo de soja (grau 1). Apenas o ketchup não produziu mancha perceptível.

Esses resultados são coerentes com os achados de Rodrigues (2024), que avaliou rochas ornamentais naturais (travertinos, quartzitos e granitos) com e sem impermeabilização, observando maior suscetibilidade ao manchamento em rochas carbonáticas, como mármore e travertino, especialmente frente a líquidos pigmentados como vinho e shoyu. Da mesma forma, estudos realizados no setor cerâmico com base na norma ISO 10545-14 e ASTM C1378 (2020) apontam que materiais densos e de baixa porosidade apresentam menor retenção de manchas, enquanto rochas mais porosas tendem a absorver e manter pigmentos, mesmo após limpeza.

Essa diferença está diretamente ligada à microestrutura mineralógica: o quartzo apresenta baixa porosidade e superfície menos reativa, dificultando a penetração e adesão dos pigmentos. O mármore, por sua vez, por ser uma rocha carbonática com maior porosidade interconectada e maior reatividade química (particularmente frente a agentes ácidos como vinho tinto), é mais propenso a apresentar manchas permanentes.

A Tabela 4 apresenta o comparativo de custos para a execução de um lavatório de 100 × 50 cm com rodabanca de 15 cm, considerando orçamentos

obtidos em três empresas distintas. Observa-se que o quartzo apresentou preço médio inferior ao do mármore em todas as cotações analisadas. O custo do quartzo variou de R\$ 2.000,00 a R\$ 2.458,00, enquanto o do mármore variou de R\$ 2.200,00 a R\$ 3.003,00.

Com base nesses valores, a Tabela 5 demonstra a variação percentual entre o menor e o maior preço de cada material. O quartzo apresentou uma variação de 22,9%, enquanto o mármore apresentou 36,5%, indicando maior oscilação de preços entre os fornecedores para este último. Essa diferença pode estar relacionada à maior diversidade de tipos de mármore disponíveis no mercado, bem como às variações de procedência, acabamento e grau de personalização das peças. Dessa forma, observa-se que, além de apresentar menor custo médio, o quartzo também se mostrou mais estável em termos de variação de preço, o que pode representar uma vantagem econômica em projetos de maior escala.

Tabela 5 – Variação percentual de preços entre os materiais analisados

Empresa	Menor valor (R\$)	Maior valor (R\$)	Diferença (R\$)	Variação (%)
A	R\$2.000,00	R\$2.458,00	R\$458,00	22,9
B	R\$2.200,00	R\$3.003,00	R\$803,00	36,5

Essa diferença pode estar relacionada a fatores de mercado, como custo de extração, transporte e beneficiamento do mármore, que geralmente é mais delicado no manuseio e requer impermeabilizações adicionais para aplicações em áreas úmidas — o que impacta diretamente no preço final do produto instalado. Além disso, o quartzo industrializado costuma apresentar uniformidade de fornecimento e menores perdas de corte, reduzindo custos de execução.

Resultados semelhantes foram relatados em estudos de mercado por empresas do setor de revestimentos e por análises técnicas de obras residenciais e comerciais no Brasil (Rodrigues, 2024), onde materiais com maior resistência técnica e menor manutenção tendem a apresentar melhor custo-benefício, mesmo quando o valor por m² é próximo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados experimentais e nas análises realizadas, conclui-se que os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente alcançados. Foi possível comparar o desempenho do mármore natural Michelangelo Nuvolato e do quartzo industrializado Branco Dilean quanto à absorção de água, resistência a manchas e custo, identificando diferenças significativas entre os materiais estudados.

Os resultados demonstraram que o quartzo apresentou valores médios de absorção de água consideravelmente inferiores aos do mármore, confirmando sua baixa porosidade e maior impermeabilidade. Essa característica se refletiu também nos ensaios de manchas, nos quais o quartzo mostrou completa remoção dos agentes testados (ketchup, óleo de soja, shoyu e vinho tinto), enquanto o mármore apresentou manchas residuais em contato com substâncias pigmentadas e oleosas. Tais resultados evidenciam que o quartzo possui melhor desempenho técnico e maior resistência à penetração de líquidos, tornando-se uma opção mais adequada para ambientes sujeitos à umidade e contato com produtos de uso cotidiano.

Além disso, a análise de custo demonstrou que o quartzo apresentou preços mais acessíveis e menor variação entre fornecedores, o que reforça seu bom custo-benefício aliado à alta durabilidade e facilidade de manutenção. Esses fatores consolidam o quartzo como uma alternativa moderna e eficiente para aplicações em bancadas e revestimentos internos.

Contudo, o mármore mantém seu destaque no mercado pela estética singular e valorização arquitetônica que proporciona aos ambientes, sendo indicado para projetos que priorizam sofisticação e acabamento natural. Assim, a escolha entre os materiais deve considerar não apenas o desempenho técnico, mas também o estilo, o orçamento e o objetivo de uso em cada projeto.

Dessa forma, o estudo contribui para o entendimento comparativo entre o mármore natural e o quartzo industrializado, oferecendo subsídios técnicos relevantes para profissionais da área de arquitetura, engenharia e design de interiores. Os resultados obtidos reforçam a importância de avaliações laboratoriais e econômicas na seleção de materiais, garantindo especificações mais seguras, funcionais e alinhadas às exigências de desempenho e estética do mercado atual.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos voltados à aplicação de diferentes tipos de impermeabilizantes e seladores em superfícies de mármore, com o objetivo de analisar sua eficácia na redução da absorção de líquidos e na resistência a manchas. Essa abordagem poderia contribuir para viabilizar ainda mais o uso do mármore em áreas sujeitas à umidade e contato com agentes pigmentados, ampliando suas possibilidades de aplicação e agregando valor estético e funcional ao material.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. Informe 01/2024: Balanço 2023 e perspectivas 2024 para o setor de rochas ornamentais. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://abirochas.com.br/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

ADAM, J. *Petrografia e caracterização tecnológica do Mármore Michelangelo (Formação Capiru, Grupo Açungui, Paraná)*. Curitiba: UFPR, 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. *C97/C97M-18: Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2018.

ASTM INTERNATIONAL. *C1378: Standard Test Method for Determination of Resistance to Staining of Ceramic Tile and Glazed Architectural Terra Cotta*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 15012: Rochas ornamentais — Terminologia*. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 15845-2: Rochas para revestimento — Parte 2: Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água*. Rio de Janeiro, 2015.

DEMARTINI, T. J. C. *Produção de mármore artificial pela aglutinação do resíduo de mármore dolomítico por resina poliuretana derivada do óleo de mamona*. Vitória: IFES, 2021.

GONÇALVES, R.; SILVA, A. Métodos de lavra aplicados à extração de rochas ornamentais. *Holos*, v. 4, p. 1–14, 2017.

GONÇALVES, R.; SILVA, M. Rochas ornamentais: aplicações e desempenho na construção civil. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 123–135, 2017.

ISO. 10545-14: Ceramic tiles — Part 14: Determination of resistance to stains. Genebra: International Organization for Standardization, 2016.

JONES, M. *Architecture of Ancient Egypt*. New York: Routledge, 2006.

KARACA, Z. *Water absorption and dehydration of natural stones versus time*. *Construction and Building Materials*, v. 24, p. 1198–1203, 2010.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. *Geologia geral*. 14. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2010.

MARINA MÁRMORES. *Mármore Calacatta Michelangelo*. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://marinamarmores.com.br/marmores/calacatta-michelangelo/>. Acesso em: 1 out. 2025.

MICHELANGELO MÁRMORES DO BRASIL. *Portfólio institucional*. Curitiba,

2025. Disponível em: <https://www.michelangelomarmores.com>. Acesso em: 25 set. 2025.

MENEZES, F.; ALMEIDA, P. *Comportamento físico-químico de rochas carbonáticas frente a agentes externos*. *Geociências*, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 211–224, 2020.

MORDOR INTELLIGENCE. *High-Performance Coatings Market – Growth, Trends, and Forecast (2024–2029)*. Hyderabad: Mordor Intelligence, 2024. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/high-performance-coatings-market>. Acesso em: 1 set. 2025.

MARMOMAC. *Relatório anual do setor de rochas ornamentais: dados globais e tendências*. Verona, 2024. Disponível em: <https://www.marmomac.com/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

RODRIGUES, R. S. *Determinação da resistência ao manchamento e avaliação do brilho em rochas ornamentais com e sem impermeabilização*. Vitória: IFES, 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB. *Rochas ornamentais: conceitos e aplicações*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/rochas>. Acesso em: 19 set. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB. *Rochas*. Brasília: SGB, 2025. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/rochas>. Acesso em: 28 ago. 2025.

SPILLER, N. *Greek Architecture and Its Sculptural Decoration*. London: Thames & Hudson, 2011.

SPILLER, H. *Arquitetura clássica: Grécia e Roma*. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

TEIXEIRA, L. et al. *Caracterização tecnológica de mármore brasileiros: propriedades e aplicações*. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 49, n. 1, p. 88–101, 2019.

TODAMATÉRIA. *Ciclo das rochas*. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ciclo-das-rochas/>. Acesso em: 1 out. 2025.

TURISMOGRÉCIA. *Éfeso: o Templo de Ártemis*. Grécia, 2025. Disponível em: <https://www.turismogrecia.info/guias/turquia/efeso-o-templo-de-artemis>. Acesso em: 1 out. 2025.

UNAL, A.; ALTUNOK, N. *Determination of Water Absorption Properties of Natural Building Stones and Their Relation to Porosity*. *Construction and Building Materials*, v. 215, p. 84–92, 2019.

SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de
Empreendedorismo,
Pesquisa e Extensão
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

VEJA. *Brasil se destaca como potência mundial no mercado de pedras naturais.* Revista *Veja*, São Paulo, 12 abr. 2025. Coluna Radar. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar/brasil-se-destaca-como-potencia-mundial-no-mercado-de-pedras-naturais/>. Acesso em: 28 ago. 2025.