

## **AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE MANCHA DE OXIDAÇÃO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÃO REMOVEDORA DE MANCHAS EM QUARTZITO VANCOUVER**

### *EVALUATION OF OXIDATION STAIN REMOVAL THROUGH THE USE OF STAIN REMOVAL SOLUTION IN VANCOUVER QUARTZITE*

<sup>1</sup>Rodrigo Carneiro Novaes\*.

<sup>2</sup> Daniel Vale.

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cachoeiro, Rodovia ES-482, Fazenda Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim - ES, 29311-970, Brasil. E-mail:(rodrigo.carneironovaes@gmail.com).

<sup>2</sup> Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cachoeiro, Rodovia ES-482, Fazenda Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim - ES, 29311-970, Brasil. E-mail:(daniel.vale@ifes.edu.br).

\*Autor de correspondência

Artigo submetido em 28/11/2022, aceito em 28/04/2023 e publicado em 02/05/2023.

**Resumo:** As manchas de oxidação representam uma patologia cromática que provoca uma desvalorização comercial do material pétreo. A presença das manchas de oxidação do quartzito Vancouver pode estar relacionada à presença de minerais de óxido/hidróxido de ferro, presentes como minerais secundários na rocha. A partir deste problema, estudaram-se métodos para remoção destas manchas utilizando soluções ácidas em diferentes metodologias, tais como: aplicação na superfície da chapa e imersão da chapa em tanque com solução removedora de manchas. A interação das soluções removedoras de manchas com a rocha foi analisada por meio de análise computacional com o software ImageJ e análise de brilho com o medidor de brilho NovoGloss. O objetivo foi avaliar o resultado da remoção das manchas entre as diferentes metodologias de tratamento. De acordo com o trabalho, o tratamento com aplicação de ácido na chapa apresentou um melhor resultado de brilho, apresentando variação positiva no brilho em 9 das 12 amostras. De acordo com a análise computacional, o tratamento com a imersão da chapa apresentou um melhor resultado quando o parâmetro avaliado foi variação no clareamento. Contudo, o tratamento com aplicação da solução removedora de manchas na superfície da chapa apresentou um melhor resultado quando o parâmetro avaliado foi o número de amostras clareadas. Diante do comentado, foi possível notar que o tratamento por imersão apresentou um melhor resultado na remoção das manchas.

**Palavras-chave:** quartzito, solução removedora de manchas, manchas em rochas ornamentais.

**Abstract:** Oxidation stains represent a chromatic pathology that causes a commercial devaluation of the stone material. The presence of the Vancouver quartzite oxidation spots may be related to the presence of iron oxide/hydroxide mining, present as secondary minerals in the rock. From this problem, methods for removing these stains were studied using acidic solutions in different methodologies, such as: application on the surface of the plate and immersion of the plate in a tank with stain remover solution. The interaction of the stain removers with the rock was analyzed by means of computational analysis with the ImageJ software and gloss analysis with the NovoGloss gloss measurer. The objective was to evaluate the result of stain removal among the different treatment methodologies. According to the work, the treatment with the application of acid to the plate showed a better result in gloss, with a positive

variation in gloss in 9 of the 12 samples. According to the computational analysis, the treatment with the immersion of the plate showed a better result when the parameter evaluated was variation in bleaching. However, the treatment with application of the stain remover solution on the surface of the plate showed a better result when the evaluated parameter was the number of bleached samples. In view of the comments, it was possible to notice that the immersion treatment presented a better result in the removal of the stains.

**Keywords:** quartzite, stain removal solution, stains on ornamental stones.

## 1 INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais são definidas como materiais rochosos extraídos e beneficiados que possuem características estéticas, tais como cor, textura e padrões de veios, que as tornam adequadas para uso em aplicações decorativas e de revestimento. Esses materiais são amplamente utilizados no setor comercial, em construções e monumentos, por exemplo, e destacam-se por suas propriedades estéticas, que podem agregar valor e sofisticação aos ambientes (VIDAL et al., 2013). Para que uma rocha seja considerada ornamental, é necessário que ela apresente três critérios básicos: beleza estética, homogeneidade e características tecnológicas que condicionem seu uso. Essas características são geralmente comparadas com normas técnicas de aplicação, garantindo assim que o material seja adequado para o uso pretendido (VIDAL et al., 2013).

Segundo Chiodi Filho (2022), as exportações brasileiras de materiais rochosos naturais totalizaram US\$ 1,34 bilhão e 2,40 Mt em todo ano de 2021, com variação positiva de respectivamente 35,5% e 11,4% frente a 2020. Ambos parâmetros (faturamento e sua variação anual) superaram os recordes históricos registrados anteriormente no ano de 2013 (US\$ 1,30 bilhão e 22,8%).

Desde a sua extração até a produção do produto final, as rochas ornamentais passam por diversos processos de transformação para torná-las aptas ao uso em construções e decoração. Esses processos são denominados de beneficiamento primário, que envolve a serragem, e beneficiamento secundário, que consiste em processos como polimento,

flamejamento, jateamento e resinagem. As rochas ornamentais são vulneráveis às intempéries naturais, já que as condições em que são encontradas naturalmente, geralmente afloramentos, diferem significativamente das condições de pressão e temperatura do ambiente de formação. A exposição à água e ao sol, por exemplo, cria condições químicas e físicas distintas que podem gerar instabilidade e acelerar a degradação da rocha. Por isso, é importante que sejam tomados cuidados adequados durante o uso e manutenção desses materiais, para garantir a sua conservação e prolongar a sua vida útil.

Durante o processo produtivo de rochas ornamentais, as pedras são geralmente serradas e polidas a úmido, o que pode aumentar a quantidade de superfícies de contato com o ambiente, o que pode potencialmente acelerar o processo de intemperismo. Além disso, outros fatores, como a composição mineralógica e a porosidade da rocha, também podem influenciar o processo de intemperismo e, portanto, devem ser levados em conta na avaliação do impacto ambiental da produção de rochas ornamentais (SANTOS; RIBEIRO, 2019).

O manchamento é um tipo de alteração cromática, que por sua vez é dependente das características físicas e químicas das rochas, principalmente a porosidade, a permeabilidade e a constituição mineralógica. Essas manchas prejudicam o visual estético da rocha. Tendo em vista ser a principal característica que valoriza o material como ornamental, a estética tem grande importância na sua valorização.

Atualmente, diversas técnicas para lidar com este problema vêm sendo desenvolvidas. Contudo, todas utilizam produto reativo, geralmente uma solução removedora de manchas, alinhado com metodologias variadas, como aplicação da solução removedora de manchas com rolo, borrifadores e até total imersão da chapa de rocha ornamental em tanques com reatores. Como a ação dos ácidos em cada material é variável, a motivação deste trabalho é estudar a aplicação do método de remoção de manchas do quartzito Vancouver através do método aplicação de solução removedora de manchas na superfície e do método de imersão em tanque com solução removedora de manchas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PATOLOGIAS

As características tecnológicas das rochas devem ser levadas em consideração além da beleza estética. Essas características refletem o comportamento físico-mecânico das rochas nas condições normais de utilização e permitem diagnosticar patologias decorrentes da seleção e aplicação inadequadas dos materiais (ZAGÔTO et al., 2017).

Apesar de duráveis, as rochas sofrem com patologias que podem ser potencializadas através da utilização incorreta de materiais, exposição às condições climáticas agressivas, poluição atmosférica e falta de manutenção preventiva. Segundo Frascá e Yamamoto (2014), as manifestações das patologias englobam mudanças físicas e químicas, que normalmente resultam na diminuição da resistência da rocha, além de apresentar modificações na aparência estética, tais como alterações cromáticas até esfoliação de camadas superficiais.

As patologias podem ser ocasionadas por basicamente três agentes: físicos, químicos e biológicos. Os agentes e fenômenos são discriminados na Tabela 1.

Tabela 1 - Alteração em revestimentos

Agente	Fenômeno	Patologia
Físico	Cristalização de sais	Fissuração
	Variação de temperatura	Fissuração + Descolamento
	Absorção de água	Manchas
	Saturação/ Secagem	Lixiviação, desagregação e corrosão
Químicos	Reação a ácidos, álcalis e produtos em geral	Corrosão + Fissuração + Manchas
Biológicos	Fixação de vegetais inferiores	Fissuração
	Dissolução de $CO_3$ e $SiO_2$	Corrosão / Manchas

Fonte: Adaptado de Chiodi e Rodrigues, 2009.

Alguns dos fatores responsáveis pelos surgimentos de patologias, segundo Gama (2002) e Iamaguti (2001), podem ser classificados em:

- Fatores relacionados a propriedades petrográficas, problemas de natureza química (minerais alteráveis), físicas (densidade, porosidade e absorção de água) e mecânicas (dilatação, desgaste, impacto, compressão e flexão), ou seja, especificações incompatíveis com as condições de utilização;
- Ausência de projeto construtivo;
- Fatores relacionados à instalação e ao tipo de fixação das placas.

#### 2.1.1 Manchas

As manchas são patologias que podem afetar a aparência do revestimento de rochas ornamentais, modificando principalmente sua cor e textura. Existem diversas causas que podem levar à formação de manchas, sendo a umidade uma das principais. As manchas podem surgir durante o processo de serragem da rocha, pois a exposição à umidade nessa etapa é significativa. Além disso, também é possível que as manchas surjam após a aplicação da rocha, em decorrência da umidade presente na argamassa utilizada.

Inicialmente, as manchas podem afetar a estética do edifício e, posteriormente, podem comprometer as propriedades físicas e mecânicas das peças (RIBEIRO, 2019).

Segundo Maranhão e Barros (2006), uma das causas das aparições das manchas é a presença de minerais que se alteram nas condições ambientais a que são expostas. Este é o caso dos revestimentos de rochas que possuem minerais que possuem íons de  $Fe^{+2}$  na sua composição e que, quando oxidado, se transformam em íons de  $Fe^{+3}$ , produzindo assim manchas amareladas na superfície. Essas manchas, quando lixiviadas pela solução removedora, promovem um clareamento das áreas da placa atingidas por esse manchamento. Os *inserts* e outros elementos metálicos (como portas, entre outros) também podem ser capazes de causar manchas devido a oxidação das partes metálicas em contato com o material rochoso.

## 2.2 UTILIZAÇÃO DE ÁCIDOS PARA REMOÇÃO DE MANCHAS DE OXIDAÇÃO

Segundo Barros et al. (2020), é comum notar em alguns quartzitos, manchas oriundas da oxidação do ferro. A partir desse problema, estudaram-se métodos de limpeza da rocha, utilizando diversos tipos de ácidos, como acético, málico e cítrico, por exemplo, além do mais comumente utilizado, o ácido oxálico.

Ainda segundo Barros et al. (2020), constatou-se que os ácidos acético e málico não apresentaram bons resultados, e a explicação para isso é oriunda das características químicas de cada ácido, principalmente o valor de  $K_{a1}$  (1ª constante de dissociação ácida), em que o ácido oxálico apresenta o maior valor, sendo encontrado assim mais desprotonado, e mais suscetível a formação de complexos com o ferro, que é o responsável pelas manchas.

Segundo Santos e Ribeiro (2019), após a avaliação de Fluorescência de raios-X (FRX) das áreas manchadas, foi possível

concluir que a mancha encontrada em um quartzito utilizado para rochas ornamentais, se tratava de ferro, correspondendo a 12% da amostra analisada.

Ainda segundo Santos e Ribeiro (2019), ao avaliar as amostras tratadas com ácido oxálico após exposição a câmaras de intemperismo acelerado (raios ultravioleta e dióxido de enxofre), foi possível concluir que as manchas não retornaram, indicando que a ação do ácido oxálico foi eficiente na remoção da mancha e dos íons de ferro reativos.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste na amostragem do quartzito Vancouver na indústria Magnitos Magnago Granitos LTDA. O quartzito Vancouver tem composição mineralógica principal 87% de quartzo, 7% muscovita, 2% de turmalina, 3% de rutilo, possuindo epidoto como mineral acessório, segundo laudo petrográfico elaborado pelo laboratório do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), fornecido pela empresa. O quartzito Vancouver possui também argilominerais e óxidos/hidróxidos de ferro como minerais secundários que podem ser os principais responsáveis pelas manchas de oxidação das amostras.

A amostragem foi realizada em casqueiros, resíduos compostos por fragmentos rochosos provenientes da serragem do bloco. As placas foram cortadas, a partir dos casqueiros, com uma máquina de monofio diamantado. No total, foram amostradas 24 placas com dimensões de 20 cm x 25 cm e espessura variando entre 5 e 7 cm. Essas placas apresentam como principal defeito estético manchas avermelhadas e amareladas, possivelmente resultantes de oxidação.

Após a amostragem, separou-se os corpos de prova em dois grupos de 12 placas, e cada amostra previamente fotografada foi submetida a medição de brilho através do aparelho *NovoGloss Trio*, conforme Figura 1.



A caracterização das manchas foi realizada por meio da medição de brilho das

amostras e por análise visual observacional fotográfica.

Figura 1: Medição do brilho e registro das amostras por fotografia.



Fonte: Acervo do autor (2022).

Após caracterização do brilho e observação com fotografia das manchas, cada grupo foi destinado a tratamento para remoção de oxidação distintos.

Segundo Bresciani (2016), o aparelho medidor de brilho (glossmeter) consiste em uma fonte de luz que é direcionada, por meio de lentes, em um feixe paralelo em direção à superfície do material, com um ângulo de incidência previamente determinado. O receptor possui uma lente e uma célula fotoelétrica que recebe o cone de luz refletida (ISO-2813, 2014), obtendo-se assim um valor de brilho, expresso em unidades de medida GU.

Essa medida de brilho é obtida através da comparação com uma medição base de calibração do aparelho, realizada a partir de uma superfície altamente polida com um índice de refração definido e tendo a reflexão especular de 100 GU. Portanto, quanto mais próximo de 100 GU for o valor medido em relação a essa superfície, mais brilhante será considerado o material.

Os valores de brilho foram medidos em 6 porções diferentes das amostras, sendo 2 medidas tomadas em áreas mais claras, 2 em áreas mais amareladas e 2 em áreas mais avermelhadas, e finalmente um valor de brilho médio foi calculado através da média aritmética dos brilhos medidos.

Os dois grupos de amostras foram enviados a duas empresas que aplicam tratamentos diferentes para analisar se há diferença nos resultados obtidos.

O grupo das primeiras 12 placas, denominado grupo A, foi submetido ao tratamento rotineiro realizado na indústria A, por aplicação de solução removedora de manchas na superfície da amostra com rolinho do tipo pintura, e repouso de 72 horas que é o tempo de reação utilizado pela empresa em questão. Após esse período o ácido foi reaplicado, e espera-se mais 24 horas, para posteriormente os sais resultantes da reação da superfície da chapa e do resíduo de ácido serem removidos por simples enxague com água corrente na indústria. Por fim, foi deixado secar no pátio por 24 horas. Posteriormente o processo de

enxague foi repetido para garantir que não haja nenhum sal restante e para que nenhum ácido continue no material.

O segundo grupo de 12 placas denominado grupo B foi submetido ao processo de tratamento por imersão na indústria B. O processo consiste na imersão dos corpos de prova em tanques com solução removedora de manchas, onde são aquecidos por meio de reatores a

temperatura ótima para a reação. Mais detalhes do processo não foram disponibilizados pela indústria, respeitando-se aqui a política de privacidade da mesma.

Após o tratamento, os corpos de prova são novamente fotografados (Figura 2) e submetidos ao processo de medição de brilho para avaliação do resultado.

Figura 2: Corpos de prova em período de reação na indústria.



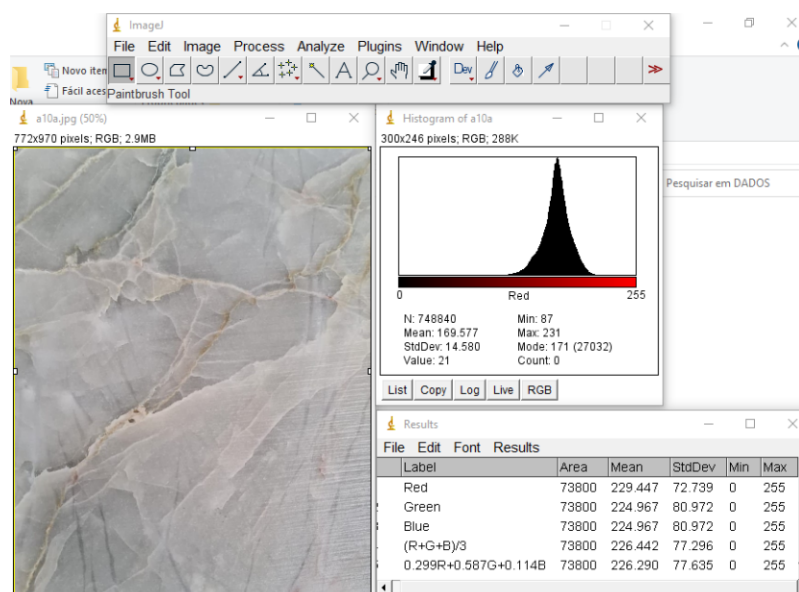
Fonte: Acervo do autor (2022).

As fotografias antes e após a aplicação da solução removedora de manchas nas amostras estudadas, foram tratadas e analisadas computacionalmente, utilizando o *software ImageJ* (IMAGEJ, 2017). O *software ImageJ* é um software livre, que permite a análise dos pixels da imagem estudada, sendo na imagem completa, uma janela de análise. O programa permite que seja realizada a análise quantitativa dos valores de vermelho, verde e azul das imagens (RGB).

O software possibilitou a verificação numérica das distribuições de cores nos

canais RGB das amostras, antes e depois dos tratamentos de remoção das manchas. O método de análise consiste na avaliação pixel a pixel dos valores de R (vermelho), G (verde) e B (azul), que compõem a cor do pixel. Cada pixel possui um valor para cada variável de 0 a 255, e a combinação dos três valores resulta em um valor numérico para aquela cor específica. A utilização do *software* nas imagens pode ser verificada na Figura 3.

Figura 3: Análise das fotos das amostras no *software ImageJ*



Fonte: Acervo do autor (2022).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do Gráfico 1 representam as análises do brilho das amostras avaliadas. Para analisar a variação de brilho causada pela remoção das manchas nas amostras de rochas, foi calculada a razão entre a diferença dos brilhos médios depois e antes do tratamento com a solução removedora de manchas e o valor do brilho médio antes. Essa razão foi multiplicada por 100 para expressar a variação em porcentagem. Em outras palavras, a fórmula para calcular a variação de brilho é dada por:

$$Variação = \frac{BMD - BMA}{BMA} \times 100 \quad (1)$$

Onde BMD é o brilho médio depois e BMA o brilho médio antes.

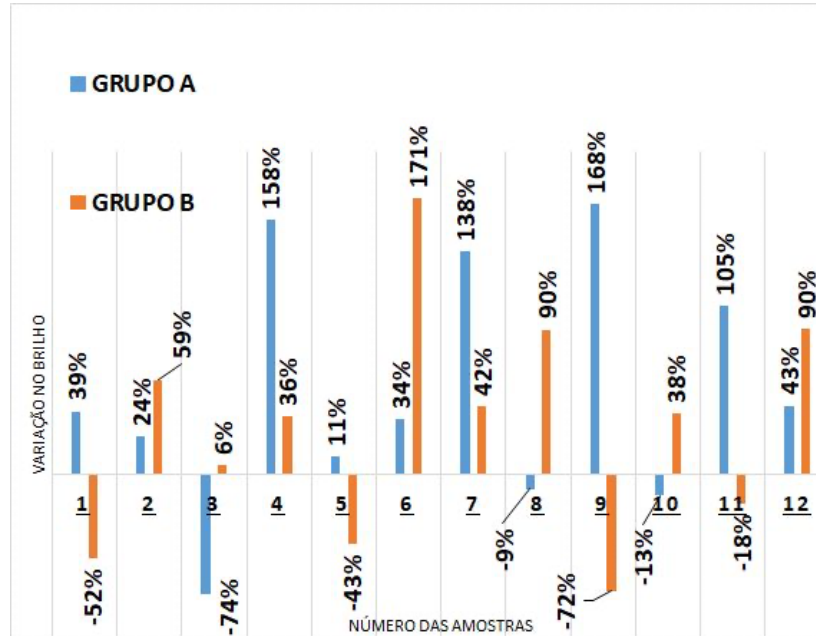
A Equação (1) permite calcular a variação de brilho para cada amostra, comparando o brilho médio antes e depois do tratamento com a solução removedora de manchas. O valor obtido em porcentagem indica a variação percentual na aparência da rocha após o tratamento. Desta forma é possível avaliar quanto de brilho uma amostra “ganhou” em comparação ao brilho

inicial. Caso a variação seja negativa, indica que a amostra teve perda de brilho. Valores em porcentagem acima de 100% indicam que o valor da variação do brilho médio mais que dobrou a medição do brilho inicial.

A partir do gráfico é possível observar que de 24 variações, 17 foram positivas, ou seja, a maioria dos resultados apresentaram uma melhora no brilho das amostras. Em particular, a metodologia de tratamento da superfície na indústria A (Grupo A) apresentou um melhor resultado absoluto avaliando-se a soma das variações, em comparação com a soma das variações do tratamento das amostras B, apesar de apresentar uma maior variabilidade.

A mudança do brilho pode ser atribuída a mudança superficial das amostras, uma vez que a solução removedora de manchas reagiu com os minerais na superfície, gerando o que aparenta ser sal como produto, que foi retirado da superfície da rocha no processo de lavagem das amostras. Estes “sais” resultantes da reação podem ser vistos na Figura 4.

Gráfico 1- Variação do brilho das 12 amostras após aplicação superficial da solução removedora pela indústria A (Grupo A) e submetidas ao processo de imersão na indústria B (Grupo B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 4: Sais provenientes das reações entre solução removedora de manchas e minerais constituintes da rocha na superfície da amostra.



Fonte: Acervo do autor.

Os valores obtidos na análise computacional dos resultados das imagens

do tratamento na indústria A são mostrados na Tabela 2.



Tabela 2: Avaliação da comparação dos valores médios depois e antes da aplicação da solução removedora nas superfícies das amostras estudadas.

AMOSTRA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
R_MÉD (%)	-1,34	3,77	1,05	2,19	0,13	-1,21	-6,82	-1,13	0,77	1,29	-0,42	0,11
G_MÉD (%)	-1,32	2,30	0,80	0,81	0,94	-1,11	-6,54	-0,60	0,44	0,95	-0,51	1,14
B_MÉD (%)	-2,23	1,31	0,44	0,70	0,32	-1,75	-7,14	-0,34	0,94	0,62	-1,40	1,65
MÉD RGB (%)	-1,63	2,46	0,76	1,24	0,46	-1,36	-6,83	-0,69	0,72	0,95	-0,78	0,96

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os valores de R, G e B médios foram calculados através das médias aritméticas dos valores obtidos pixel a pixel das imagens. O parâmetro Médio RGB, proposto como outro parâmetro de avaliação pelo autor, foi calculado através da média aritmética dos valores R, G e B médios. Esse parâmetro foi proposto com base na teoria de que as cores medidas que tendem a ser mais claras têm valores Médios RGB mais altos e, consequentemente, quanto mais baixo o valor, mais escuro é o tom, chegando a 0 para o preto absoluto. As variações foram calculadas pela razão da diferença entre os valores médios depois e antes da aplicação da solução removedora de manchas e o valor médio antes da aplicação, multiplicado por 100, para analisar a variação em porcentagem. Dessa forma, foi possível avaliar numericamente quanto uma imagem teve aumento dos valores de R, G e B e do valor Médio RGB.

De forma geral, pode ser observado que houve uma variação positiva em 7 das 12 amostras nos valores R, G e B, e RGB médio, o que indica que estas amostras tiveram um aumento nos valores médios de R G e B em comparação aos valores médios antes da aplicação da solução removedora de manchas. Isto indica que as amostras clarearam pois os valores RGB variam de 0 a 255, e quanto maior ou mais perto do 255,

mais próximo da cor branca absoluta ( $R=255$ ,  $G=255$  e  $B=255$ ), e quanto menor ou mais próximo do valor 0, mais escura ou próxima do preto absoluto ( $R=0$ ,  $G=0$ ,  $B=0$ ). Apesar disso, a soma dos valores das variações das amostras foi negativa, o que indica que a soma dos valores de variação negativos (escurecimento) foi maior do que a dos valores positivos (clareamento), o que indica apenas que a taxa de escurecimento médio das amostras que escureceram foi maior do que a taxa de clareamento das amostras que clarearam.

Os resultados computacionais do tratamento das amostras na indústria B são observados na Tabela 3.

É possível observar na maioria dos dados avaliados um aumento nos valores R, G, B e RGB médio, assim como uma soma dos valores positivos (indicam clareamento) maior do que a dos valores de variação negativo (escurecimento), o que indica que as amostras mais clarearam do que escureceram nesta avaliação.

Em uma avaliação geral, é possível concluir que o tratamento na indústria A apresentou um melhor resultado quando o parâmetro avaliado número de amostras clareadas, contudo o tratamento na indústria B apresentou um melhor resultado quando o parâmetro avaliado é a variação do clareamento. É válido salientar que, levando o ponto de vista comercial em

questão, o parâmetro clareamento é menos importante do que o aspecto amarelo ou avermelhado de oxidação das amostras, apesar de ter uma certa correlação, pois o

quão mais “claro” em parâmetros RGB, mais branco, ou seja, menos amarelo ou vermelho uma cor é.

Tabela 3: Avaliação da comparação dos valores depois e antes das amostras submetidas ao tratamento por imersão em solução removedora de manchas.

AMOSTRAS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
R_MÉD (%)	4,18	-2,19	-0,40	3,74	1,94	-1,99	-1,68	-0,72	1,81	-4,18	-1,07	0,54
G_MÉD (%)	4,86	-1,55	0,79	4,40	2,36	-1,48	-1,06	-1,19	2,74	-3,30	-0,94	0,74
B_MÉD (%)	4,59	-1,78	0,14	4,27	3,00	-1,72	-1,19	-1,10	2,58	-3,55	-1,52	0,52
MÉD RGB (%)	4,54	-1,84	0,17	4,14	2,43	-1,73	-1,31	-1,00	2,37	-3,68	-1,18	0,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As medidas de dispersão das amostras tratadas na indústria A podem ser observadas na Tabela 4.

As variações dos parâmetros avaliados nas tabelas 4 e 5 foram calculados através da razão da diferença entre os valores depois e antes da aplicação da solução removedora de manchas na superfície das amostras, sobre o valor médio antes da aplicação, multiplicado por 100, para analisar a variação em porcentagem.

Como observado na Tabela 4, os valores de desvio padrão dos valores R, G e

B diminuíram em quase todas as amostras, o que indica uma maior padronização das cores, ou seja, os valores R, G e B pixel a pixel ficaram mais parecidos. Analisando a soma dos valores de variação das médias dos mínimos e máximos é possível notar um aumento nas variações das médias dos mínimos mais expressivo que o aumento da variação da média dos máximos, o que indica que as áreas mais escuras, representadas pelos menores valores RGB das amostras, tiveram variações positivas maiores que as cores mais claras, representadas pelos maiores valores RGB.

Tabela 4: Avaliação da comparação dos valores de dispersão antes e depois das amostras submetidas a aplicação superficial da solução removedora de manchas.

AMOSTRA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
R_DESV (%)	-6,35	-4,55	-36,72	-13,34	-17,66	-4,31	51,04	22,33	-9,70	-21,99	3,88	-24,29
G_DESV (%)	-11,31	-2,90	-35,19	-11,49	-18,66	-3,74	59,95	22,09	-8,74	-22,76	-3,80	-22,67
B_DESV (%)	-13,97	0,04	-32,08	-12,36	-15,37	-2,28	67,90	17,21	-8,10	-19,22	-4,11	-21,26
R_MIN (%)	525,00	8,99	12,16	41,38	-27,55	88,37	-33,75	58,49	152,38	-2,30	67,21	-16,84
G_MIN (%)	272,00	6,90	20,55	38,98	-28,72	110,81	-3,28	28,81	260,00	25,00	50,77	1,15
B_MIN (%)	335,00	9,76	11,43	29,82	-22,35	182,61	7,27	1,69	1500,00	50,00	32,81	-2,35
R_MAX (%)	5,98	-1,35	-1,33	-2,63	-9,44	7,08	-1,77	-0,90	4,61	-5,63	3,60	-4,27
G_MAX (%)	8,97	0,48	-0,89	-2,30	-7,08	9,95	0,45	-1,35	8,10	-5,73	2,26	0,00
B_MAX (%)	5,37	-0,48	0,00	-1,41	-3,20	10,76	2,71	-3,96	7,01	-7,83	2,27	-0,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As medidas de dispersão nas amostras tratadas na indústria B podem ser observadas na Tabela 5. Após a análise é possível notar que os valores de desvio

aumentaram, o que indica uma menor padronização das cores, ou seja, os valores RGB dos pixels ficaram mais dispersos.

Tabela 5: Avaliação da comparação dos valores de dispersão antes e depois das amostras submetidas ao tratamento por imersão em solução removedora de manchas.

AMOSTRAS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
R_DESV (%)	21,93	1,66	19,84	19,56	26,39	-7,75	35,88	-10,75	71,36	41,23	-18,23	38,38
G_DESV (%)	27,00	-2,10	17,23	21,43	24,04	-8,57	30,94	-12,99	66,29	33,82	-20,55	44,06
B_DESV (%)	32,18	-3,07	18,63	27,65	27,53	-7,54	29,79	-21,11	66,38	32,42	-25,88	33,42
R_MIN (%)	-79,13	-14,43	-11,96	39,44	-11,11	-90,24	-34,78	91,67	-48,76	-42,73	4,92	-23,68
G_MIN (%)	-61,93	-11,84	-5,63	35,96	-6,80	-57,06	-20,47	52,46	-32,52	-29,59	-2,31	-15,07
B_MIN (%)	-79,13	-18,63	-8,70	75,93	-6,03	-90,32	-32,94	94,74	-42,98	-41,75	12,28	-23,64
R_MAX (%)	3,27	3,65	-1,32	-3,02	2,31	6,48	-6,38	3,64	-3,51	-1,85	-5,75	4,59
G_MAX (%)	3,29	3,64	-1,80	-4,74	1,86	8,41	-3,46	0,90	-4,42	-2,34	-6,61	2,79
B_MAX (%)	3,72	5,94	0,00	-4,31	2,28	10,23	4,50	-5,17	0,94	0,00	-10,39	3,74

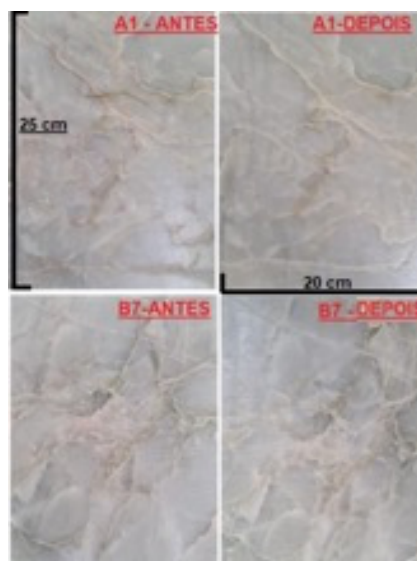
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Também é possível notar através do somatório das variações das médias dos mínimos e máximos uma diminuição nas variações das médias dos mínimos e um leve aumento nos máximos, o que indica que as cores mais escuras das amostras, ou seja, que possuíam valores RGB menores, ficaram mais escuras, ou seja diminuíram seus valores, e os valores mais claros, que

possuíam RGB maiores, ficaram levemente mais claros, ou seja aumentaram seus valores.

As avaliações qualitativas, observando as amostras de mão deram uma percepção que, de uma forma geral, as amostras em submersão apresentaram melhores resultados. Um exemplo é analisado na Figura 5.

Figura 5: Percepção qualitativa das amostras.



Fonte: Acervo do autor (2022).

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos, é possível concluir que, a remoção de manchas de oxidação com solução removedora de manchas apresentou resultados positivos quando da análise do brilho. Quanto da análise computacional de imagens, apresentou resultados quantitativos insatisfatórios para afirmar que houve um clareamento médio das amostras, ou que determinada metodologia foi mais ou menos eficiente que outra. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de neste trabalho ter sido avaliada uma área total de uma placa e, como observado, manchas são patologias pontuais e suas variações de cor não foram suficientemente impactantes para alterar os valores médios avaliados por placa.

Como sugestão para pesquisas futuras, aconselha-se trabalhar com áreas focadas nas manchas e de dimensões controladas visando evitar erros e incertezas referente ao posicionamento das amostras e diluição da variável analisada, além da utilização de métodos estatísticos para comprovação da metodologia.

## 6 REFERÊNCIAS

BARROS, M. E. M.; RIBEIRO, R. C. C.; SILVA, L. A. Remoção de manchas ferruginosas em rochas ornamentais. In: Anais da Jornada de Iniciação Científica, 2020. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020. p.131-135.

BRESCIANI, EDUARDO. Determinação e percepção do brilho superficial de resinas compostas: influência das propriedades do material, do meio de propagação da luz, do observador e do envelhecimento induzido. 2016. Tese (Livre Docente Odontologia) -

UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143043/000867467.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 maio 2022.

CHIODI FILHO, C. Balanço das exportações e importações brasileiras de materiais rochosos naturais e artificiais de ornamentação e revestimento em 2021, ABIROCHAS, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2022.

CHIODI FILHO, C.; RODRIGUES, E. P. Guia de aplicação de rochas em revestimentos - Projeto Bula. 1ª ed. São Paulo: ABIROCHAS, 2009.

FRASCÁ, M.H.B.O.; YAMAMOTO, J.K. Deterioração de rochas graníticas em edificações e monumentos – investigação por ensaios de alteração acelerada, Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA), v.4, n.1, pp.23-32. 2014.

GAMA, H. B. Principais patologias associadas ao uso rochas ornamentais. In: I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais/ II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste, pp. 20-23. Salvador, nov. 2002.

IAMAGUTI, A. P. S. Manual de rochas ornamentais para arquitetos. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil, 2001

IMAGEJ.: National Institute of Health, 2017. Disponível em:



<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>.  
Acesso em: 22 jun. 2022.

MARANHÃO, F. L.; BARROS, M. M. S. B. Causas de patologias e recomendações para a produção de revestimentos aderentes com placas de rochas. Boletim Técnico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.

SOUZA, M. L. R. Análise das manifestações patológicas e suas respectivas terapias em fachadas com aplicação de revestimentos de rochas ornamentais. 2019. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027241.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

SANTOS, M. T. C. C., RIBEIRO, R. C. C. Ação das intempéries em quartzitos que foram limpos com ácido. In: Jornada do Programa de Capacitação Interna do CETEM, 8. Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019.

VIDAL, F. W. H. et al. Lavra de rochas ornamentais. In: Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. Cap.4, p.155-257.

ZAGÔTO, J. T., TEIXEIRA, R. D., MIOTTO, B. V., ROCHA, B. G., DE PAULA, H. S. Caracterização do quartzito azul imperial com finalidade de remoção de manchas in natura. In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa 22. Belém, Anais. Belém, 2017.