

DIAGNÓSTICO DOS ARENITOS DA FACHADA DO MUSEU JULIO DE CASTILHOS - PORTO ALEGRE/RS

Verônica Di Benedetti¹
veronicadibene@gmail.com

Ruy Paulo Philipp²
ruy.phlipp@ufrgs.br

ÁREA: PATOLOGIAS

Resumo

Edificado em 1877 pelo engenheiro militar Catão Roxo, a construção do atual Museu Júlio de Castilhos apresenta fachada erigida em granito e arenito. Ao longo dos seus 140 anos os arenitos sofreram a ação do intemperismo ocasionando diversas patologias num processo contínuo de degradação que levaram ao comprometimento da preservação de muitos de seus elementos arquitetônicos. No intuito de identificar os mecanismos de degradação e conter suas patologias, amostras foram submetidas a ensaios tecnológicos de caracterização petrográfica e difratometria de raios-X o que possibilitou classificar o tipo de arenito e com isso compreender as diversas patologias instauradas, norteando o projeto de intervenção conservativa e desacelerando a degradação de tão importante patrimônio histórico, arquitetônico e tecnológico da cidade.

Palavras-chave: Arenito
Patologias
Inspeção e Diagnóstico
Fachada
Geologia

¹ Arquiteta Urbanista (UMC), Mestre em Geociências (UFRGS)

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Departamento de Mineralogia e Petrologia.



DIAGNÓSTICO DE LOS ARENITOS DE LA FACHADA DEL MUSEO JULIO DE CASTILLOS - PORTO ALEGRE /RS

Verônica Di Benedetti¹

veronicadibene@gmail.com

Ruy Paulo Philipp²

ruy.philipp@ufrgs.br

AREA: PATOLOGÍAS

Resumen

Edificado en 1877 por el ingeniero militar Catão Roxo, la construcción del actual Museo Júlio de Castilhos presenta fachada erigida en granito y arenisca. A lo largo de sus 140 años los arenitos sufrieron la acción del intemperismo ocasionando diversas patologías en un proceso continuo de degradación que llevaron al compromiso de la preservación de muchos de sus elementos arquitectónicos. Con el fin de identificar los mecanismos de degradación y contener sus patologías, muestrear fueron sometidas a ensayos tecnológicos de caracterización petrográfica y difratometría de rayos X lo que permitió clasificar el tipo de arenito y con ello comprender las diversas patologías instauradas, orientando el proyecto de intervención conservadora y desacelerando la degradación de tan importante patrimonio histórico, arquitectónico y tecnológico de la ciudad.

Palabras clave: Arenisca

Patologías

Inspección y Diagnóstico

Fachada

Geología

Introdução

Construída em 1877 pelo engenheiro militar, o tenente-coronel Catão Augusto dos Santos Roxo, para ser a residência do político, jornalista e líder positivista Júlio de Castilhos, a edificação é um dos últimos exemplares da arquitetura residencial do final do século XIX do centro de Porto Alegre e única enquanto fachada neoclássica erijida em arenito.

O período que antecedeu a Proclamação da República (1889) e a Abolição da Escravatura (1888) foi marcado por intensos debates sobre o futuro da Brasil. Correntes como o liberalismo americano, o jacobinismo francês e o pensamento positivista de Auguste Comte, que tinha como principal dogma a ciência e o culto às artes, estavam em discussão. E é neste contexto histórico que o atual Museu Júlio de Castilhos foi concebido. O discurso prometia modernidade à nova sociedade republicana que estava por surgir. (CARVALHO, 1990)

Seguindo a tipologia das construções residenciais urbanas, a casa fez uso dos novos recursos que o momento político oferecia aos construtores. A política de incentivo à imigração trouxe muitos artífices estrangeiros à cidade, entre eles canteiros, estucadores, pintores e marceneiros. Rica em ornatos, a fachada neoclássica do Museu revela habilidade técnica na arte da cantaria e demonstra a riqueza do material típico da região, o arenito.

Com mais de 100 anos de exposição ao tempo, a fachada do Museu mostra os efeitos dos processos de intemperismo sobre o arenito. O conhecimento geológico dos materiais constituintes e da geologia regional através da análise e o diagnóstico são essenciais para compreensão da matéria, seus mecanismos de degradação e suas patologias, contribuindo para a correta elaboração das propostas de intervenção conservativa sobre o mesmo. Como preconizou Cesari Brandi (2004,p.36), " Será só em um segundo momento, quando se chegar à intervenção prática de restauro, se fará necessário também um conhecimento científico da matéria na sua constituição física."

A Edificação

O atual Museu Júlio de Castilhos, foi edificado seguindo a tipologia característica das residências urbanas do final do século XIX. Apesar de ser a residência de uma pessoa proeminente na sociedade da época, a arquitetura residencial ainda era vista como arquitetura menor, dentro da classificação tipológica vigente.

Sua implantação respeitava as novas normas da política sanitaria. Com alinhamento nas calçadas e recuo em uma das laterais, as novas edificações aboliam as alcovas através de pátios internos e maior número de aberturas. Com esta nova configuração espacial, as casas passavam a apresentar porões altos que serviam não somente para concentrar a área de serviços como também para preservar a privacidade do interior da casa, dos transeuntes. A entrada principal é concentrada na fachada principal, enquanto a lateral dava acesso à entrada de serviço.

A fachada principal é dividida em três zonas: embasamento, zona das aberturas e platibanda. (Figura 1)

O embasamento construído em granito apresenta gateiras, enquanto que as demais zonas são edificadas em arenito.



Figura 1: Fachada do Museu Júlio de Castilhos

Fonte: Elaborado pela autora

Na composição da fachada são observadas duas colorações de arenito: em primeiro plano vemos as colunatas em capitel jônico, as molduras das aberturas e os frisos inferior e superior que limitam a zona das aberturas e emolduram a platibanda. Todos os ornatos são esculpidos em arenito de coloração rosa. O segundo plano apresenta cor amarela clara, assim como a balustrada dos balcões.

O prédio está localizado na Rua Duque de Caxias, nº 1231 no centro de Porto Alegre, uma das áreas mais altas do bairro. A configuração urbana do entorno do prédio alterou-se demasiadamente ao longo dos seus 140 anos de existência. A circunvizinhança deu lugar a prédios que acabaram gerando um microclima desfavorável a conservação dos arenitos.

Apesar de não terem sido localizados registros da construção da época, é possível inferir que o embasamento e a alvenaria foram edificados com blocos aparelhados, sendo respectivamente granito e arenito, ambos assentados sobre argamassa.

Estado de Conservação

Após mais de um século de exposição aos agentes intempéricos, os arenitos da fachada desenvolveram patologias como desagregação, perda de material, corrosão puntual, descoloração, fraturas, pátina biológica e eflorescências salinas. Soma-se a estes, o dano ocasionado pela ação antrópica como a pichação.

As alterações ocorridas na estrutura da rocha devido aos processos intempéricos químico e físico ocasionaram modificações morfológicas nos elementos arquitetônicos, como o arredondamento dos limites dos blocos, desintegração de moldaduras, esfoliação do arenito, corrosão puntual, eflorescências salinas e fissuras. (Figura 2)

Também se observa o descoloramento do material, este devido as alterações ocorridas no feldspato (hidrólise). As alterações físicas na fachada denominadas aqui como a esfoliação do arenito, são evidenciadas através de lâminas de rocha medindo entre 1 e 3mm de espessura que se erguem do plano em forma de bolhas. As fissuras são consideradas ocorrências raras na rocha, pois não estão relacionadas à estrutura interna da mesma, sendo portanto atribuídas a agentes externos. (BENEDETTI, 2006)



Figura 2: Perda de material por lixiviação e eflorescências salinas. Fonte: Elaborada pela autora

A pátina biológica ocorre principalmente, nas áreas de maior retenção de água, enquanto as eflorescências, em áreas protegidas da água de lavagem das chuvas, ou seja, na região inferior ao balcão e no entablamento. As pichações ocorreram no embasamento, onde o material empregado é o granito.

As patologias que se instalaram nos arenitos estão diretamente relacionadas a natureza litológica do arenito, a poluição atmosférica, a variação térmica, a ação do vento, a biodeterioração e suas características arquitetônicas. Todos estes mecanismos de degradação são responsáveis pelo estado de conservação apresentado.

Petrografia dos Arenitos

Os levantamentos realizados na fachada do Museu Júlio de Castilhos possibilitaram o reconhecimento macroscópico da rocha como os traços da sua estrutura, textura e sua mineralogia. Para análise do estado de conservação foram obtidas amostras da rocha sã e da rocha deteriorada, esta última coletada de um fragmento que havia se destacado da fachada. Com isto foi possível fazer a caracterização petrográfica e o ensaio de difratometria de raios-X dos seus minerais constituintes.

Os blocos estudados apresentam predominantemente, estrutura maciça, observando-se também estruturas plano-paralelas e cruzada (Figura 3).



Figura 3: Laminação dos arenitos da fachada do Museu. Fonte: Elaborado pela autora

As camadas possuem espessuras milimétricas (1 a 4mm) a centimétricas caracterizadas pela alternância de níveis com pequena diferença de tamanho de grão, mais raramente, por

níveis mais ricos em minerais opacos. A textura é arenosa, com grãos de areia fina e média, subarredondados e arredondados, com elevado grau de seleção. Os grãos estão envoltos inicialmente, por uma fina camada de cimento de óxido de ferro, caracterizada na difratometria de raios-X como hematita. Sobre esta película ocorre um significativo crescimento de um cimento de natureza silicosa. Os poros ainda existentes são finalmente preenchidos de modo mais tardio por argilo-minerais do tipo ilita. (BENEDETTI, 2006)

A rocha apresenta alta coesão resultado do elevado grau de compactação e diagênese. As feições petrográficas (estrutura, textura e composição mineralógica) são indicativas que os arenitos na fachada do Museu correspondem aos arenitos da Formação Botucatu. Apresenta arcabouço formado predominantemente, de quartzo, com pouco feldspato e cimento dominantemente silicoso (calcedônia e quartzo). Contudo, o arenito possui um teor de feldspato (plagioclásio microclínio) que oscila entre 5 e 15%, que são silicatos que não apresentam a mesma estabilidade do quartzo. No intuito de verificar a existência de minerais secundários foram realizadas análises de difratometria de raios-X, na qual foi constatada a existência de dois tipos de argilo-minerais: ilita e caolinita. As figuras abaixo representam difratogramas da mesma amostra (Figura 4,5 e 6).

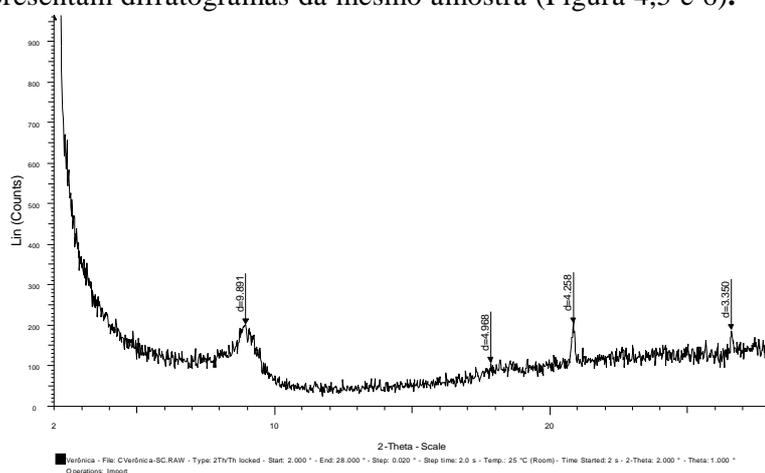


Figura 4 - Difratograma de raios-X mostrando desaparecimento dos picos de caulinita e permanência dos picos de ilita, após tratamento por calcinação a 550° em amostra com preparação orientada natural. Radiação $\text{CuK}\alpha'$. Extraído de: BENEDETTI, 2006.

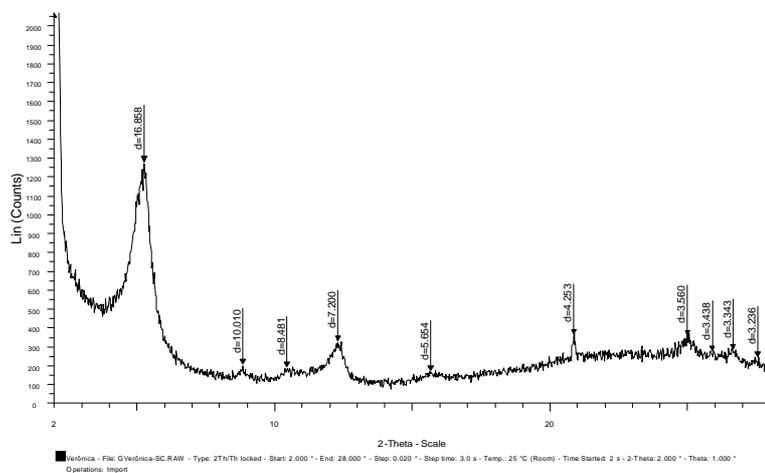


Figura 5 - Difratoograma de raios-X evidenciando a manutenção depicos de illita e da caulinita após saturação em etileno-glicol em amostra com preparação orientada natural. Radiação $\text{CuK}\alpha'$. Extraído de: BENEDETTI,2006.

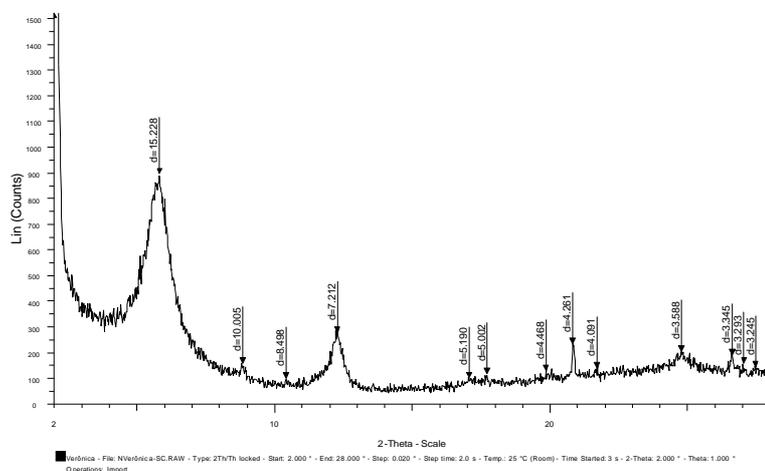


Figura 6 - Difratoograma de raios-X mostrando o padrão de difração característico da illita, caulinita e quartzo em amostra com preparação orientada natural. Radiação $\text{CuK}\alpha'$. Extraído de: BENEDETTI, 2006.

Ambos são resultantes do intemperismo químico (hidrólise) dos feldspatos. O K-feldspato é o microclínio, que apresenta maior resistência ao intemperismo químico quando comparado ao plagioclásio. Nas zonas mais alteradas apresenta perda de brilho, com decomposição superficial e em casos extremos, desagregação. Sua alteração intempérica forma argilo-mineral do tipo illita. (BENEDETTI, 2006)

Mecanismos de Degradação

As patologias presentes nos arenitos da fachada do Museu são decorrentes da interação entre a natureza litológica da rocha e os mecanismos de degradação atuantes no meio.

A seguir uma análise dos agentes envolvidos na deterioração dos arenitos da fachada principal do Museu Júlio de Castilhos.

Natureza Litológica

Classificada como uma rocha sedimentar, os arenitos são resultantes do acúmulo e consolidação de materiais preexistentes derivados das interações física (compactação) e química (dissoluções), e da ação de organismos. A esta fase de transformação dos sedimentos em rocha damos o nome de diagênese. Este processo ocorre a baixa pressão e temperatura e seus processos refletem na sua resposta aos agentes intempéricos.

Conforme identificados pelas análises petrográfica e mineralógica, o arenito em questão pertence à Formação Botucatu apresentando estrutura plano-paralela e cruzada com espessuras de 1 a 4 mm. Devido a diagênese avançada e elevado grau de compactação o arenito apresenta uma porosidade primária baixa e alta coesão da rocha. Texturalmente, são arenitos arcoseanos ricos em quartzo, finos a médios, compostos de grão de areias arredondados a subarredondados e de elevada seleção. (BENEDETTI, 2006)



Apresenta arcabouço formado predominantemente, por quartzo, com pouco feldspato (plagioclásio microclínio) entre 5 e 15% e cimento predominantemente silicoso (calcedônia e quartzo). Perda de brilho, decomposição e desagregação são resultados da alteração intempérica do feldspato que, assim como a sílica, não apresenta a mesma estabilidade do quartzo. Sua alteração se inicia por locais de instabilidade dos minerais, assim como limites externos, defeitos cristalinos como espaços vazios na estrutura molecular, planos de clivagem, planos de maclas e/ou fraturas.(LAZZARINI, 1986)

Identificados na análise de difratometria de raios-X A os argilo-minerais illita e caulinita, resultantes da dissolução dos feldspatos, contribui para a lenta e contínua degradação da rocha, uma vez que permite o aumento de porosidade e lixiviação, mesmo que parcial, da sílica. A illita e a caulinita como produto da alteração do feldspato, informam que há pouca ou média lixiviação da sílica.

Agentes de Degradação

As alterações intempéricas no arenito da fachada do Museu Júlio de Castilhos estão associados direta ou indiretamente a presença de água. No entanto, a intensidade da sua ação está relacionada a fatores como drenagem interna e variação da temperatura.

A drenagem interna influencia na acumulação e circulação da água no interior da rocha, ou seja, a permanência da água no seu interior. A drenagem depende da granulometria, da textura, da cimentação, da porosidade, da permeabilidade e da solubilidade dos minerais. Segundo as análises realizadas, o arenito em questão apresenta alto grau de compactação. Os processos da diagênese conferiram ao material uma excelente cimentação secundária, tornando-o pouco poroso, sua granulometria e textura também contribuem para sua baixa porosidade. No entanto, a presença de feldspato alterado (illita e caulinita) nos faz inferir a existência de um aumento da porosidade do material conferindo o aumento da drenagem interna.

O arcabouço formado por quartzo e feldspato, ambos silicatos, faz com que a solubilidade destes minerais seja muito baixa frente ao caráter ácido das chuvas da região.

A solubilidade dos silicatos só se elevam com pH maior que 9, acima deste valor sua solubilidade deve ser motivo de atenção.

A caulinita e a illita, geradas pela hidrólise do feldspato, possuem solubilidade muito baixa entre valores de pH entre 4 e 10, abaixo de 4 e acima de 10 torna-se bastante elevada. O caráter ácido das chuvas, potencializam a hidrólise do feldspato. Segundo Teixeira, Fairchild e Toledo (2009) a alteração do feldspato potássico em presença de água e ácido carbônico com a entrada de H^+ , na estrutura do mineral, substituído K^+ . O potássio é totalmente eliminado pela solução de lixiviação, e a sílica somente parcialmente. A sílica não eliminada recombina-se com o alumínio também não eliminado, formando uma fase secundária argilosa (caulinita)

Não só o caráter das chuvas, favorecido pela concentração dos poluentes na região, como também os índices pluviométricos e as variações térmicas registradas na cidade contribuem para o estado de conservação dos arenitos.

O clima de Porto Alegre é classificado como subtropical úmido, favorecendo a decomposição mineral por alteração química. Ambientes com este clima prevalece água de caráter ácido ou neutro atacando o feldspato como confirmado nas análises.(LAZZARINI, 1986).

A temperatura média anual da cidade é de 20°C, podendo chegar a 5° C nos períodos de maio a julho e a 40°C nos meses de dezembro a fevereiro. Segundo o IBGE, a média das chuvas está em torno de 120 a 200mm, com precipitação média de 1851 mm anuais. A

cidade de Porto Alegre ainda possui média de ocorrência de geadas entre 10 e 15 dias ao ano. A alta temperatura contribui na aceleração das reações de intemperização química. Enquanto que as baixas temperaturas favorecem o intemperismo físico.

As questões climáticas da cidade ainda são agravadas pelo microclima formado pelo pelos processos de urbanização da cidade.

Quando construído em 1877, o entorno da edificação possuía uma outra máscara, fazendo com que houvesse condições favoráveis de insolação. Atualmente, as construções lindeiras ao Museu contribuem para que a incidência solar direta, seja quase inexistente. Vegetações plantadas na calçada, distam um pouco mais de 1m da fachada, criando um microclima de manutenção de umidade na rocha. Rochas que contém minerais expansivos como as argilo-minerais, estão sujeitas a fissuras ocasionadas pela expansão por hidratação destes. Apesar da caulinita e da illita não configurarem como expansíveis sua lixiviação potencializa a desagregação do arcaço, aumentando a penetração das águas.

As fissuras identificadas no arenito da fachada estão relacionadas às intervenções indevidas que geraram esforços localizados pela incompatibilidade de materiais. Sua ocorrência

Poluição Atmosférica

Considerado um agente patogênico de origem antrópica (LAZZARINI, 1986) a ação da poluição atmosférica, é facilmente identificada. Na fachada a deposição de fuligem sobre as áreas protegidas pela água de lavagem das chuvas denotam sua ação. A quantidade e o tipo de poluentes depositados dependem, no caso da arquitetura da volumetria (saliências e reentrâncias), e das condições climáticas. Estes depósitos são resultado da precipitação dos poluentes atmosféricos, ricos em enxofre, hidrocarbonetos, ácido fórmico, entre produtos derivados da queima de combustíveis fósseis.

O caráter ácido das águas de lavagem não só contribuem para os processos de hidrólise como propiciam o crescimento de colônias de organismos vivos uma vez que estes se alimentam dos produtos de dissolução dos silicatos, criando um ciclo danoso a manutenção da sanidade da rocha. Sua permanência sobre a rocha, propiciado pela constante umidade, forma biofilmes que não só expõem ácidos orgânicos contribuindo para a dissolução dos minerais como também faz a manutenção da umidade no local.

Sua interação com a água, gera reações químicas as quais derivam soluções de caráter ácido capazes de dissolver os minerais constituintes da rocha, causando o aumento da drenagem interna do material, bem como, corrosões pontuais como as observadas nas rosetas localizadas sob os balcões. (Figura 7)



Figura 7: Detalhe da corrosão puntual. Observar as deposições de material particulado.

Fonte: Elaborada pela autora

Considerações Finais

Ao dirigirmos nosso olhar sobre o edifício em processo de degradação, devemos buscar a compreensão do objeto como um todo. Sua leitura deve passar pela análise enquanto objeto histórico, arquitetônico e cultural, composto de materiais contrutivos imbuídos de valores e significados.

Entender seus materiais significa entender os processos que levaram ao seu estado de conservação.

Ao investigarmos o arenito através de ensaios tecnológicos, conseguimos entender os processos atuantes que levaram as patologias vistas a olho nú. Não há como propor a melhor solução projetual enquanto saneamento das patologias sem o conhecimento do material constituinte.

O arenito em questão, após ser analisado, nos informa que apesar dos danos registrados derivados da transformação do material por processos intempéricos, temos uma fachada em estado de conservação passível de conservação e de longa vida apesar dos seus 140 anos de exposição. A constituição do arenito com arcação de quartzo, mineral de alta estabilidade, e pouca quantidade de feldspato (5 a 15%) , baixa porosidade e alta coesão favorece sua conservação quando comparado com arenitos cimentados por material argiloso, com argilas expansíveis. Esta segunda caracterização teria comprometido em alto grau o estado de conservação da fachada.

Agradecimentos

À Direção do Museu Júlio de Castilhos pelo acesso a área de estudo, documentos e coleta do material .Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ), processo nº 309232/2003-1 de Ruy Paulo Philipp, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa. Ao Prof. Dr. Luis Fernando De Ros (IG-UFRGS) pelo uso do microscópio petrográfico para obtenção das fotomicrografias, pelos comentários e sugestões a análise petrográfica e a Prof. Dra. Márcia Elisa Boscato Gomes (IG-UFRGS) pelas discussões a apoio com as análises de difratometria de raios-X.

Bibliografia

- (1) CARVALHO, J.M..**A Formação das Almas: O Imaginário da República no Brasil**, São Paulo: Companhia das Letras, 1990.
- (2) BRANDI,C.. **Teoria da Restauração**, São Paulo: Ateliê Editorial , 2004.
- (3) BENEDETTI, V. D. . **Estudo das Alterações Ocorridas nas Rochas Ornamentais Utilizadas em Monumentos Arquitetônicos: Museu Júlio de Castilhos e Cúpula da Catedral Metropolitana de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- (4) LAZZARINI, L.;TABASSO,M.L..**Il Restauro della Pietra**. Padova: Editora CEDAM- Casa Editrice Dott. Antonio Milani,1986.
- (5) TEIXEIRA,W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F.. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.