

# EFEITO DAS ALTERAÇÕES URBANÍSTICAS NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO NAS ROCHAS DAS FACHADAS DO PAÇO IMPERIAL

## EFFECT OF URBAN CHANGES IN THE CENTER OF RIO DE JANEIRO ON THE ROCKS OF THE FAÇADES OF PAÇO IMPERIAL

**Caroline Martins de Souza**

Aluna de Graduação em Engenharia Ambiental, 9º período

Universidade Estácio de Sá

Período ESTÁGIO/CETEM: agosto de 2019 até julho 2021

csouza@cetem.gov.br

**Roberto Carlos Ribeiro da Conceição**

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.

rcarlos@cetem.gov.br

### RESUMO

O Paço Imperial é um edifício do período colonial e seu entorno passou por transformações nos últimos 20 anos. Nesse trabalho avalia-se como essas transformações afetaram suas fachadas, que foram lavadas em 2013, 2019 e 2020 com água destilada e avaliadas por IC-plasma. Os resultados indicaram que os teores de enxofre eram  $300 \text{ mg.L}^{-1}$ , antes da implosão da Via Perimetral e da alteração de sentido da Rua São José. Em 2020, durante a pandemia do Covid-19, os teores não ultrapassaram  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os teores de cálcio eram  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  em 2013 e reduziram-se para  $11 \text{ mg.L}^{-1}$  em 2020, pois esse elemento, presente nas rochas ou nas argamassas, se associava ao enxofre emanado dos veículos, e este, agora reduzido não permitia a formação intensa de crostas negras. No que tange ao  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  verificou-se um aumento dos teores de ambos de 5 para  $17 \text{ mg.L}^{-1}$ , pois a retirada da Via facilitou a ação dos ventos oriundos do mar e sua deposição na fachada, porém, percebeu-se maior efeito de limpeza por parte da chuva. Conclui-se que as alterações urbanísticas na região foram benéficas para o Paço com a redução de crostas negras e maior ação de limpeza natural das chuvas.

**Palavras chave:** Paço Imperial; efeito da poluição; alterações urbanas.

### ABSTRACT

Paço Imperial is a building from the colonial period and its surroundings underwent transformations in the last 20 years. This work evaluates how these transformations affected its façades, which were washed in 2013 - 2020 with distilled water and evaluated by IC-plasma. The results indicated that the sulfur levels were  $300 \text{ mg.L}^{-1}$ , before the implosion of the Via Perimetral and the change in the direction of São José Street. In 2020, during the Covid-19 pandemic, the levels did not exceed  $0.5 \text{ mg.L}^{-1}$ . Calcium contents were  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  in 2013 and reduced to  $11 \text{ mg.L}^{-1}$  in 2020, as this element, present in rocks or mortar, was associated with sulfur emanating from vehicles, and this, now reduced did not allow the intense formation of black crusts. With regard to  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  there was an increase in the contents of both from 5 to  $17 \text{ mg.L}^{-1}$ , as the removal of the Via facilitated the action of winds from the sea and its deposition on the façade, however, if greater cleaning effect from rain. It is concluded that the urban changes in the region were beneficial to the Paço with the reduction of black crusts and greater natural rain cleaning action.

**Keywords:** Imperial Palace; effect of pollution; urban changes.

## 1. INTRODUÇÃO

O Paço Imperial foi construído em rochas ornamentais, principalmente em gnaiss facoidal e leptinito, foi sede dos Correios e Telégrafos e hoje é um centro cultural que oferece exposições de artes (Ricardo *et al.*, 2017; Mariani *et al.*, 2004). A região passou por diversas transformações urbanistas gerando drásticas alterações ambientais no entorno, com a formação de ilhas de calor, modificação do regime de ventos de superfície na região e intensificando as altas concentrações de salinidades e poluição, tendo por consequência, tendo por consequência, estados avançados de deterioração das rochas do Paço Imperial.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo compreender como as alterações paisagísticas ao redor do Paço Imperial influenciaram no processo de alteração das rochas das fachadas da Rua Primeiro de Março e da Praça XV de Novembro do Paço Imperial.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia baseou-se em levantamento bibliográfico, climatológico e de cartas sinóticas fornecidas pelas estações meteorológicas do Rio de Janeiro da região, avaliação dos danos nas rochas, coleta de água de lavagem nas fachadas e posterior análise em laboratório por ICP-plasma nos anos de 2013, 2019 e 2020 de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $(\text{SO}_4)^{2-}$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Principais Danos

Os principais danos encontrados nas rochas das fachadas em estudo foram perdas de massa (Figura 1A), formação de crostas negras (Figura 1B), descamação (Figura 1C) e eflorescência (Figura 1D) e tais alterações estão ligadas à ação do intemperismo local, especificamente ação de salinidade e do enxofre emanados pelos veículos que circulavam próximos ao monumento.



**Figura 1A.** Perda de massa. **1B:** Crosta Negra. **1C:** Eflorescência. **1D:** Descamação.

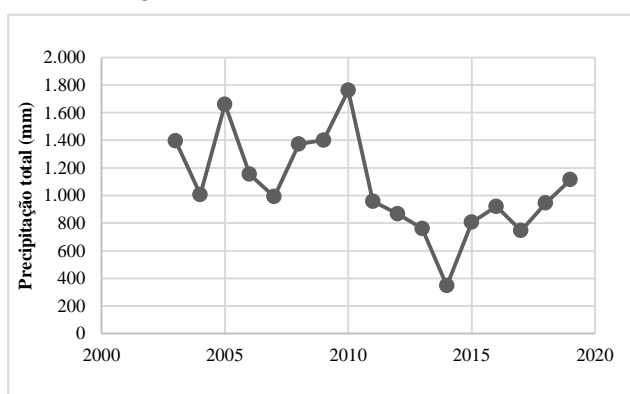
### 4.2. Avaliação Urbanística

As alterações encontradas nas rochas das fachadas tem relação direta com as mudanças urbanísticas que ocorreram ao longo do tempo no entorno do Paço Imperial, principalmente com a sua última modificação em 2014 com a imploração da Av. Perimetral, que era responsável pela circulação diária de cerca de 76.000 veículos emanando enxofre, dentre outros poluentes, a poucos metros da fachada da Praça XV de Novembro, favorecendo o acúmulo de poluentes nessa fachada, além de dificultar a circulação dos ventos.

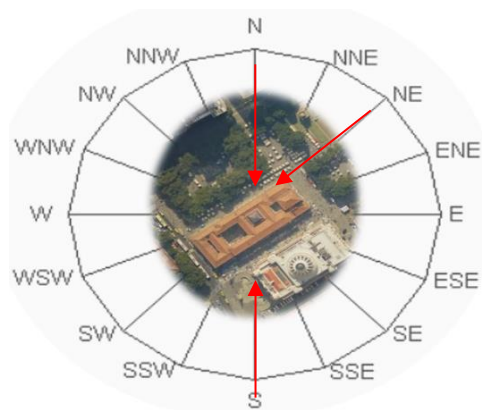
### 4.3. Avaliações Climatológicas

A Figura 2 apresenta os índices de precipitação total na região do centro da cidade do Rio de Janeiro desde o ano de 2003 até o ano 2019 onde se verifica um aumento do índice de precipitação a partir de 2014, época da retirada da Via Perimetral, permitindo maior ação da chuva na fachada da Praça XV de Novembro, devido à retirada da “barreira de concreto” exercida pela Via. Além da precipitação, outro fator que influencia na concentração de poluentes atmosféricos locais são a direção e o fluxo dos ventos, que propiciam o transporte e a dispersão dos poluentes, e que em estagnação produz um acúmulo, podendo influenciar na maior concentração de partículas no ar.

Na área do Paço Imperial observa-se que a direção predominante dos ventos é de Sul (S) e Nordeste (NE), com ocorrências de outras direções Leste (E) e Sudeste (SE). A direção frequente de S é devido a uma forte influência da circulação da brisa marítima e da direção N correspondente a ventos de brisa terrestre, devido à maior proximidade desta com o Oceano Atlântico de acordo com os dados da Estação meteorológica do aeroporto Santos Dumont (Figura 3).



**Figura 2.** Precipitação total anual entre os anos 2003 a 2019 (<http://clima.icea.gov.br/2020>)



**Figura 3.** Imagem adaptada do Google Earth (2019).

### 4.4. Avaliação das Sujidades

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da análise química da água de lavagem do ano de 2014 realizadas por Ricardo (2015) e os resultados das análises das coletas realizadas em 2019 e 2020, tendo como ênfase as fachadas voltadas para a Rua Primeiro de março e Praça XV de Novembro.

Pôde-se verificar que os teores de enxofre encontravam-se em torno de  $300 \text{ mg.L}^{-1}$  em 2013 em ambas as fachadas, enxofre esse oriundo da queima de combustíveis emanado pelos veículos que circulavam, em grande quantidade, pela Via Perimetral e pela Rua Primeiro de Março.

Após a retirada da Via Perimetral e alteração do sentido da Rua São José, o fluxo de veículos diminuiu, substancialmente, ao redor do prédio, observando-se teores de enxofre não chegando a  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  na Rua Primeiro de Março e de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$  na Praça XV de Novembro em 2019, indicando menor efeito de poluição no monumento. Já em 2020, em plena pandemia do Covid-19, os teores de enxofre não ultrapassaram  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  em ambas as fachadas devido à circulação inexpressiva de veículos.

Os teores de cálcio, que em 2013 encontravam-se em torno de  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ , reduziram-se para valores em torno de  $11 \text{ mg.L}^{-1}$ , tanto em 2019 quanto em 2020. O cálcio, presente nas rochas ou até mesmo nas argamassas, associa-se ao enxofre emanado pelos veículos formando crostas negras nas fachadas, identificadas como gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

No entanto, com a redução das emanações de enxofre, no entorno do prédio, reduz-se a formação desse sal e a manutenção predial, aliada com a chuva que auxilia na remoção das crostas que se encontravam no prédio.

Em termos de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  as concentrações são baixas na Rua Primeiro de Março, variando entre 2,0 e 7,0  $\text{mg.L}^{-1}$ , entre os anos de 2013 e 2020. Já na fachada da Praça XV de Novembro, os teores de íon  $\text{Na}^+$  aumentaram de 5,3 para 17,0  $\text{mg.L}^{-1}$  e os teores de cloreto aumentaram de 8,6 para 17,0  $\text{mg.L}^{-1}$  visto que a retirada da Via Perimetral, que funcionava como barreira para o spray salino, permitiu que a força dos ventos transportasse esses íons que se depositam na referida fachada, ocasionando a formação de eflorescências. Dessa forma, remonda-se a limpeza constante com água destilada.

**Tabela 1.** Análises químicas ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) dos íons encontrados nos anos de 2013 – 2020.

Íons ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	Fachada 1º Março			Fachada Praça XV		
	2013	2019	2020	2013	2019	2020
$\text{Na}^+$	7,3	2,3	2,3	5,3	17,2	17,0
$\text{Cl}^-$	6,5	4,8	3,3	8,6	16,8	17,0
$\text{Ca}^{2+}$	100,2	10,9	11,2	104,8	10,9	10,7
$(\text{SO}_4)^{2-}$	300,1	19,1	0,5	330,0	1,5	0,3

## 5. CONCLUSÕES

As rochas usadas na construção das cidades são parte de sua memória cultural e isto não é diferente quando tratamos do Centro Cultural Paço Imperial da cidade do Rio de Janeiro; por isso, as construções históricas, nos ambientes urbanos, constituídas por rochas, merecem um estudo detalhado acerca das causas e possíveis consequências dos danos a elas causados.

Foi possível observar que as rochas ornamentais do Paço Imperial, que compõem as portas e colunas das fachadas, são de gnaiss facoidal (augen gnaiss) e apresentam costa negra, que normalmente está relacionada à presença de concentrações de enxofre emanados pelos veículos e associados com o cálcio presente nas rochas, formando gipsita.

Verificou-se que a demolição da Via Perimetral foi benéfica para o Paço, bem como a alteração no sentido da Rua São José, pois diminuiu substancialmente a circulação de veículos próxima ao prédio, diminuindo, assim, o teor de enxofre depositado nas suas fachadas, com consequente formação de gipsita.

Observou-se que a intensidade do spray salino, especificamente  $\text{NaCl}$ , não se alterou ao longo do tempo na fachada da Rua Primeiro de Março, mas na fachada da Praça XV de Novembro a intensificação da presença de íons sódio e cloreto mais que triplicaram após a retirada da Via Perimetral, que funcionava como barreira para o vento que carrega tais íons, porém a ação da chuva aumentou e a consequente limpeza involuntária da fachada ocorreu.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM, aos funcionários do Paço Imperial, ao Iphan e a todos os amigos do LACON.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www0.rio.rj.gov.br/arquivo/acervos.html> > acesso em 07 jul. 2020.

Programa de monitoramento da qualidade do ar. Boletim de qualidade do ar. Disponível em: < <http://jeap.rio.rj.gov.br/je-metinfosmac/boletim> > acesso em 07 jul.2020.

DERECZYNSKI, C.P., OLIVEIRA, J. S. e MACHADO, C. O., (2009) Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, 24-38.

Mansur, K. L., Carvalho, I. S., Delphim, C. F. M. e Barroso, E. V., (2008). O gnaiss facoidal: a mais carioca das rochas, Anuário de Geologia – UFRJ, v. 31, nº 2.

Mariani, A. W., Leite, A. L. D., Coutinho, C., Paiva, C. S. M., Coefi, V. L. M., Andrade, M. L. V. e Conturs, F. B. (2004). Paço Imperial: roteiro para visita histórica. 4ª ed. 80p. Rio de Janeiro: Paço Imperial.

Ricardo, A. M., Mansur, K. L., Barroso, E.V., Senra, F., Avellar, G. e Ribeiro, R.C.C., (2017). Mapeamento das morfologias de alteração das rochas do Paço Imperial, Rio de Janeiro, Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 17, n. 2, p. 45-58, DOI: 10.11606/ISSN 2316-9095.v17-305.

Ricardo, A. M., (2015). Uma Rocha e um palácio: características e alterabilidade do gnaiss facoidal no Paço Imperial do Rio de Janeiro; Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Sistema de Geração e Disponibilização de Informações Climatológicas. <<http://clima.icea.gov.br/clima/precqntTotalAS.php>> acesso em 07 jul. 2020.