

**A DEGRADAÇÃO DA PEDRA NATURAL ATRAVÉS DO USO
DOS OBJETOS ARQUITETÔNICOS E ESPAÇOS URBANOS:
SUBSÍDIOS PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.**

Neuvânia Curty Ghetti

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ARQUITETURA.

Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Março de 2004



**A DEGRADAÇÃO DA PEDRA NATURAL ATRAVÉS DO USO
DOS OBJETOS ARQUITETÔNICOS E ESPAÇOS URBANOS:
SUBSÍDIOS PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.**

Neuvânia Curty Ghetti

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em História e Preservação do Patrimônio Cultural.

Orientadora: Prof. Dra. Angela M. M. Martins
Co-orientador: Prof. Dr. Walmor José Prudêncio

Rio de Janeiro
Março de 2004

**A DEGRADAÇÃO DA PEDRA NATURAL ATRAVÉS DO USO
DOS OBJETOS ARQUITETÔNICOS E ESPAÇOS URBANOS:
SUBSÍDIOS PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.**

Neuvânia Curty Ghetti

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA DA FACULDADE DE
ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ARQUITETURA.

Aprovada por:

Prof. Angela Maria Moreira Martins, D.Sc. (Orientador)

Prof. Walmor José Prudêncio, D. Sc. (Co-orientador)

Prof. Edson Faria Mello, D.Sc.

Prof. Adriano Caranassios, D. Sc.

Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Março de 2004

Ghetti, Neuvânia Curty

A degradação da pedra natural através do uso dos objetos arquitetônicos e espaços urbanos: subsídios para a preservação do patrimônio cultural/ Neuvânia Curty Ghetti. - Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2004.

xvi, 221f.:il.; 31 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Angela M. M. Martins.

Dissertação – UFRJ/PROARQ/Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2004.

Referências Bibliográficas: f. 222-229.

1. Pedra Natural. 2. Degradação. 3. Preservação. I. Martins, Angela M. M. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. III. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo;

Ao meu marido Luiz Eduardo pelo apoio, dedicação, por acreditar nesta idéia e pela confiança sempre em mim depositada;

Aos meus filhos Gustavo e Tiago, pela compreensão das horas que não lhes dediquei;

À Prof.^a Angela Martins pela liberdade de ação a mim concedida, pelo incentivo constante à independência do meu pensamento, pelo elogio estimulante e de boa medida, pela simplicidade e pelo exemplo de objetividade e clareza;

Ao Prof. Walmor Prudêncio por ter transmitido de modo significativo sua expressiva experiência técnica e profissional;

À Prof.^a Rosina Trevisan pela visão demonstrada ao compreender a dimensão interdisciplinar das questões da Preservação e por sua participação relevante na discussão de muitos dos itens deste estudo;

Ao Prof. José Aguilera por ter compartilhado seu entusiasmo e amor pelo Patrimônio fazendo despertar em mim a importância da Preservação e por disponibilizar importante material de pesquisa;

Às colegas de Turma pelas idéias e emoções compartilhadas.

RESUMO

A DEGRADAÇÃO DA PEDRA NATURAL ATRAVÉS DO USO DOS OBJETOS ARQUITETÔNICOS E ESPAÇOS URBANOS: SUBSÍDIOS PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.

Neuvânia Curty Ghetti

Orientadora: Prof. Dra. Ângela M. M. Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Walmor José Prudêncio

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

A Preservação do Patrimônio Cultural assume atualmente uma dimensão que abrange tanto o aspecto material, quanto o aspecto ligado ao homem e sua interação com o Bem Cultural. O homem, ao interagir com o meio, buscou na matéria o suporte para suas necessidades de habitar, de se defender, de criar e de se emocionar. A pedra natural foi escolhida como uma forma de linguagem do homem, permitindo que ele expressasse seus referenciais e seus símbolos.

Apesar da pedra apresentar qualidades intrínsecas como durabilidade, incombustibilidade, trabalhabilidade, beleza e nobreza, interage com o meio em que se situa e realiza trocas com ele, muitas vezes agressivas ao próprio material pétreo, causando a sua degradação.

O estudo inclui uma exposição sobre a natureza intrínseca do material pétreo, sua alterabilidade e degradação, sua aplicação no patrimônio e a ação relacionada diretamente ao uso intenso do bem patrimonial.

A pesquisa se desenvolve considerando um lugar de interesse histórico - o Corredor Cultural no centro do Rio de Janeiro - que tem a pedra natural compondo a fachada de imóveis que estão expostos ao uso comercial intenso: o SAARA.

O objetivo da presente pesquisa é proporcionar subsídios para as medidas de prevenção e conservação da pedra natural que compõe os elementos das fachadas de

prédios no SAARA, no intuito de contribuir para multiplicar as ações de preservação do patrimônio cultural.

As reflexões sobre a preservação do bem patrimonial conduzem à conclusão de que, mesmo existindo a consciência da importância de se preservar a memória da cidade, do lugar, não basta somente o conhecimento da degradação do patrimônio nem a proteção dissociada de ações concretas que possam garantir a manutenção e preservação do patrimônio edificado.

Palavras-chave: 1. Pedra Natural. 2. Degradação. 3. Preservação.

ABSTRACT

THE STONE DEGRADATION IN THE USE OF ARCHITECTURAL OBJECTS AND URBAN SPACES: CULTURAL HERITAGE PRESERVATION SUBSIDIES.

Neuvânia Curty Ghetti

Orientadora: Prof. Dra. Ângela M. M. Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Walmor José Prudêncio

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

The Cultural Heritage Preservation takes nowadays a dimension that includes the material and the human-linked aspects, as the direct man's influence in the Heritage. By his interaction with the environment, the man searched in the matter the support for his living needs like a place to live, self-defense and ways to express his creation capacity and emotions. The natural stone was chosen as a human way of language, expressing man's references and symbols.

Though the natural stone has intrinsic qualities as stability, incombustibility, beauty and nobility, it interacts with the environment and suffers changes, many of them making damages to the matter, which becomes depredated.

This research includes a study about the stone's intrinsic nature, its stability and degradation, its application in heritage and the human action rightly linked to the heritage intentional use.

The research takes place on one historic interest place, the Cultural Corridor in Rio de Janeiro's downtown. There, the natural stone was used in building's fronts, mainly in a site of intense commercial use: The SAARA.

The aim of this research is to give subsidies to the Preservation and Conservation works on the natural stone used in the fronts of the SAARA buildings, multiplying the Heritage Preservation actions.

The reflections about the heritage preservation lead us to conclude that, even existing a conscience about the significance in preserving the city's and the place's memory, it isn't enough to know the heritage degradation itself, neither the protection isolated, but concrete actions may be present to guarantee the edified heritage's maintenance and preservation.

Key-words: 1. Stone. 2. Degradation. 3. Preservation.

**A DEGRADAÇÃO DA PEDRA NATURAL ATRAVÉS DO USO
DOS OBJETOS ARQUITETÔNICOS E ESPAÇOS URBANOS:
SUBSÍDIOS PARA A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL.**

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS E QUADROS	xii
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1: MATERIAL PÉTREO	
Material Pétreo - Suporte para a Emoção	06
1. Aplicações na Arquitetura e Construção Civil	08
2. Uma visão geológica	22
3. Propriedades das pedras	43
Capítulo 2 : ALTERABILIDADE E CONSERVAÇÃO DO MATERIAL PÉTREO	
1. Intemperismo	60
2. Alterações da pedra	72
3. Caracterização da pedra e seus estados de alteração	88
4. Conservação e o Restauro de obras em Pedra.	94
Capítulo 3 : O IMPACTO DO USO EM LUGARES DE INTERESSE HISTÓRICO E TURÍSTICO	
1. Patrimônio Histórico e Cultural.	121
2. O Uso Intenso do Espaço e Preservação do Patrimônio Cultural.	129

3. O contexto urbano e a preservação na cidade do Rio de Janeiro. 155

4. O SAARA na área central da cidade do Rio de Janeiro. 167

Capítulo 4 : ESTUDO DE DANOS E MODELOS ALTERNATIVOS DE PREVENÇÃO

1. Caracterização da pedra natural. 179

2. Indicadores de alteração do gnaisse nas edificações. 186

3. Fatores geradores das patologias. 194

4. Mecanismos de alteração produzidos nas edificações. 204

5. Medidas alternativas de prevenção e conservação do bem patrimonial 207

CONCLUSÃO 218

BIBLIOGRAFIA 222

ANEXO 1 Dados do Lugar 230

ANEXO 2 Glossário 234

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01.	Construção Inca em Macchu Picchu, Peru.	11
02.	Mosteiro da Batalha, Portugal.	12
03.	Templo da Sagrada Família, Barcelona, Espanha.	12
04.	Templo da Sagrada Família, Barcelona, Espanha.	12
05.	Arcos da Lapa, Rio de Janeiro, Brasil.	13
06.	Exemplo de uso da pedra Gnaisse em exteriores. Corredor cultural, Rio de Janeiro.	15
07.	Esquema das situações-tipo de utilização de pedra natural em exteriores: a) Pedra maciça, b) Placas de pedra.	15
08.	Aspectos de pavimentação com cubos e paralelepípedos assentados em leito de areia. Fotos representando a técnica de execução e esquema de alguns padrões menos comuns.	18
09.	Imagens do Morro da Conceição – Rio de Janeiro. Seqüência de padrões de pisos e escadas.	19
10.	Muros em pedra maciça granítica, construídos com elementos de formato bruto, semi aparelhados e dimensionados.	20
11.	Exemplos vários da utilização da pedra granítica no arranjo do espaço urbano.	20

12.	Pedra granítica maciça utilizada em alvenarias e cantarias e em outros elementos das fachadas.	21
13.	Aspectos de alguns tipos mais comuns de guarnições de portas e janelas em pedra maciça.	21
14.	Alguns exemplos de elementos decorativos e ornatos, estatuetas, colunas, pilares, balaústres, parapeitos, etc.	22
15.	Ciclo das Rochas. Fonte: Caracterização tecnológica, usos e aplicações de rochas ornamentais.	23
16.	Aspecto microscópico de rocha composta por Quartzo, Feldspato potássico, Plagioclase, Biotita, Muscovita e Zircão ampliação 25 X... 44	
17.	Exemplo de degradação do aspecto de obras em granito, causada por fixação de organismos vivos e aderência de partículas sólidas de natureza orgânica e inorgânica.	119
18.	Centro Galego de Arte Contemporânea - Santiago de Compostela, Espanha Projeto de Álvaro Siza, 1988-1993.	123
19.	Centro Galego de Arte Contemporânea - Santiago de Compostela, Espanha Projeto de Álvaro Siza, 1988-1993.	123
20.	Centro Georges Pompidour, Paris. França.	123
21.	Centro Histórico, Praga. República Tcheca.	124
22.	Material pétreo am fachadas. Fotos do Corredor cultural do Rio de Janeiro.	127
23.	Imagens do Morro da Conceição – Rio de Janeiro - Sequência de padrões de revestimentos de pisos, escadas e casario.	128

24.	Corredor Cultural, RJ: À esquerda a Rua Passos	128
25.	Corredor Cultural, RJ: À direita a Rua do Lavradio.	128
26.	Esculturas da Fonte da Praça de Espanha, Barcelona.	137
27.	Templo da Sagrada Família, obra do arquiteto Gaudí, em Barcelona, Espanha. À esquerda torres da Fachada da Paixão.	138
28.	Templo da Sagrada Família, obra do arquiteto Gaudí, em Barcelona, Espanha. À direita corredores de visitação.	138
29.	À esquerda, Pirâmide El Castillo -Chichen Itza, México.	138
30.	À direita – Estátua de Chac Mool com a biodeterioração por cianobactérias -Chichén Itzá.	138
31.	Laucaux, França. Pinturas rupestres em Rocha Calcária.	139
32.	Microscopia eletrônica da forma cristalina da Calcita – Principal constituente das Rochas Calcárias.	139
33.	Stonehenge – Inglaterra.	142
34.	Macchu Picchu – Peru.	143
35.	Visitação a gruta em Minas Gerais.	143
36.	Igreja e conjunto escultório de Bom Jesus do Matosinhos, Congonhas, MG, Brasil.	144
37.	Equipe do Projeto IDEAS realizando trabalho de mapeamento de danos na pedra.	145

38.	À esquerda: Praça Tiradentes, Ouro Preto, MG, Brasil.	146
39.	À direita: Show popular na Praça Tiradentes – Ouro Preto.	146
40.	À esquerda: Cinelândia, Rio de Janeiro-Teatro Municipal e arredores.	147
41.	À direita: Show popular na Cinelândia em 2003.	147
42.	Corredor Cultural: Áreas 1 a 4.	166
43.	Região do SAARA em destaque: Rua da Alfândega, Rua Senhor dos Passos, Rua Buenos Aires e Rua da Conceição.	174
44.	Elementos componentes de uma fachada.	187
45.	Detalhe da biodegradação pelo crescimento de algas e musgos.	193

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
01.	Classes químicas em função da composição mineralógica do material de origem.	32
02.	Exemplos de rochas de acordo com as classes químicas.	32
03.	Minerais silicáticos mais comuns.	47
04.	Minerais não silicáticos mais comuns.	49
05.	Escala de Mohs.	54
06.	Normas nacionais e internacionais de ensaios na rocha.	56
07.	Parâmetros para a escolha da rocha de revestimento.	58
08.	Estabilidade relativa dos silicatos formadores de rochas mais comuns sob a ação do intemperismo químico.	69
09.	Principais indicadores visuais de alterações do material pétreo.	85
10.	Exemplos de indicadores visuais de alteração:	86
11.	Métodos de análise química e mineralógica das pedras.	90
12.	Principais indicadores de alteração observados na área em estudo. ...	194
13.	Qualidade no ar em cidades do Brasil.	200
14.	Dilatação Linear Térmica (DLT) de materiais distintos.	202

INTRODUÇÃO

O sentido da preservação do Patrimônio Cultural tem uma relevância e uma abrangência que transcendem o monumento isolado, passa por fragmentos ou núcleos históricos e se cristaliza nas manifestações culturais de um povo, nas suas crenças e tradições e no seu modo de vida.

O Patrimônio Cultural que hoje temos e do qual usufruímos nos foi legado pelas gerações passadas, fazendo parte de nossa herança cultural para o futuro. O respeito que devemos aos que ainda não chegaram, mas que certamente chegarão, nos faz refletir quanto à ação direta que realizamos sobre a deterioração do nosso patrimônio tanto natural quanto cultural.

Os monumentos do patrimônio cultural construído são entidades que manifestam as características próprias dos materiais que os constituem. Como matéria, estão em constante busca de um estado de equilíbrio, interagindo de modo inevitável com o ambiente e seus agentes. Assim, estão passíveis de mudanças a todo o momento, ficando expostos a degradações ao longo do tempo em função das condições climáticas ambientais, bem como decorrentes da ação direta do homem sobre ele. Acontece, então, que as marcas da degradação à medida que avançam, colocam em risco a própria existência desses testemunhos históricos.

Sendo assim, é urgente e imperioso preservar e conservar o patrimônio construído e os valores intrínsecos dos seus monumentos e dos sítios históricos.

A história da Humanidade se faz conhecida, em parte, por meio dos inúmeros monumentos arquitetônicos construídos com pedra, desde as eras pré-históricas.

Desde as suas origens, o homem tem utilizado a pedra natural como material de construção e com a qual criou instrumentos e utensílios. Este substrato nobre durável serviu, também, como suporte no qual expressou seu modo de vida, suas crenças e valores, enfim, suas emoções, que se materializaram em estatuetas, desenhos e pinturas.

Por estas razões, a pedra se tornou parte da linguagem comum do homem, presente em suas múltiplas ações e em muitas situações. Constitui um símbolo de austeridade e da nobreza, e a sua presença desperta sensação de estabilidade e de solidez.

As rochas possuem um passado muito anterior ao do seu uso nos monumentos e testemunha todo um trajeto durante a vida da sua aplicação na obra de arte.

Hoje, é universalmente reconhecida a importância de se diagnosticar e controlar a degradação das pedras que constituem o patrimônio cultural construído.

Pesquisas intensas têm sido realizadas em países como Portugal, Espanha, Itália, Inglaterra e Alemanha, entre outros, com o objetivo de definir uma metodologia para a determinação das causas da degradação das pedras, para uma correta avaliação e controle dos danos na perspectiva de encontrar medidas adequadas de conservação e restauro do patrimônio construído.

No contexto da preservação do patrimônio cultural no Brasil, a sua política de desenvolvimento se volta para a abertura e criação de alternativas geradoras de recursos econômicos, através do uso do próprio bem patrimonial cultural, natural e arquitetônico, garantindo assim, a sua sustentabilidade. Desse modo é necessário considerar a sua exposição ao uso constante, seja por motivo turístico, comercial ou habitacional.

No Brasil existem grupos de pesquisa que estudam a questão da preservação e conservação dos diversos materiais, entre eles o material pétreo. Centros de pesquisa como o CECRE-UFBA, o CECOR-UFMG, o Grupo CASARÕES-UFF, além de outros, inclusive o próprio IPHAN, mostram a consciência do grau de complexidade existente quando se aborda o material pétreo nas intervenções.

No caso da cidade do Rio de Janeiro, a partir da década de 80, foi realizada em sua área central, uma experiência concreta para a preservação de conjuntos arquitetônicos significativos para a história da cidade, e para a revitalização das atividades nela desenvolvidas.

Entre as áreas preservadas existe uma que nos desperta uma especial atenção, dada a sua importância histórica e econômica para aquela região da cidade. Trata-se do lugar atualmente conhecido como SAARA.

O objetivo da presente pesquisa é proporcionar subsídios para as medidas de prevenção e conservação da pedra que compõe elementos de fachadas dos prédios de uso comercial localizados na região do SAARA.

Podemos definir vários parâmetros que induzem o material pétreo a experimentar trocas, muitas vezes, prejudiciais ao seu comportamento como material construtivo, seja como revestimento, pavimento ou para outras aplicações. Estas trocas manifestam-se como alterações que produzem efeitos maiores para o bem patrimonial e podem estar relacionadas e condicionadas a fatores externos, como o ambiente no qual está situado o material pétreo e seu entorno mais imediato, e, também, à própria função do material alterado no patrimônio.

Entre os vários fatores externos relacionados ao ambiente, sobressaem de modo preocupante os relacionados ao aspecto antropológico do problema.

Para conceber a presente pesquisa, foi elaborada a seguinte questão:

- Como a ação do homem, por meio do uso intenso em atividades comerciais, pode provocar a degradação do material pétreo que compõe a fachada principal dos prédios situados na região do SAARA, no centro do Rio de Janeiro?

O fio condutor da pesquisa é o desvendamento, ou seja, a análise dos fatores, mecanismos e indicadores das alterações observadas no material pétreo e relacionadas ao uso intenso dos imóveis do SAARA.

A pesquisa está baseada no cruzamento das informações obtidas a partir de fontes bibliográficas, relatórios e periódicos, de entrevistas realizadas, de consultas a web-sites e de levantamento iconográfico da área.

Das fontes bibliográficas foram extraídas as informações sobre o material – a Pedra e a sua alterabilidade. Contextualizamos, então, estes dados com as concepções de Preservação e Memória da Cidade.

Das entrevistas, foram obtidos os denominados “Dados do Lugar”, ou seja, as opiniões dos usuários quanto à questão do uso, do estímulo à visitação e da preservação do patrimônio local.

Dos dados compilados a partir de consulta a periódicos e a web-sites, foram coletados dados quanto aos impactos positivos e negativos dos diversos tipos de uso sobre a pedra. O material fotográfico obtido no local ilustra e exemplifica a presença da degradação nos diversos elementos em pedra nas fachadas.

A Dissertação está estruturada em quatro capítulos, sendo os dois iniciais dedicados ao estudo do material - a pedra natural e sua alterabilidade. O capítulo 3 foi dedicado ao estudo de lugares de interesse histórico, cultural e turístico. Para o presente estudo considerou-se o SAARA no centro da cidade do Rio de Janeiro e o capítulo 4 apresenta a relação entre o material, o homem e suas implicações com relação ao uso intenso .

O objetivo do Capítulo 1 é, basicamente, reconhecer o Material Pétreo como um substrato que foi capaz de registrar e mostrar os testemunhos do passado através da sua aplicação na Arte, Arquitetura e na construção civil. É ainda intenção deste capítulo fornecer uma visão da natureza intrínseca da matéria em questão.

O capítulo 2 tem como objetivo analisar os processos de alteração que ocorrem na pedra, sistematizar os tipos de degradação, seus fatores, mecanismos e indicadores e os métodos aconselháveis de intervenção para a conservação e restauro das obras em pedra.

No Capítulo 3 é apresentado o impacto do uso intenso nos lugares de interesse histórico e turístico, inclusive levantando os aspectos positivos e negativos da relação Patrimônio / Uso intenso, situando a questão da preservação do patrimônio cultural e da memória na cidade do Rio de Janeiro, com especial ênfase ao Projeto do Corredor Cultural e, mais particularmente, da área dos arredores da Rua Alfândega, o SAARA.

O Capítulo 4 visa a caracterizar a rocha Gnaisse, identificar os danos observados *in situ*, relacionando seus indicadores, fatores e mecanismos de alterações e propor medidas alternativas de preservação e conservação do bem patrimonial.

Por fim, tem-se que considerar o tempo vivido pela edificação histórica e a vida vivida na edificação, pois, somente assim, serão tomadas medidas efetivamente concretas para, senão eliminar a degradação da pedra, pelo menos minimizar os riscos ao qual o patrimônio está exposto, proporcionados pelo uso intenso e não controlado do bem patrimonial.

Capítulo 1

MATERIAL PÉTREO: A PEDRA NATURAL

CAPÍTULO 1

MATERIAL PÉTREO: A PEDRA NATURAL

Material Pétreo - Suporte para a Emoção

O material pétreo¹ tem acompanhado o homem na sua luta pela civilização desde a mais remota antiguidade. Encontramos a pedra nos mais antigos monumentos, em muitos utensílios e ferramentas do homem primitivo. O conjunto destes elementos quando agregados constituem, através do tempo, a imagem da nossa história.

A dimensão temporal nos liga à história através da memória. A nossa relação com a realidade só se dá através de percepções e representações, sendo que a idéia de representação se concretiza necessariamente sobre a matéria. A memória desloca-se nesse mecanismo e dá continuidade relacionando todas as imagens e influenciando a percepção que temos do presente e, portanto, o nosso comportamento em relação ao futuro. É a matéria quem permite que estas imagens se manifestem.

Desde a Idade da Pedra, marco inicial das atividades do homem através do tempo, percorremos com o material pétreo, povos, nações e seus costumes. A pedra tem sido um eficiente substrato pelo qual estes povos imortalizaram sua história.

O contato que nos proporciona a matéria, no caso a rocha, a pedra, o seu conjunto e ela própria transformada nos resgata a possibilidade de viver e experimentar diversas sensações que podem se transformar e gerar emoções. A emoção nos leva a descobrir, descrever e interpretar a matéria em suas diversas formas, texturas, cores, brilho, odores, movimentos, sabores e temperaturas.

Estas peculiaridades da matéria (no caso, da pedra) vão criar motivações suficientes para despertar o saber olhar. Sem dúvida é um grande desafio reinventar a natureza e desencadear a evolução do olhar. Através do exercício deste aprendizado, tomamos consciência da nossa responsabilidade para a valorização e proteção do Patrimônio Cultural.

¹ Material Pétreo: Alguns autores seguem a definição estabelecida pela Comissão Normativa do CNR, de Roma, que prevê o termo “materiais pétreos” para ser aplicado nas pedras em geral, nos estuques, nas argamassas e nos produtos cerâmicos utilizados na arquitetura. No presente trabalho, ao citarmos “material pétreo” estaremos nos referindo exclusivamente à pedra natural.

A matéria pertence ao tempo e permite o acúmulo da experiência nela registradas. O modo de apreensão destas sensações e experiências é pessoal e intransferível. Sendo assim, a matéria, a pedra, por sua constituição física pode ser considerada como veículo para a imagem e seu aspecto afetivo nos remete ao encontro de nossa própria identidade.

Muitos povos e nações escolheram a pedra como veículo para perpetuar suas expressões artísticas, seu modo de vida e cultura não por acaso, mas sim pelo conhecimento das características de durabilidade deste material.

A pedra, sendo material considerado nobre, de excelentes qualidades estéticas, físicas e mecânicas quando comparada a outros materiais construtivos, foi empregada nas construções antigas, e é aplicada até hoje nas construções monumentais, especialmente pelas suas destacadas propriedades de incombustibilidade e lenta degradação natural.

Dentre os diferentes tipos de rochas utilizadas destacamos como de especial relevância, o das rochas sedimentares e o das metamórficas. As rochas sedimentares resultam do acúmulo de fragmentos de rochas pré-existentes, de restos de organismos ou de substâncias precipitadas quimicamente. As rochas metamórficas resultam da progressiva recristalização de seus minerais pela ação da temperatura e de pressão elevadas. As características peculiares de cada rocha como a porosidade, o tamanho dos cristais e a textura determinam o tipo de seu comportamento e o seu grau de fragilidade frente às agressões sofridas.

Sem dúvida alguma o conhecimento mais íntimo deste material torna-se absolutamente pertinente e indispensável para colocarmos em cena todo um processo metodológico de reflexões e questionamentos em torno do uso pelo homem deste material que possui milhões de anos.

As diversas formas de presença do homem no mundo pode ser traduzidas pelo aspecto privilegiado de sua habitação no universo. Sua forma de habitar (em cavernas, abrigos e paredões rochosos) que protegia o homem das forças da natureza e dos inimigos, e que dava vida à sua imaginação e seus sonhos, registrou a sua presença na Terra.

Surge então a Arte Rupestre, a partir da capacidade que o homem teve de por em prática uma idéia, valendo-se da faculdade de dominar a matéria.

Esta atividade, a princípio de caráter estético, foi capaz de gerar sensações que se manifestaram carregadas de vivência pessoal e profunda, podendo assim suscitar o prolongamento de sua renovação.

No caso das pinturas rupestres, o substrato é a matéria pela qual o homem pré-histórico pôde manifestar suas idéias, seus sentimentos e emoções e por isso a arte rupestre

e o próprio ambiente em que ela se encontra, constituem importante patrimônio a ser apreciado por muitas gerações e, portanto, precisa ser protegido e conservado.

Cada geração soube tirar partido da pedra, de suas características naturais de beleza, versatilidade e durabilidade, concebendo obras que mantém intacto, decorridos tantos anos, o cumprimento do objetivo para que foram realizadas. Desse modo, desde o Paleolítico, chegaram até nós os testemunhos dessa utilização sob a forma de utensílios e monumentos diversos.

Ao longo de nossa história tem sido desenvolvida a capacidade de utilização dos recursos materiais do solo, do subsolo e do mar. A pedra natural de que dispomos sempre satisfaz as necessidades básicas impostas às diferentes gerações pela evolução contínua das condições de vida, permanecendo presente nos testemunhos que nos chegam do passado, alguns deles propositadamente concebidos para evocarem, no futuro, a memória dos tempos passados.

1. APLICAÇÕES E USO DA PEDRA NA ARQUITETURA E NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os materiais naturais são os mais antigos utilizados pelo Homem, pelo fato de que tanto a madeira quanto a pedra puderam ser empregadas praticamente sem alteração do seu estado natural.

A Idade da Pedra foi o marco inicial das atividades do homem e, desde então a pedra tem sido a colaboradora inestimável da História, documentando, através do tempo, povos e costumes.

Através do uso da pedra foram fixados milenarmente os aspectos da alma popular, que pode ser lida nos templos, nos edifícios, nos monumentos e mausoléus e valendo-se da linguagem arquitetônica, o homem pôde registrar conceitos e intenções no corpo da natureza, documentando grande parte da história da humanidade (PEREDA *apud* CARDÃO, 1983.p.233).

Com a evolução dos elementos construtivos o uso pedra foi naturalmente condicionado ao desenvolvimento de novas ferramentas e do processo de trabalhabilidade da pedra.

Os primeiros megalitos apareceram à cerca do período neolítico superior sob a forma de “dolmens” (mesas de pedra), formados por peças verticais cobertas por uma laje horizontal. Entre estes, citam-se muito particularmente os “Dolmens de Stonehenge”.

Assim, enquanto eram construídas habitações de palha e terra para os vivos, para os mortos eram construídos túmulos e dolmens ou cavadas cavernas.

Na verdade, existem diferentes formas de se interpretar os monumentos antigos, e alguns autores os consideram símbolos astronômicos, outros, torres para sinais e outros ainda, elemento religioso.

A idade pré-histórica apresenta, sob o ponto de vista construtivo, a característica do uso da pedra bruta em enormes blocos, pela impossibilidade que existia de transformar os blocos naturais em outros menores de forma mais regular e com maior facilidade de transporte e manuseio.

No Egito começou a História da Arquitetura, numa das fases mais profundas da história do mundo. Os egípcios construíram com a pedra templos e túmulos que até hoje resistiram à destruição do homem. O calcário, o arenito e o granito eram as pedras de que dispunham. (CAVALCANTI, 1951.p.13).

O culto da morte e a idéia da imortalidade da alma, ligada à conservação do corpo, fizeram dos egípcios um povo construtor de túmulos que até hoje podemos admirar, embora passados muitos milhares de anos. A pedra possibilitou algumas das mais impressionantes criações realizadas pelo homem, em seu anseio de sobreviver à temporal limitação de sua vida terrena. (FARIAS *apud* CARDÃO, 1983.p.255).

As monumentais construções dos túmulos de seus faraós, entre os quais se destacam as pirâmides de Quéops (2.300.000 m³ de pedra calcária), Quefrem e Miquerinos, bem como a Esfinge, o obelisco de Heliópolis e tantas outras em pedra, atestam a importância da pedra utilizada como material de construção.

Os monumentos egípcios são exemplos típicos da exteriorização do sentimento, da solidez e da durabilidade, ao mesmo tempo em que fornecem uma impressão de majestosa grandeza (CARDÃO, 1983.p.235).

A evolução continua e as civilizações seguem trazendo cada qual aperfeiçoamento para a arte de construir. Com os Caldeus e Assírios, é assinalada a presença da argamassa de cal nas obras edificadas pelos caldeus e podemos dizer que se aproxima a utilização da alvenaria de pedra.

Na Pérsia observa-se que as pedras foram usadas em obras ciclópicas, ou seja, obras Pelásgicas, onde são empregados grandes blocos com a forma primitiva com que foram arrancados de sua formação natural. Ainda não tinha sido introduzida a construção da alvenaria constituída de pequenos blocos unidos entre si. Tal situação pode ser atribuída à insuficiência dos elementos necessários ao trabalho das pedras. As ferramentas ainda não

possuíam a necessária forma para facilitar o desenvolvimento do trabalho, embora a mão de obra fosse fácil e abundante. Outro fator é a natural tendência de aperfeiçoamento do trabalho executado, tornando-o mais fácil, mais rápido, e de melhor aspecto.

A Arquitetura em seus caracteres tem estreita relação com a mão de obra e verifica-se nas obras egípcias o descuido no acabamento, sendo que a aparência foi negligenciada, dando mostra de que o trabalhador sujeito a um regime de trabalho escravo, era de certo modo irresponsável em sua obra. O trabalhador executava a obra por força de uma obrigação imposta, para que ficasse livre do castigo corporal. Assim o trabalhador se tornava insensível à manifestação da arte. Não aperfeiçoava seus métodos de trabalho e limitava-se a executar aquilo que lhe era ordenado, irresponsavelmente, sem tomar parte na própria concepção da obra (CARDÃO, 1983.p.238).

Até hoje devemos nos preocupar com a execução dos trabalhos de restauração em pedra e com a postura, tanto dos técnicos quanto dos próprios arquitetos, que, na maioria das vezes, mostram-se insensíveis a esta questão e tendem a ignorar a natureza intrínseca da matéria e com isto tomam atitudes que podem comprometer sua integridade no futuro.

Na Pérsia, nota-se com a modificação no regime de trabalho que os trabalhadores pagos pelas obras executadas denotavam entusiasmo pelo trabalho artístico, chegando a ponto de, em Pasárgada, “cada pedra levar a marca daquele que a cortou ou colocou” (CHOISY *apud* CARDÃO, 1983.p.238). Nessa época é exigida do trabalhador a execução responsável do trabalho que vai além do limite de seu esforço físico.

Com as navegações e o comércio dos fenícios abrem-se novas perspectivas para as construções, uma vez que, são adotados melhores métodos e ferramentas para se trabalhar a pedra.

Os gregos empregaram também de maneira intensa a pedra, onde se destaca o Partenon de Atenas (450 AC), erguido na Acrópole.

Convém destacar aqui a importância da pedra como substrato sobre o qual as civilizações registraram seus avanços e para mostrar a excelência da pedra como material de construção, visto que civilizações contemporâneas dos egípcios, tais como babilônios, assírios e caldeus, que não empregaram a pedra em suas construções, e sim o tijolo de barro seco ao ar, deixaram poucos vestígios de sua passagem e desenvolvimento, sendo que suas construções se reduziram a montes de terra. (PETRUCCI, 1978.p.265).

Os etruscos construíram os primeiros aquedutos de pedra, e os Fenícios executaram as primeiras estradas revestidas de pedra, mas foram os Romanos que melhor souberam empregar a pedra como material de construção.

Os Romanos foram um povo por excelência construtor, criador de uma arquitetura eminentemente utilitária que significava a organização do próprio Império, pondo em evidência a sua capacidade de adaptar o essencial de cada cultura por eles conhecida.

A argamassa de cal, conhecida, desde a mais remota antiguidade pelos Persas, é introduzida na Europa pelos Romanos (CHOISY *apud* CARDÃO, 1983.p.244).

Cardão (1983.p.244) destaca diferentes métodos de construção da alvenaria de pedra utilizados pelos romanos, que consideravam os diferentes tamanhos das pedras e a regularidade das camadas. Entre estes se destacam: *Opus emplectum*, *Opus insertum ou antiquum*, *Opus reticulatum*, *Opus spicatum*, *Opus isodomum*, *Opus pseudisodomum* e ainda um aparelho mais moderno denominado *Ebrechado*.

Com a civilização romana a alvenaria de pedra atingiu seu máximo desenvolvimento e chega a constituir exemplo seguido por vários povos até nossos dias. Embora a arte de construir tenha sofrido modificações em suas diversas fases e evoluções a alvenaria de pedra continua com o mesmo aspecto antigo.

O uso da pedra se intensificou e diversificou, sendo empregada em canais, túneis, pontes, palácios, igrejas e edifícios públicos.

As civilizações americanas dos Incas e Maias também utilizaram intensamente a pedra como elemento fundamental de suas construções, geralmente de fundo religioso.



Figura 01 – Construção Inca em Macchu Picchu, Peru. Fonte: Inca Trail (www.incatrail.com)

Segundo Petrucci (1978.p.266) encontram-se em todos os países europeus obras clássicas construídas durante a Idade Média em pedra; para citar alguns exemplos, temos o Mosteiro de Santa Maria de Vitória, mais conhecido pelo nome de Batalha, em Portugal, o Louvre e a Notre-Dame de Paris, na França, construídos nos séculos XI e XII, e na Espanha, o Escorial, castelo, mosteiro e igreja e o Palácio de Granada, construído pelos Árabes.



Figura 02 - Mosteiro da Batalha, Portugal. Fonte: Ghetti, 2003.

No final do século XIX, em Barcelona, Espanha, o célebre arquiteto Antonio Gaudí, consagrou o uso da pedra na construção de diversas de suas obras, entre as quais destacamos o “Templo da Sagrada Família”. Neste trabalho elaborou minucioso estudo, inclusive contemplando os aspectos qualitativos dos vários tipos de rocha que utilizou, tanto com finalidade estrutural quanto de revestimento, dando vida às suas brilhantes abstrações.



Figuras 03 e 04 – Templo da Sagrada Família, Barcelona, Espanha. Fonte: Ghetti, 2003.

No Brasil, a construção em pedra, teve seu desenvolvimento no período da colonização. Numerosas obras foram construídas como igrejas, fortificações, casas senhoriais, fazendas, palácios e monumentos, e Cavalcanti (1951) destaca como testemunhos as obras do Aqueduto de Santa Teresa (Arcos) e o Monumento do Cristo Redentor (1943-1945), no Rio de Janeiro; a Casa dos Contos, Ponte dos Contos e Museu da Inconfidência, em Minas Gerais; a Igreja da Conceição e da Sé, na Bahia e a Igreja da Sé em São Paulo.



Figura 05 – Arcos da Lapa, Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: <http://www.riodejaneiro-turismo.com.br/pt/>

Com o aparecimento da construção metálica, no séc. XIX, e o desenvolvimento do concreto armado, no séc. XX, a pedra, como material estrutural, sofreu forte impacto e restrições foram impostas ao seu emprego, sob fundamentos diversos, entre os quais, o seu custo elevado em relação aos outros materiais, principalmente o tijolo que permitia construções mais simples e mais rápidas (CAVALCANTI, 1951.p.18).

Diante desta situação, a pedra de construção passou a ter seu campo de aplicação bem definido, sendo utilizada em muros de arrimo, fundações pouco profundas, blocos para pavimentação descontínua, lastro de ferrovias e, principalmente, como material agregado, componente do concreto de cimento portland de uso estrutural ou na mistura betuminosa usada em pavimentação.

Mais tarde, a pedra foi utilizada sob novas formas e aplicações como, por exemplo, placas utilizadas no revestimento de paredes e pisos, funcionando neste caso não como material suporte ou de base, mas como elemento de acabamento e proteção.

Em decorrência de suas altas qualidades de durabilidade, o material voltou a ocupar importante papel nas construções, revestindo outros materiais menos nobre para dar a impressão do uso da pedra em forma maciça, com grandes efeitos arquitetônicos pela variedade de coloração, pela perfeição de seu aparelhamento, pela evolução suave de sua pátina e pela individualidade própria de sua constituição (CAVALCANTI, 1951.p.18).

Estas qualidades permitem, ainda, que seja proposto o uso da pedra como o material mais apropriado na composição da continuidade do tecido urbano nos trabalhos de restauração e de revitalização de monumentos e sítios históricos.

1.1 - Possibilidades de utilização

A diversidade de possibilidades de emprego da pedra na construção civil e nos diversos trabalhos de arquitetura acarreta uma larga gama de exigências para os materiais a utilizar, o que obriga à criação de critérios de seleção (especificações) no sentido de se conseguir a máxima “performance” das pedras naturais em cada tipo de aplicação, ou seja, se assegura que o material escolhido é adequado e que manterá suas características físico-mecânicas ao longo do tempo, desempenhando com segurança as suas funções, sem colapsos e sem requerer reparações freqüentes quase sempre onerosas.

De um modo sintético, podem agrupar-se do seguinte modo, os diferentes tipos de produtos em pedra natural:

- Pedra maciça para calçadas, alvenarias, cantarias,...
- Placas para revestimentos de paredes interiores e exteriores,
- Placas para revestimentos de degraus de escadas e de pavimentos para tráfego pedestre, interiores ou exteriores,
- Placas para revestimento de pavimentos com tráfego de veículos.

As utilizações em exteriores são as de maiores exigências, principalmente no que se refere ao intemperismo em geral (ataque ácido, choque térmico, maresia, tráfego intenso) e a flexão. Todavia, de acordo com a aplicação em vista, ganham importância a resistência aos elementos de fixação, no caso revestimentos agrafados, a resistência ao desgaste e ao deslizamento para os pavimentos de acordo com o tipo de tráfego, a resistência ao choque dos revestimentos de parede (placas de rodapés e lambris) e, entre outras mais, as características técnicas relacionadas com a porosidade da rocha (por exemplo, a absorção de água por imersão e por capilaridade), parâmetro habitualmente considerado como muito relevante para as aplicações em exteriores.



Figura 06 - Exemplo de uso da pedra Gnaiss em exteriores. Corredor cultural, Rio de Janeiro.
 Fonte: GHETTI, 2002.

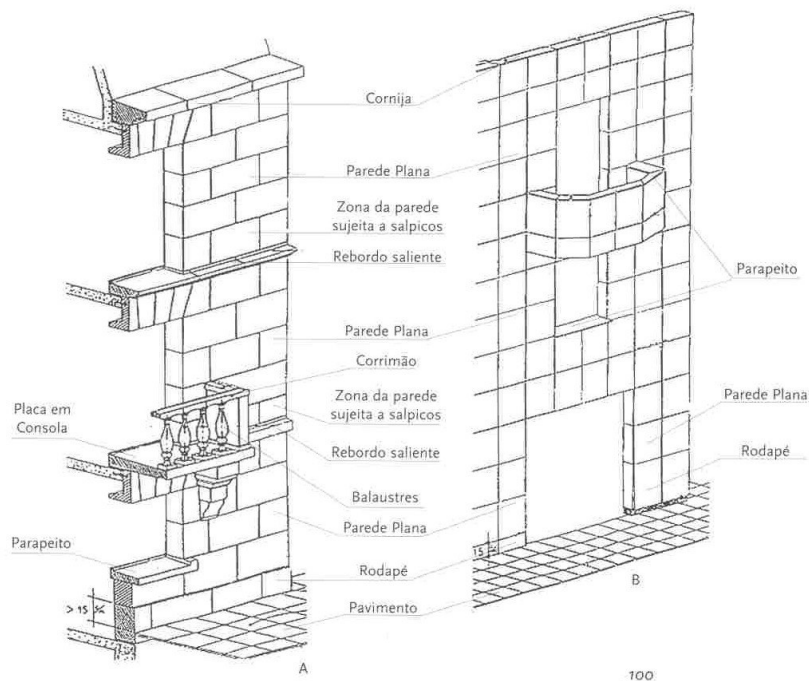


Figura 07 – Esquema das situações-tipo de utilização de pedra natural em exteriores: a) Pedra maciça, b) Placas de pedra. Fonte: MOURA, A. C. 2000.p.84.

Nas figuras acima são ilustradas as situações-tipo de aplicação da pedra natural maciça e das placas de pedra em exteriores, resumindo-se, as características que, cada caso, são, habitualmente, alvo de especificações.

Do ponto de vista estético, podem ser utilizados vários tipos de acabamentos, que se ajustam melhor a determinados tipos de pedras, de acordo com a sua função na obra, proporcionando à superfície uma maior resistência aos agentes agressivos atmosféricos, bem como à ação desgastante decorrente do uso.

Os acabamentos mais comuns aplicados nas pedras são os seguintes:

Fendido ou lascado: Obtém-se quer manualmente, por intermédio de cunhas ou cinzéis, quer por intermédio de prensas hidráulicas providas de cunhas, dando como resultado uma superfície rugosa e irregular.

Serrado: é o acabamento resultante da serragem nas serrarias: superfícies planas com sulcos ou ondulações mais ou menos retilíneos e paralelos.

Cortado: trata-se do acabamento obtido por serragem com serras de disco ou talha-blocos. A superfície da pedra mostra sulcos curvilíneos produzidos pelos discos.

Apicoado: depois de aplanada, a superfície a tratar é golpeada com um picão ou picola, provocando o destaque de pequenos grãos e tendo como resultado uma superfície regular finamente rugosa.

Escacilhado: a superfície da pedra é golpeada por intermédio de cinzéis, ponteiros, etc, destacando-se esquirolas. Tem como resultado uma superfície bastante rugosa e irregular.

Bujardado: é obtido quer manualmente quer automaticamente golpeando a pedra com a bujarda, que consiste num martelo com a cabeça de aço com dentes piramidais. O acabamento bujardado pode ser mais fino ou mais grosseiro, de acordo o tamanho dos dentes da cabeça da bujarda utilizada.

Areado: é conseguido por meio jato de água a alta pressão contendo areia siliciosa causando impacto abrasivo na superfície. O aspecto é homogêneo, fino e regular e tem grande interesse ornamental.

Gastejado (ranhurado): trata-se de um tipo de acabamento caracterizado pela execução de caneladuras paralelas, em geral côncavas ou trapezoidais.

Flamejado: é um aspecto ondulado, mas relativamente macio que se obtém por tratamento da superfície da pedra com a chama de um maçarico, aplicada obliquamente (45°). Induz, geralmente, alteração cromática no sentido de tonalidades mais quentes que as originais.

Polido: a superfície tratada torna-se lisa, brilhante e reflete a luz. Obtém-se pela ação de cabeças rotativas friccionando a superfície da pedra com abrasivos de granulometria cada vez menor, terminando com cabeças de feltro.

Amaciado: o processo é idêntico ao do polimento, apenas não sendo aplicados os abrasivos de grão mais fino. A superfície obtida é também lisa.

O polimento constitui a técnica mais utilizada dentre as técnicas de tratamento da superfície da pedra, sem invalidar os outros tipos de acabamento que, pelo aspecto estético e por uma melhor adequação a determinadas utilizações, são cada vez mais utilizados.

1.2 – Especificações e aplicações dos produtos das rochas

A - Produtos em Pedra Maciça:

A pedra proveniente das pedreiras, sob a forma de lajes ou de blocos brutos (ou aparelhados) com as mais diversas dimensões, é utilizada no fabrico de inúmeros produtos em pedra maciça, genericamente designados com grossas espessuras (como regra de espessura superior a 80mm).

Neste grupo incluem-se os variados elementos obtidos por simples serragem ou clivagem de blocos de pedra e produtos mais elaborados, designados por produtos dimensionados, obra por medida ou “cut to size”.

Com efeito, a maquinaria de corte numérico (CN e CNC) veio facilitar e tornar mais rigorosa a execução das mais difíceis operações de transformação. Atualmente, a execução de peças complexas (torneadas, vazadas, baixos relevos, etc.) pode ser efetuada a partir da leitura, por intermédio de raios laser, do modelo a produzir, sendo a execução da peça digitalizada, ou de várias cópias, monitorada por computador através de um programa de CAD-CAM, ao qual são fornecidos os dados da leitura efetuada.

Como exemplo da utilização de recursos como os equipamentos de corte numérico pode ser destacada as obras do Arquiteto e Escultor Italiano Angelo Magearotti, que por meio de sua proposta de “Litopoiesis”, cria e realiza obras com material pétreo desafiando os padrões convencionais de formas e estruturas.

As seguintes utilizações podem ser identificadas quanto ao emprego da pedra em diversos produtos de arquitetura e construção civil. A seguir, destacamos alguns casos dessa aplicação.

B - Pavimentação:

O fabrico de cubos, paralelepípedos e demais tipos de elementos para pavimentação constitui uma atividade tradicional que tem ultrapassado as fronteiras, encontrando-se muitos exemplos da aplicação deste tipo de produto por todo mundo.

Segundo o Mesones (2003) a pedra deve ser corretamente dimensionada e o desenho do pavimento deve considerar a espessura, a resistência à flexão, o desgaste por abrasão, a resistência ao deslizamento e a resistência ao impacto. No assentamento para a constituição de um pavimento, é necessário considerar a espessura da camada de regularização, o uso de argamassas e adesivos e os diversos tipos de juntas (de colocação, de união, estruturais e de dilatação).

Atualmente, também se conta com a técnica de colocação de piso elevado, com o objetivo de melhorar a qualidade e diminuir os custos com a manutenção.

O assentamento mais comum faz-se em leito de areia e a combinação dos elementos de calçamento obedece a padrões típicos, alguns de agradável efeito visual.

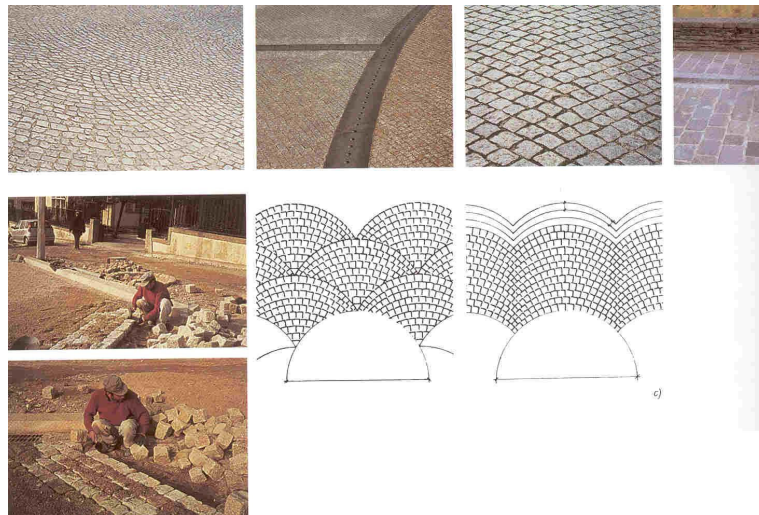


Figura 08 – Aspectos de pavimentação com cubos e paralelepípedos assentados em leito de areia.

Fotos representando a técnica de execução e esquema de alguns padrões menos comuns.

Fonte: MOURA, A. C.2000,p.86.

Um exemplo da aplicação desta técnica de calçamento é identificado na área do Morro da Conceição no Centro do Rio de Janeiro. Observa-se o uso da pedra na composição do espaço e na manutenção da ambiência histórica do lugar.



Figura 09: Imagens do Morro da Conceição – Rio de Janeiro. Seqüência de padrões de pisos e escadas. Fonte: SIGAUD, M. e PINHO, C. M. 2000.

C - Revestimentos: Muros e paredes

São inúmeros os processos construtivos de paredes e muros, utilizando-se desde elementos com formato bruto até à combinação de elementos com formato dimensionado.

O sistema de colocação varia, podendo ser sem camada de ar e com argamassa, que pode ser utilizada em pouca altura, não sendo recomendável maior que três metros ou pode ainda ser feita a colocação da pedra com camada de ar (fachada transventilada), que exige um estudo cuidadoso de orientação e ensaios específicos como o de resistência à ancoragem, por exemplo, bem como o uso de componentes metálicos para fixação das placas.

Mesones (2003) chama a atenção para os tipos de juntas a se considerar: estruturais, de compressão, de expansão e de união.



Figura 10 – Muros em pedra maciça granítica, construídos com elementos de formato bruto, semi aparelhados e dimensionados. Fonte: MOURA, A.C. 2000, p.87.

D - Elementos do Equipamento e mobiliário urbano

Lajes para pavimentos, guias de passeio (meio-fio), bancos de jardins, elementos decorativos e ornatos diversos.

Trata-se de aplicações privilegiadas para a pedra maciça em espaços exteriores, permitindo a produção de uma vasta gama de elementos e a combinação de tonalidades e texturas.

Rusticidade e durabilidade associam-se para darem beleza às formas e aos padrões decorativos que a imaginação dos artistas arranca da pedra com o fim de proporcionarem a harmonia e o equilíbrio tão desejado para manutenção da continuidade no tecido urbano no tratamento em Centros Históricos.

Sendo assim, devolve-se a estes espaços o aspecto agradável, útil e repousante que o cidadão tanto reclama e necessita.

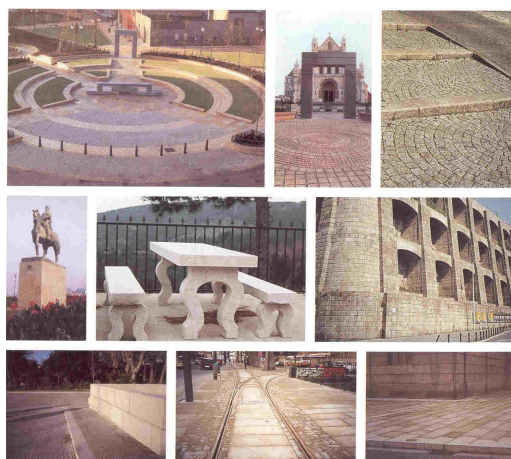


Figura 11 – Exemplos vários da utilização da pedra granítica no arranjo do espaço urbano. Fonte: MOURA, A. C. 2000, p.88.

E – Alvenarias e Cantarias:

A construção de habitações em pedra maciça é fonte inesgotável de técnicas que evoluíram desde os tempos remotos, adaptando-se ao gosto e necessidades de cada época e tendo como paradigmas a segurança e a durabilidade.

Mesones (2003) destaca que no desenho de cantarias deve se considerar os esforços aos quais o material estará exposto, determinando a sua resistência à flexão e à compressão, para uma melhor performance do material no resultado final.

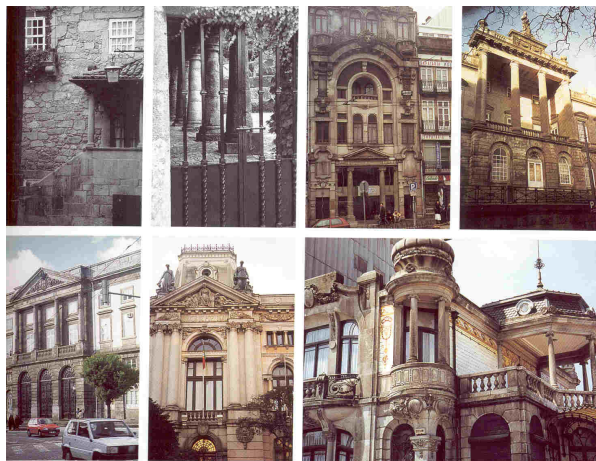


Figura12 – Pedra granítica maciça utilizada em alvenarias e cantarias e em outros elementos das Fachadas. Fonte: MOURA, A. Casal, 2000.p.93.

F - Guarnições de Portas e Janelas:

Trata-se de elementos importantes de uma fachada, a ponto de serem inúmeras as soluções que em cada época arquitetos e construtores adotaram com a finalidade de conseguirem a desejada harmonia do conjunto sem prejuízo da funcionalidade desses elementos.



Figura 13 - Aspectos de alguns tipos mais comuns de guarnições de portas e janelas em pedra maciça. Fonte: MOURA, A..C. 2000.p.91.

G - Colunas, Pórticos, Escadarias, Varandas, Ornatos de Fachadas e Cornijas:

Estes elementos marcam de modo muito particular o estilo de cada época e, dentro de cada época, os exemplos mais marcantes da capacidade arquitetônica de cada geração.



Figura 14 - Alguns exemplos de elementos decorativos e ornatos, estatuetas, colunas, pilares, balaústres parapeitos, etc. Fonte: MOURA, A. C. 2000,p.89.

A pedra tem sido utilizada como um instrumento de linguagem do homem, que, com ela tem uma história em comum. A utilização da pedra permite ao homem manifestar de forma sensível o abstrato e o invisível, evocando a relação simbólica entre a matéria e o que ela representa.

2. UMA VISÃO GEOLÓGICA

Apresenta-se, a seguir, uma síntese sobre este tema, a partir dos compêndios tradicionais de geociências, dando um enfoque às definições que se alinham com o objetivo deste trabalho.

2.1 – Definições

Rocha é um corpo sólido, natural, agregado de um ou mais minerais, que resulta de um processo geológico determinado e reflete as condições de temperatura e pressão em que se formou.

Pedra é designada como o material extraído das rochas por fragmentação mecânica e tratado para a obtenção de formas, dimensões e aspectos superficiais para usos específicos como materiais de alvenaria, de cantaria, calçamento, revestimento e peças utilitárias e ornamentais.

Pó de pedra é o material cuja dimensão é inferior a 0,075 mm (75µm) proveniente da britagem da rocha.

2.2 - Classificação das rochas

Existem vários critérios de classificação das rochas. Com o objetivo de esclarecer a formação das rochas será adotada a classificação geológica. Esta permite identificar a estrutura, textura, alterações, inclusões e constituintes mineralógicos e ainda fornece eficiente informação que poderá ser complementada através de ensaios tecnológicos.

A Classificação Geológica das rochas é feita com base nas espécies minerais que as constituem e, muitas vezes, apenas pode ser corretamente determinada com recurso da petrografia.

De acordo com esse critério, as rochas são classificadas em três grandes grupos: Rochas eruptivas ou ígneas, Rochas sedimentares e Rochas metamórficas.

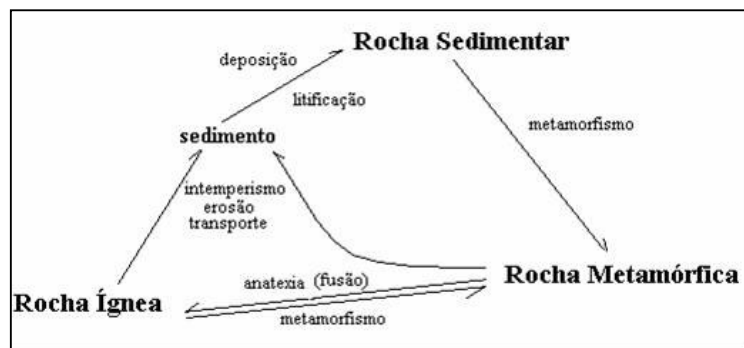


Figura 15 - Ciclo das Rochas. Fonte: Caracterização tecnológica, usos e aplicações de rochas ornamentais. Frascá, M.H.B.O, 2003.

A – Rochas eruptivas ou ígneas:

As rochas eruptivas ou ígneas resultam da consolidação de massas em fusão ígnea, vindas de regiões profundas da Terra. Estas massas ígneas, que se denominam magmas, podem esfriar e solidificar dentro da crosta terrestre sendo rodeadas por outras formações,

originando as rochas intrusivas. Ao atingirem o exterior, designam-se lavas, que dão origem a rochas extrusivas ou vulcânicas.

As rochas intrusivas compreendem formações injetadas relativamente próximo da superfície (hipabissais), e formações subjacentes (abissais ou plutônicas).

Formadas pela consolidação do material proveniente de uma fusão total ou parcial, e compreendem:

- Rochas eruptivas de profundidade ou plutônicas; ex.: granito.
- Rochas eruptivas filoneanas; ex.: pórfiro.
- Rochas eruptivas efusivas ou vulcânicas; ex.: basalto.

Composição mineralógica:

Aqui será indicado os principais minerais ou grupos de minerais das rochas eruptivas, isto é, os que podem ter nelas caráter essencial, o que não significa que não possam existir com caráter apenas acessório. Em separado serão indicados os minerais félsicos (de feldspatos, feldspatóides - leucita e nefelina, e sílica - quartzo, tridimite), e os minerais máficos (de magnésio, ferro) ou ferromagnesianos.

Minerais Félsicos: Feldspatos, Quartzo, e Feldspatóides

Minerais Máficos: Piroxênios, Anfíbólios, Olivina, e Micas Negras.

Dos minerais que nas rochas eruptivas só se encontram com caráter acessório, pode-se citar: apatita, magnetita, ilmenita, hematita, zircão, rútilo, turmalina e granadas.

Textura das Rochas Eruptivas:

No que se refere às rochas eruptivas, o termo textura diz respeito, principalmente, às dimensões, forma de arranjo dos minerais constituintes, e à existência ou não existência (e, no primeiro caso, à proporção) de matéria vítrea. Conforme estas características, podem definir-se tipos fundamentais de textura e diversas variedades. A textura depende principalmente do modo como se dá o esfriamento do magma. Compreende-se que, se o esfriamento for muito rápido, possa não chegar a haver qualquer cristalização, formando-se rochas inteiramente vítreas, ou constituídas essencialmente por matéria vítrea e contendo alguns cristais. Se, ao contrário, o resfriamento for lento e gradual, haverá cristalização completa e considerável desenvolvimento dos cristais, formando-se rochas Holocristalinas de grão relativamente grosseiro. Nos casos intermediários, poderão formar-se rochas de

grão mais ou menos fino, que podem conter proporção variável de vidro e sendo, portanto, neste último caso, Hipocristalinas ou Hemicristalinas.

A presença de matéria volátil, ou, ao contrário, a sua fácil libertação, afetam também consideravelmente a textura, especialmente no caso da consolidação dos magmas mais ricos em sílica. A presença de matéria volátil contribui para manter por mais tempo o estado fluido que favorece o desenvolvimento dos cristais.

A composição química dos magmas também tem considerável influência sobre a textura. Tal fato resulta, principalmente, de que os magmas deficientes em sílica e mais ricos em ferro e magnésio, conservam-se fluidos até temperaturas mais baixas e dão origem às rochas de grão grosseiro e os magmas mais ricos em sílica, os quais se tornam mais facilmente viscosos pelo resfriamento dão origem às rochas de grão fino parcialmente cristalinas, ou a rochas vítreas.

Há certa correspondência entre textura e composição química do magma, e sua influência deve ser considerada.

Tipos Fundamentais de Textura:

Costa (1969.p.61) cita os seguintes tipos fundamentais de textura:

- Textura Fanerítica: Quando a rocha é formada por grãos cristalinos de diâmetro superior a cerca de 5mm (rocha de grão grosseiro) ou compreendido entre cerca de 5mm e 1mm (rocha de grão médio). Os grãos distinguem-se uns dos outros macroscopicamente (o termo deriva do grego phaneros, visível, manifesto, evidente) e, pelo menos em muitos casos, podem identificar-se sem recorrer ao exame microscópico.
- Textura Microfanerítica: Quando a rocha é formada totalmente ou em grande parte por grãos cristalinos de diâmetro inferior a cerca de 1mm (rocha de grão fino), mas ainda suficientemente grandes para refletirem a luz individualmente, de forma que se distinguem uns dos outros por exame macroscópico. O diagnóstico do grupo mineralógico a que pertencem é, na maior parte dos casos, difícil, e muitas vezes impossível, macroscopicamente.
- Textura Afanítica: A rocha é formada total ou principalmente por grãos tão pequenos que não se distinguem uns dos outros. Pode ser holocristalina ou hipocristalina.

- Textura Vítrosa: Quando a rocha é visivelmente formada total ou principalmente por vidro. Podem ser holovítrea, isto é, constituídas exclusivamente, ou quase exclusivamente, por vidro, ou apresentarem cristais inclusos na massa vítrea podendo ter textura vítrosa, porfirítica ou vitrofírica.
- Existe uma grande variedade de tipos fundamentais de textura com, por exemplo, a textura Gnaissóide, a Pegmatítica, a Gráfica, a Orbicular, etc., além de outros aspectos texturais, como o aspecto vesicular, amigdalóide e miarolítica.

A textura influi na resistência das rochas, pois para rochas de mesma composição mineralógica, a resistência aumenta com a diminuição da granulometria com o aumento do grau de embricamento dos minerais. (FRAZÃO, 2002.p.5).

As rochas ígneas também podem ser classificadas, conforme seu teor de sílica, em ácidas (>65%), intermediárias (65 a 52 %), básicas (52 a 45%) e ultrabásicas (< 45%). Nos “tipos ácidos” o silício está presente tanto na forma de óxidos (Sílica), como na de silicato. O óxido aparece como quartzo. A presença de silício, na forma de óxido confere maior dureza à rocha, resultando numa maior resistência ao desgaste.

As rochas ígneas são, na sua maioria, ótimos materiais de construção, devido à características de alta resistência e durabilidade.

B – Rochas sedimentares

Formadas pela consolidação do material transportado e depositado pelo vento ou pela água. Estas rochas resultam da acumulação de fragmentos de rochas pré-existentes, de restos de organismos ou de substâncias precipitadas quimicamente. Geralmente estas rochas são formadas em meio aquoso (marinho, lacustre). Existe uma grande variedade deste tipo de rochas, sendo algumas adequadas para alvenarias ou revestimentos (calcários, alguns arenitos), enquanto outras, pela sua friabilidade e ou alterabilidade, são, obviamente inadequadas para o uso em edificações, como as argilas e margas. Muitas rochas sedimentares são vulneráveis ao congelamento e à cristalização de sais e, devido à sua estrutura, são muitas vezes mais sensíveis.

As rochas expostas à ação dos agentes atmosféricos são gradualmente alteradas e degradadas. A desagregação dá-se em parte por ações mecânicas (contração e expansão provocadas pelas variações de temperatura, congelamento de águas em fendas e interstícios, ação mecânica de raízes), em parte por ações químicas (dissolução,

carbonatação, hidratação, hidrólise, oxidação), provocadas pela água com substâncias dissolvidas (oxigênio, anidrido carbônico, ácidos vários), das quais resulta transformação dos minerais das rochas em novos compostos, como silicatos hidratados, hidróxidos, carbonatos e sulfatos, alguns dos quais são solúveis.

A espessura atingida pelos processos de meteorização (que são facilitados pela existência de diaclases) e a sua intensidade são variáveis, sendo máximas nas regiões de climas quentes e úmidos, onde a ação química da água é mais intensa.

Os materiais transportados pelas águas de escoamento são em parte depositados em planícies inundadas pelos rios, em deltas, em bacias interiores e em lagos. A maior parte é, porém, levada para o mar.

O vento também pode transportar e depositar materiais desagregados, mas os materiais acumulados por ação eólica são incomparavelmente menos abundantes que os de origem hidráulica. Menos vulgares ainda são as acumulações de materiais transportados por massas de gelo.

As formações eólicas e as que resultam da ação dos glaciares são sempre constituídas por detritos transportados mecanicamente, e cabe-lhes a designação de rochas Detríticas ou Clásticas. Das formações que resultam da ação da água, muitas são também detríticas, mas outras são constituídas por substâncias transportadas em solução e depois separadas por precipitação química, ou pela atividade de organismos vivos. Formam-se assim rochas Não-detríticas de compacidade muito variável.

As acumulações detríticas podem ser anteriormente mais ou menos consolidadas por interposição de cimentos e/ou pela pressão exercida por materiais supra-jacentes.

É este, de maneira geral, o modo como se formam as rochas sedimentares, a partir de rochas eruptivas, metamórficas ou sedimentares preexistentes.

Composição mineralógica:

Devido ao modo de formação das rochas sedimentares, estas podem ser constituídas por componentes de uma ou mais das seguintes classes:

- Minerais que resistiram a meteorização;
- Minerais formados como consequência da meteorização;
- Produtos de precipitação química;
- Produtos biogênicos.

Nas formações detríticas mais grosseiras, são vulgares, sobretudo o Quartzo (que é praticamente inalterável, sofrendo apenas redução de dimensões durante o transporte,

devido ao atrito) e Feldspatos, o que não é de admirar devido à abundância nas rochas eruptivas e existência em várias metamórficas. Nas finas, quartzo, micas, e minerais de formação secundária, produtos de meteorização. Estes últimos formam cristais pequeníssimos, muitas vezes só identificáveis por métodos especiais como o exame pelo Raio X e análise térmica diferencial por exemplo, ou podem formar também material amorfo.

Nas rochas de origem química ou biogênica é especialmente comum a Calcita, CaCO_3 . Em alguns casos (calcários sedimentares cristalinos) forma grãos cristalinos macroscopicamente distintos. A forma em que predominantemente se encontra nas rochas sedimentares é, porém, a maciça ou então pulverulenta.

Descreve-se, bem como a Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, entre os minerais das rochas metamórficas. A distinção entre calcita e dolomita é fácil, dado o seu diferente comportamento sob a ação dos ácidos, como se descreverá a propósito da distinção entre calcários e dolomitas.

Certas variedades criptocristalinas de quartzo (como a calcedônia) e a sílica hidratada amorfa (opala) devem ser citadas como constituintes de rochas sedimentares silicosas.

Textura e Estrutura das Rochas Sedimentares

Nas rochas sedimentares detríticas, a textura depende principalmente das dimensões dos detritos que as constituem e da forma, angulosa ou arredondada, quando se distingue macroscopicamente. Neste último caso a textura é visivelmente fragmentária.

Certas rochas sedimentares não-detríticas têm texturas específicas, como a oolítica e a pisolítica.

Algumas (xistos argilosos) apresentam foliação mais ou menos marcada. Muitas rochas sedimentares têm estrutura estratificada, isto é, são constituídas por camadas ou estratos que diferem quanto à composição, textura, cor ou espessura. Tal estrutura pode ser evidente no terreno, sem que necessariamente se note em exemplares de mão. É obvio que os estratos são originalmente horizontais, mas devido a movimentos orogênicos, etc., apresentam variadas disposições e ondulações. Quando os estratos são delgados, com menos de cerca de um centímetro de espessura, a estrutura diz-se Laminada.

A Estratificação resulta de variações das condições de sedimentação (por exemplo, variação de velocidade da água que transporta detritos), ou das dimensões do material transportado. Por conseqüência, quando tais variações não ocorrem durante tempo suficiente, podem formar-se depósitos de considerável espessura, sem que, antes de

consolidados ou depois de consolidados em maior ou menor grau, apresentem indícios de estratificação.

Classificação das Rochas Sedimentares:

Dada a grande variedade de rochas desta divisão, não é fácil delinear um esquema de classificação inteiramente satisfatório.

Assim, por exemplo, tomando por base de classificação o critério “origem” - detrítica, química ou biogênica - têm que se incluir em grupos distintos rochas cuja composição é análoga, além de que há rochas de origem mista, o que dificulta ainda mais as arrumações inteiramente lógicas.

Para efeitos de descrição sistemática das diferentes rochas sedimentares, convém considerar dois grupos: um formado por rochas de origem essencialmente detrítica, e outro constituído principalmente por rochas de origem química, biogênica ou químico-biogênica, incluindo, porém, algumas rochas detríticas com composição análoga à de outras, não-detríticas.

As rochas sedimentares dividem-se em:

- Rochas sedimentares clásticas ou detríticas, da deposição de detritos; ex.: arenito.
- Rochas sedimentares químicas, de precipitação química; ex.: calcários.
- Rochas sedimentares organógenas, da acumulação de substâncias orgânicas; ex.: turfa.

Quanto ao uso das Rochas sedimentares como materiais de construção, estas são em geral de baixa resistência, sendo pouco úteis à construção. Entretanto, os dolomitos costumam apresentar características físicas e físico-mecânicas compatíveis com certas funções ao serem empregados como material de construção.

C – Rochas metamórficas:

Formadas pela alteração gradual na estrutura das rochas anteriores, pela ação do calor, da pressão ou da água que lhes introduziram modificações importantes. Os efeitos principais da atuação destes agentes de metamorfismo são a progressiva recristalização dos constituintes das rochas e a orientação dos minerais em função do estado de tensão atuante, que são responsáveis pelas características peculiares desta rocha. Assim, os gnaisses da

alteração dos granitos, os quartzitos da alteração dos arenitos, os mármore da alteração de calcários.

Tanto as rochas eruptivas como as sedimentares, sob a ação de processos ditos metamórficos, que atuam a profundidade maior ou menor da litosfera, podem sofrer modificações mais ou menos marcadas que as transformam em rochas metamórficas.

Estas se distinguem das rochas originais por terem sofrido recristalizações (geralmente com formação de novos minerais) e modificações de textura.

Há três espécies de metamorfismo: de contato, regional e dinamometamorfismo.

O metamorfismo de contato é produzido pelos magmas e suas emanções nas rochas encaixantes (exomorfismo) ao passo que se modifica a sua própria composição (endomorfismo). O calor e as emanções, ambos derivados dos magmas, são os principais fatores desta espécie de metamorfismo.

O metamorfismo regional afeta simultaneamente regiões muito extensas, em espessuras que podem ser muito consideráveis. As pressões resultantes de grandes deformações da crosta terrestre e o calor das grandes profundidades desta são os principais fatores do metamorfismo regional, a que se junta a ação de soluções aquosas profundas, a temperatura elevada.

Finalmente, o dinamometamorfismo resulta essencialmente de pressões intensas e bruscas. Não produz modificações tão intensas como o metamorfismo de contato ou o regional, e dá-se em zonas relativamente pouco profundas da crosta terrestre.

A maior parte das rochas metamórficas apresenta Foliação mais ou menos marcada. Por outro lado, devido a recristalizações resultantes de ações metamórficas, não apresentam nunca textura fragmentária, nem matéria vítrea. Quase todas têm cristalinidade evidente, embora nem sempre total. Da freqüência com que apresentam as duas características citadas, resultou a designação de cristalofílicas.

Só as moderadamente metamorfizadas (como as ardósias) podem apresentar fósseis.

Composição mineralógica

Serão relacionados aqui os minerais mais comuns e de importância primordial como componentes essenciais: quartzo, feldspato, biotita, moscovita e serita, anfíbolios, calcita, clorita, talco, serpentina, dolomita e piroxênios.

Em relação a estes minerais (ou grupos de minerais) interessa, pois, apenas assinalar agora aspectos que possam ter nas rochas metamórficas, descrever variedades que

só nestas se encontrem, ou apontar diferenças para outros minerais peculiares destas últimas.

Nas rochas metamórficas, tanto o quartzo como os feldspatos aparecem geralmente sob a forma de grãos mais ou menos arredondados ou lenticulares, ou em agregados.

As micas, por via de regra com forma cristalina pouco distinta, formam vulgarmente como que delgadas camadas ou então lenticulas constituídas por placas irregulares ou palhetas. Em algumas rochas metamórficas, especialmente nos filitos, encontra-se a variedade de moscovita denominada serita, que forma cristais minúsculos, de brilho acetinado. A calcita, CaCO_3 , rara e sem significado nas rochas eruptivas, e, como se viu, mineral muito importante nas rochas sedimentares; é constituinte essencial de mármore, e encontra-se ainda associada a silicatos. A dolomita, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, é constituinte essencial de certos mármore.

Textura das Rochas Metamórficas:

A maior parte das rochas metamórficas apresenta aspecto cristalino. Além disso, com relativamente poucas exceções (a maioria dos mármore e quartzitos são as mais importantes), apresentam foliação mais ou menos nítida. Esta resulta da ação de fortíssimas pressões, podendo distinguir-se as seguintes texturas foliadas:

- Textura Gnáissica: Foliação grosseira em rochas holocristalinas de grão grosseiro, médio ou também fino, tendo as “folhas”, em geral, composição diferente.
- Textura Xistosa: Foliação fina em rochas holocristalinas, por via de regra de grão médio a fino, ou em rochas formadas por grãos tão pequenos que não se distinguem macroscopicamente. Em geral (mas, no primeiro caso, nem sempre) as “folhas” têm composição sensivelmente igual.
- Encontram-se todas as gradações entre estes dois tipos de textura.

Classificação das Rochas Metamórficas:

Para se chegar à base de uma classificação considera-se a determinação da composição química e completa-se com a composição mineralógica e também com o grau de intensidade do metamorfismo. Assim chega-se a seguinte ordem para as principais rochas metamórficas:

- Rochas Metamórficas Folíadas, ou geralmente foliadas;

Gnaisses, Leptinitos, Micaxistos, Anfibolitos e Anfiboloxistos, Cloritoxistos, Talcoxistos, Filitos, Ardósias.

- Rochas Metamórficas Não-foliadas, ou em geral não-foliadas; Quartzitos, Mármore e rochas cálcio-silicosas, Serpentinóis, Corneanas e Milonitos.

As principais rochas deste tipo podem ser enquadradas dentro de certas classes químicas, em função da composição mineralógica do material de origem, como se segue:

Quadro 1: Classes químicas em função da composição mineralógica do material de origem. Fonte: FONTES, 1984.p.21.

Material de origem	Classes Químicas
Granitos, Arenitos, quartzitos, etc	Rochas quartzo-feldspáticas
Argilitos, Folhelhos	Rochas Aluminosas
Calcários e Dolomitos	Rochas Carbonatadas
Rochas de Magma Gábrico, Dioritos	Rochas Básicas
Peridotitos e Serpentinóis	Rochas Magnesianas
Sedimentos Ferruginosos	Rochas Ferruginosas

Cada uma destas classes químicas, mencionadas anteriormente, possui exemplos característicos como:

Quadro 2: Exemplos de rochas de acordo com as classes químicas. Fonte: FONTES, 1984.p.21.

Classes Químicas	Exemplos
Rochas quartzo-feldspáticas	Gnaisses e Quartzitos
Rochas Aluminosas	Ardósia, Filito e Micaxisto
Rochas Carbonatadas	Mármore e Escarmito
Rochas Básicas	Anfibolitos e Metabasitos
Rochas Magnesianas	Talcoxistos e Talcito
Rochas Ferruginosas	Itabiritos

As características finais de uma rocha metamórfica e sua aplicabilidade como material de construção dependerão de sua associação mineralógica, textura e estrutura, e serão função da composição da rocha original bem como da intensidade com que atuaram os agentes do metamorfismo.

2.3 - Descrição dos principais tipos de rochas de interesse arquitetônico

São diversos tipos de rocha dos quais se obtém os materiais usados na arquitetura e na construção. Algumas rochas servem para todos os tipos de uso, outras só para alguns, e isto se deve às suas características petrográficas (composição mineralógica, estrutura e textura) e físico-mecânicas. Apresentam-se a seguir, de forma resumida, as características das principais rochas usadas na construção para fim arquitetônico.

A - Granitos

São rochas ígneas ácidas, constituída de partículas cristalinas de quartzo, feldspato e mica, podendo apresentar outros elementos acessórios que não influenciam suas propriedades, tais como apatita, zirconita, fluorita, magnetita, hematita e monazita.

O granito é excelente pedra de construção, desde que não se apresente alterado. Sua resistência e durabilidade são as maiores entre as demais pedras de construção. Sua dureza, entretanto, dificulta o trabalho da pedra, sendo por isso vantajoso executar este trabalho próximo à extração, porque a água da pedreira, que permanece em seus interstícios e vazios, facilita muito a ação das ferramentas. É muito indicado para calçamento, por resistir muito bem ao desgaste e ao choque. Em todas as obras em que predominam os esforços de compressão, é aconselhado o seu uso, como muros de arrimo e mesmo pontes em arco.

Composição Mineralógica

Os minerais essenciais dos granitos são ortoclásio e quartzo, geralmente associados à biotita e moscovita, ou, mais raramente, só moscovita, e por vezes a hornblenda. Podem conter também microclina e oligoclásio.

Textura

Os granitos podem ser de granulação fina, média ou grossa, o que permite classificá-los em porfiróides, euríticos, orbiculares e gnáissicos. Nos porfiróides, os cristais maiores de feldspato destacam-se dos cristais menores dos outros elementos. No caso dos euríticos, os cristais são muito finos e somente visíveis com lente. Os orbiculares são

caracterizados pela disposição concêntrica dos cristais e nos gnáissicos os elementos mineralógicos dispõem-se em camadas paralelas, de modo a assemelhar-se a um verdadeiro gnaisse.

Cor

A cor dos granitos depende muito da cor do feldspato e também das proporções relativas de feldspato e de elementos escuros. Atualmente há grande variedade de cores nos granitos explorados no Brasil, verificando-se colorações diversas: claras, pardos, vermelhos, cinza, verdes, azuis e escuras, conforme a cor predominante dos elementos que os constituem.

Composição Química

A composição média das rochas da família dos granitos é:

SiO₂ de 65 a 75 % (eventualmente 80%)

Al₂O₃ de 11 a 16 %

K₂O + Na₂O de 7 a 10 %

CaO de 0 a 3 %

P₂O₅ de 0,01 a 0,15 %.

B – SIENITOS

São rochas ígneas intermediárias com características e propriedades análogas às do granito. Na sua composição aparecem feldspatos potássicos como o ortoclásio e o plagioclásio, bem como a biotita e a hornblenda; nelas o quartzo raramente atinge mais do que 5% e os feldspatóides podem estar presentes.

São mais fáceis de trabalhar que o granito, e podem receber polimento que realça os elementos claros contra os escuros. São muito usadas como pedra de revestimento por apresentarem características estéticas favoráveis, exceto quanto a alterabilidade, pois os feldspatóides são afetados por águas aciduladas. Podem ser usadas sem contra-indicação como pedra britada.

Composição Mineralógica

O mineral essencial dos sienitos é o ortoclásio, geralmente associado à proporção variável e por vezes reduzida de hornblenda, biotita ou augita, ou associações destes

minerais. Os elementos ferromagnesianos não excedem geralmente 1/8 a 3/8 do total. Distingue-se dos granitos, essencialmente, pela ausência ou baixa concentração de quartzo.

Textura

Os sienitos são rochas faneríticas, em geral de textura granular. Em alguns sienitos o feldspato tende a ter forma tabular, que na fratura se apresenta sob a forma de bastonetes dispostos em várias direções.

Cor

Devido à fraca proporção de elementos ferromagnesianos, os sienitos, tal como os granitos, são normalmente rochas claras, sendo as cores mais comuns a branca, a rosada, a vermelha, a cinzenta e também a amarelada.

Composição Química

A composição média é:

SiO ₂	de 57 a 62 %
Al ₂ O ₃	de 13 a 17 %
K ₂ O+Na ₂ O	de 6 a 12 %
CaO	de 1 a 5% (8% nos monzonitos)

C - SIENITOS NEFELÍNICOS

Tipos de rochas ígneas intermediárias com a presença de feldspatos. Nelas o quartzo é ausente. Para as aplicações, estes sienitos são idênticos aos granitos, porém apresentam graves inconvenientes pela facilidade de alteração do feldspato.

São sienitos que contêm proporção apreciável de nefelina, normalmente acompanhada da sodalita.

Textura

A textura é granular, sendo vulgar o hábito tabular dos feldspatos. Há, porém, variedades porfiróides e também gnaissóides.

Cor

Geralmente clara como a dos outros sienitos.

Composição Química

A composição média dos sienitos nefelínicos é:

SiO₂ de 50 a 58 %

Al₂O₃ de 18 a 24 %

K₂O+Na₂O de 12 a 20 %

CaO de 0,5 a 4 %

P₂O₅ de 0,12 a 0,24%

D - DIORITOS

São rochas ígneas, intermediárias a básicas, de aspecto análogo ao dos granitos, têm também as mesmas aplicações que estes. Praticamente são confundidos com eles e denominados granitos pretos. Compõe-se essencialmente de plagioclásio, biotita e hornblenda, com ou sem quartzo. Quando polidos são pretos, e quando apicoados ou lavrados têm cor cinza.

Composição Mineralógica

Os minerais essenciais são plagioclases sódicas (andesina, oligoclase-andesina) e um ou mais minerais ferromagnesianos. Entre os elementos acessórios pode contar-se o quartzo. Os minerais ferromagnesianos existem geralmente em proporção superior à que se verifica nos sienitos, mas não excedem normalmente 50 % da massa da rocha.

Dadas as diferenças de composição mineralógica, distinguem-se facilmente dos granitos.

Textura

Rochas faneríticas, normalmente equigranulares, havendo, porém, variedades com fenocristais.

Cor

Os dioritos são em geral de cor média, cinzenta a cinzenta-escura ou esverdeada. A coloração facilita, por via de regra, a sua distinção macroscópica dos sienitos, que são normalmente claros.

Composição Química

A composição média dos dioritos é:

SiO₂ de 48 a 55 %

Al_2O_3 de 15 a 22 %

$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ de 4 a 8 %

P_2O_5 de 0,08 a 0,32%

E - GABROS

São rochas ígneas básicas que apresentam coloração escura: cinza ou esverdeada. São duros e resistentes, semelhantes aos dioritos.

Composição Mineralógica

Os minerais essenciais destas rochas são minerais ferromagnesianos (piroxênios, hornblenda e por vezes olivina, ou associações destes) e plagioclásios cálcicos. Alguns gabros contêm também biotita.

Ao contrário do que sucede nos dioritos, os elementos ferromagnesianos existem normalmente em proporção superior à dos restantes elementos.

Textura

São rochas faneríticas, equigranulares (às vezes apenas grosseiramente). Raramente se encontram fenocristais bem distintos.

Cor

Como regra, escura (esverdeada, verde-anegrada, cinzenta-escura ou negra); muito raramente avermelhada. Nas variedades em que o elemento ferromagnesiano predominante e o grão um tanto grosseiro, a cor é mais clara (cinzenta média ou cinzenta-esverdeada).

Composição Química

A composição média dos gabros é:

SiO_2 de 40 a 53 %

Al_2O_3 de 15 a 22 %

$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ de 2 a 4 %

CaO de 9 a 16 %

P_2O_5 de 0,2 a 0,5 %

MgO de 2 a 10%

F - ANDESITOS

Constituídos por massa fundamental afanítica, em geral com hornblenda ou augita, ou ainda de piroxênio rômica, podendo apresentar fenocristais de plagioclásio cálcico e alguns cristais.

São de cor cinza-escura e de textura rugosa. Têm boa resistência mecânica e apreciável durabilidade. Existem duas espécies: o vermelho e o verde. Empregam-se em alvenaria, cantaria e pavimentação.

G - DIABÁSIOS, BASALTOS E MELÁFIROS

Rochas vulcânicas à base de feldspato. São utilizados em calçamentos na forma de paralelepípedos, meios fios ou na confecção do mosaico denominado pedra portuguesa. São mais escuros que o granito, têm grande resistência e a maior dureza entre todas as pedras. Podem ser polidos dando um belo aspecto. Como agregados, apresentam duas desvantagens: uma, a dureza, que desgasta enormemente os britadores, e outra, a forma dos grãos lamelares.

Como pedra de revestimento, são muito usadas em mausoléus, arte funerária e na indústria de instrumentos de precisão. Também são muito empregadas nos calçamentos, mas são menos resistentes ao desgaste que os granitos. Como pedra britada, apresentam boas propriedades, porém, se a sílica amorfa estiver presente na sua composição, pode gerar reações com álcalis do cimento Portland e adesividade insatisfatória a ligantes betuminosos.

Os basaltos são rochas afaníticas de cor escura (negra, cinzenta-escura, verde-anegrada, raramente negra-avermelhada). Em geral, podem apresentar aspecto homogêneo e compacto, quase aveludado e, por vezes, vesiculares. Neles é freqüente a presença de argilominerais expansivos por absorção d'água (esmectitas).

Pelo exame microscópico reconhece-se que os basaltos são constituídos por elementos ferromagnesianos (augita e às vezes biotita, hornblenda e olivina), magnetita, e também nefelina ou leucita.

Os basaltos porfíricos freqüentemente apresentam fenocristais de olivina; porém o fato é tão comum que em geral se usa, em tais casos, a designação de basaltos olivínicos, em vez de outra, indicativa de textura porfírica.

Além da olivina, os minerais que mais freqüentemente se encontram formando fenocristais nos basaltos são augita e labrador, este em longos cristais tabulares. Fenocristais de hornblenda ou de biotita são mais raros. Os basaltos porfíricos podem designar-se por **Meláfiros**.

H – ARENITOS

Rochas sedimentares constituídas por grãos de sílica ou quartzo, ligados por cimento silicoso, ferruginoso, argiloso ou calcário formando os diferentes tipos de arenitos como os arenitos silicosos, ferruginosos, argilosos e arenitos calcários.

São empregados em alguns tipos em revestimentos, resistindo aos ataques dos agentes agressivos da atmosfera.

Os arenitos silicosos são de cor cinza clara, são muito duros e difíceis de trabalhar, mas são de grande durabilidade, os arenitos ferruginosos são de cor vermelha ou parda; muito duros e compactos e apresentam grande resistência ao intemperismo.

Os arenitos argilosos são pardos e de durabilidade variável dependendo da quantidade de cimento argiloso que contêm, e os arenitos calcários são muito trabalháveis, mas de pouca durabilidade.

A durabilidade de um arenito depende da natureza dos grãos de sílica e, principalmente, da resistência do material cimentante à alteração. Os arenitos resistem bem aos ataques das atmosferas poluídas das grandes cidades, mas sujam e escurecem prejudicando a seu aspecto decorativo. Quando polidos sujam menos e são mais indicados para revestimentos ou cantaria.

A compacidade das rochas é muito variável de acordo com a natureza do cimento. A sua cor é muito variável pela mesma razão; podem ser brancos, acinzentados, vermelhos, castanhos, etc., raramente verdes ou negros.

A natureza do cimento reconhece-se pela cor e por ensaios simples: os arenitos argilosos quando bafejados dão o cheiro a barro característico e são pouco compactos; os arenitos calcários dão efervescência com ácido clorídrico a frio e os dolomíticos a quente; os argilo-calcários dão as duas reações referidas. Cores vivas, vermelhas, amarelas ou castanhas, indicam a presença de óxidos de ferro; a coloração negra é dada por matérias carbonosas perdem essa coloração pelo calor; os arenitos silicosos são bastante duros.

A estrutura química do arenito varia consideravelmente, de acordo a natureza dos minerais associados ao quartzo e a natureza do cimento, mas são sempre, constituídos principalmente por sílica (mais de 80 ou 85%).

I - GNAISSES

Rochas metamórficas caracterizadas pela xistosidade particular, que constitui a estrutura gnáissica. Eles representam o último grau de alteração das rochas sedimentares e constituem o grupo dos paragneisses, ou então provêm do metamorfismo de rochas ígneas e são chamados ortogneisses.

Os gnaisses apresentam-se em três tipos: o leucocrático, tipo claro no qual quartzo e feldspato formam entrelaçamento uniforme, pouco resistente ao intemperismo, e também chamado de gnaisse granítico; o lenticular ou porfíróide, que apresenta grandes olhos alongados dando à pedra aspecto lenticular, e é menos trabalhável que o leucocrático; o melanocrático, que é o mais escuro de todos devido à presença acentuada de mica, por isso também chamado de biotita-gnaisse.

Composição Mineralógica

Os gnaisses contêm sempre proporção elevada de feldspatos. Quartzo, micas (biotita e/ou moscovita) e hornblenda (associada ou não a biotita), são constituintes comuns destas rochas.

Os feldspatos podem ser potássicos ou calco-sódicos e em geral não é possível distinguir uns dos outros macroscopicamente. Os feldspatos podem também formar grãos relativamente grandes, dando à rocha aspecto porfírico ou porfíróide (textura porfiroblástica).

Composição Química

Os gnaisses podem formar-se a partir de várias rochas eruptivas (granitos, sienitos, dioritos), e de rochas sedimentares. Devido à variedade de origem, a composição química pode variar consideravelmente. Na maior parte dos casos, a composição aproxima-se da dos granitos, mas pode diferir consideravelmente dela.

J - MICAXISTOS

Apresentam textura fina, com predominância de elementos lamelares e micáceos. São formados essencialmente por quartzo e mica.

Entre os mais conhecidos, figura a pedra-sabão, material mole e trabalhável, porém de alta resistência ao intemperismo. Contém talco (silicato de magnésio) e geralmente anfibólio.

Rochas de xistosidade acentuada, tendo as folhas ou lâminas geralmente de constituição semelhante. Formadas essencialmente por quartzo e mica (moscovita e/ou biotita) podendo, no entanto, conter algum feldspato. Apresentam comumente granadas (especialmente a granada vermelho-escura), hornblenda e grafite.

O quartzo forma grãos irregulares ou agregados lenticulares, ou constitui camadas paralelas às da mica.

A cor da rocha é muito variável, de acordo as proporções relativas de quartzo, moscovita e biotita, podendo ser branca-prateada, acinzentada, acastanhada ou negra. As cores escuras são por vezes devidas à existência de grafite.

As variedades podem ser designadas de acordo com a natureza dos minerais associados ao quartzo e à mica (micaxistos e outros.).

K - QUARTZITOS

Resultam do metamorfismo dos arenitos e são denominados arenitos metamórficos.

Os quartzitos são compactos, resistentes e duros. Apresentam textura granitóide ou porfiróide. São usados em calçamento e em revestimentos. Como pedra britada não apresentam boas propriedades.

Formados essencialmente por grãos finos de quartzo fortemente unidos. Compactos e duros, e brilho semelhante ao do quartzo, mas, em geral, menos nítido.

Além do quartzo, muitos quartzitos contêm proporção variável de outros minerais que, ou são grãos detríticos (principalmente de feldspato), ou novos minerais formados por metamorfização do cimento (argiloso, calcário, etc.) do arenito de que derivam. Entre os mais comumente visíveis macroscopicamente contam-se a moscovita e a biotita.

Os quartzitos são em geral brancos, cinzentos-claros ou amarelados a acastanhados. Podem, porém ter outras cores como verde e negra, devido à existência de grãos microscópicos de minerais acessórios.

L - CALCÁRIOS

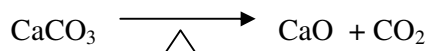
São estratificados e possuem variadas cores e são de fácil trabalhabilidade. Desde a Antiguidade foram muito empregados nos revestimentos devido à resistência às intempéries. A pirâmide de Quéops é um exemplo desta utilização.

Sua heterogeneidade estrutural e mineralógica propicia interessantes aspectos estéticos, que os credencia a servirem para fins de revestimento e ornamentais, como por exemplo, os travertinos.

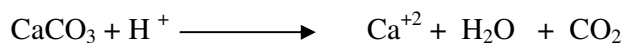
Apresentam bom comportamento como agregado em concreto hidráulico, mas sua relativa baixa dureza não os credencia para uso em revestimento betuminoso de rodovias.

As pedras calcárias podem ser facilmente distinguidas das demais por três propriedades importantes:

1. Calcinam-se pela ação do calor, dando CO_2 e CaO ;



2. Atacadas pelos ácidos, desprendem CO_2 , com efervescência;



3. São facilmente riscadas pelo canivete (grau 3 da escala de Mohs).

Os calcários magnesianos têm elevada percentagem de carbonato de magnésio e são também denominados de dolomíticos, nome este que representa uma homenagem ao geólogo Dolomieu (CAVALVANTI, 1951.p.70)

M - MÁRMORES

São rochas metamórficas originadas de calcários e dolomitos. Geralmente são muito usados em interiores, onde são muito apreciados. A palavra Mármore deve ser aplicada unicamente às pedras calcárias provenientes de rochas que sofreram metamorfismo e que recristalizaram-se ou alteraram-se pela ação conjunta de calor intenso e de pressão.

A cor é uma das características mais importantes, sendo muito comuns os de coloração branca. Como pedra de revestimento, os usos são diversificados devido à sua alta trabalhabilidade e à diversidade estética.

Não são recomendáveis para o uso como revestimento de exteriores de edificações, por serem seus minerais carbonáticos solúveis em águas ácidas, e nem para pisos e degraus

de escadaria, devido à sua baixa dureza. Podem ser usados como pedra britada para concreto, pois possuem boa aderência à argamassa. Em pavimento betuminoso apresentam boa adesividade, mas têm o inconveniente de serem pouco resistentes ao desgaste.

N – ARDÓSIA

São rochas metassedimentares constituídas principalmente de quartzo e minerais argilosos. Estas rochas correspondem a um grau moderado de metamorfização, podendo conter fósseis. Têm aparência homogênea, pois são de grão bem fino. Bafejadas cheiram ligeiramente a barro (COSTA, 1969.p.161). Podem apresentar cristais de pirita e veios e lentículas de quartzo secundário, ou, mais raramente, de calcita.

A cor é em geral negra ou cinzenta-escura, devido à grafite ou a matéria carbonosa. Há, porém ardósias esverdeadas, ricas em clorita, e vermelhas, purpúreas, amareladas ou castanhas, devido a óxidos de ferro.

A superfície das placas pode ser polida, acetinada, mas a superfície de fratura não tem brilho. Como pedra de revestimento, são muito usadas em pisos em ambientes externos e internos. Sob a forma de placas delgadas são usadas em coberturas. São ainda empregadas na confecção de mobiliário como mesas e bancos.

3. PROPRIEDADES DAS PEDRAS DE INTERESSE CONSTRUTIVO E ARQUITETÔNICO

As propriedades das pedras resultam das propriedades dos minerais constituintes. Entende-se por Mineral o elemento ou composto químico resultante de processos inorgânicos, de composição química definida, estrutura interna ordenada, e encontrado naturalmente na crosta terrestre.(FONTES, 1984.p.2).

A relação entre propriedades e minerais, no entanto, não é absoluta, dependendo ainda da estrutura da rocha resultante da formação geológica (vulcânica, sedimentar, metamórfica), da textura da rocha, ou seja, do arranjo, forma e dimensões dos elementos mineralógicos e, finalmente, do estado de alteração dos mesmos.

Os elementos mineralógicos que compõem a rocha são essenciais, quando predominam na sua constituição, caracterizando-a e servindo de base para sua identificação; são acessórios quando participam de sua constituição em proporção reduzida, podendo mesmo faltar, sem que seja afetada a sua denominação.

Uma análise mineralógica compreende exames macroscópicos e microscópicos da amostra. A análise mineralógica é a mais objetiva para fins de identificação e caracterização.

Quando os componentes são bem distintos, o exame macroscópico dá boa indicação da composição mineralógica, sobretudo quando efetuado com o auxílio de uma boa lente.

O estudo microscópico exige a preparação de uma lâmina de 0,01 a 0,03 mm de espessura, que, depois de perfeito polimento e recobrimento com bálsamo-do-canadá poderá ser examinada por transparência no microscópio petrográfico, sob luz natural ou luz polarizada, paralela ou convergente, conforme indicação de cada caso. O estudo microscópico das lâminas delgadas das rochas permite não apenas classificá-las, mas também revelar os indícios que tornam possível um julgamento relativo ao seu grau de alteração e, por conseguinte, sobre seu comportamento mecânico e durabilidade provável.

A seguir estão descritos os minerais mais importantes, por serem os mais comuns na composição mineralógica das principais pedras de interesse construtivo e arquitetônico.

3.1 - Minerais mais importantes que influem nas propriedades das pedras de interesse construtivo e arquitetônico

Os minerais constitutivos das pedras de interesse construtivo e arquitetônico podem ser agrupados, resumidamente, em dois grupos: minerais silicáticos e minerais não silicáticos.

Os principais minerais silicáticos são o Quartzo, os Aluminossilicatos (Feldspato, Micas, Argilominerais, Feldspatóides) e os Silicatos de Magnésio e Ferro (Anfibólios, Piroxênios, Olivinas e Talco).



Figura 16– Aspecto microscópico de rocha composta por Quartzo, Feldspato potássico, Plagioclásio, Biotita, Muscovita e Zircão ampliação 25 X. Fonte: MOURA, A. C. 2000.p.20.

A – Quartzo

A sílica (SiO_2) livre ou constituindo silicatos com óxidos básicos é o componente mais abundante da crosta terrestre. O quartzo é sílica cristalina. Normalmente é opaco, muitas vezes de coloração branco-leitosa. Não tem plano de clivagem e apresenta fratura conchoidal. Não se combina com álcalis à temperatura ordinária e não é atacado por ácidos, exceto ácido fluorídrico. Ao contrário de outros minerais, o quartzo não se decompõe, apenas se fragmenta sofrendo desgaste físico, sem alterar-se quimicamente.

Massa específica absoluta 2,65 e dureza 7. Possui alta resistência à compressão, e apresenta grande resistência à abrasão.

Aquecido à temperatura de 870°C transforma-se em trimidita, com considerável aumento de volume e cristaliza sob a forma de finas lâminas hexaédricas. Na temperatura de 1710°C funde; resfriado rapidamente dá origem ao quartzo vítreo (sílica amorfa), de massa específica 2,3.

A sílica amorfa ocorre na natureza sob a forma de sílica hidratada $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (opalina). Sob esta forma amorfa pode reagir com a cal em baixa temperatura, ao passo que sob a forma cristalina somente reagirá sob condições de alta pressão, ambiente saturado (em autoclaves) ou no curso da fusão.

B – Aluminossilicatos

Depois da sílica, a alumina ou óxido de alumínio (Al_2O_3) é o mais abundante constituinte da crosta terrestre. Na natureza, a alumina livre ocorre sob a forma de coríndon. O coríndon é um dos mais duros minerais existentes, na escala de Mohs de dureza, de grande emprego como abrasivo.

Combinado com a sílica e outros óxidos básicos, constitui o grande grupo dos minerais aluminossilicatos, dos quais os mais importantes na constituição das rochas são apresentados a seguir:

B.1 - Feldspato

Este silicato de alumínio forma 50% em peso da litosfera. A principal característica mineralógica do feldspato é a sua clivagem fortemente pronunciada em duas direções. Dependendo do ângulo reto, são destacados os seguintes tipos: ortoclásio ou feldspato comum de potássio ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) e o plagioclásio, sob as formas de albita ou

feldspato de sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) e anortita ou feldspato de cálcio ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$).

A coloração dos feldspatos é extremamente variável: branca e rosa a vermelho-escuro, amarelada a cinza.

A massa específica absoluta varia de 2,55 a 2,76, a dureza é 6. O ponto de fusão do feldspato é de 1170 a 1550°C, sendo usado como fundente na produção de cerâmica e louça.

B.2 - Micas

São silicatos de alumínio de variada e complexa composição química. A principal característica das micas é sua fácil clivagem em lamelas finas, flexíveis e elásticas. A dureza Mohs é de 2 a 3.

As seguintes micas ocorrem freqüentemente: muscovita ($\text{KAl}_2\text{[AlSi}_3\text{O}_{10}\text{](OH)}_2$), mica de potássio, leve, transparente, infusível e quimicamente estável; biotita ($\text{K(Mg,Fe)}_3\text{(OH,F)}_2 \text{Si}_3 \text{AlO}_{10}$), de ferro e magnésio, com composição variada, muito escura, cinza ou preta, menos estável que a anterior; vermiculita, resultado de oxidação e calcinação da biotita, de coloração castanho-dourada. A calcinação e queima da vermiculita aumenta seu volume de 18 à 25 vezes e, após este tratamento, a vermiculita é empregada na construção como material de isolamento térmico.

B.3 – Argilominerais

São silicatos hidratados de alumínio e classificados em vários grupos de diferentes espécies e possuem em geral diâmetro menor que 2 μ . Exibem geralmente forma placóide. As espécies expansíveis por absorção de água costumam acelerar a alteração da rocha onde se encontram. As diferentes espécies são consideradas em grupos, tais como o das esmectitas (expansíveis) o das cloritas, o da caulinita, etc.

B.4 – Feldspatóides

São minerais quimicamente semelhantes aos feldspatos, porém com um menor conteúdo em sílica. São sensíveis aos ácidos. Os principais feldspatóides são: nefelina, sodalita e leucita.

C - Silicatos de magnésio e ferro

Os minerais que pertencem a este grupo são preto-escuros. Devido à sua coloração, são usualmente denominados minerais negros. Quando em grande quantidade, estes minerais conferem às pedras uma coloração escura e grande resistência ao impacto. Os

piroxênios, os anfibólios e as olivinas são os mais importantes silicatos de magnésio e ferro encontrados nas rochas.

C.1 - Anfibólios

Incluem a hornblenda, de massa específica 3,1 a 3,5. A hornblenda é encontrada nas rochas vulcânicas.

C.2 – Piroxênios

Têm a augita ($\text{Ca}(\text{Mg,Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$) como mineral mais encontrado, com massa específica 3,2 a 3,6. São muito alteráveis nas condições de clima tropical úmido.

C.3 - Olivinas

Minerais esverdeados, com fórmula $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$, caracterizados pela baixa estabilidade: são alterados pelos mais diversos reagentes (H_2O , O_2 , CO_2). Quando alterados pela água, aumentam de volume e transformam-se na serpentina. São sensíveis aos ácidos, além de se alterarem facilmente em condições de clima tropical.

C.4 - Talco

É um silicato hidratado de magnésio. É o menos duro dos minerais formadores da rocha, com dureza 1 na escala Mohs.

Quadro 03: Minerais silicáticos mais comuns. Fonte: Caracterização Tecnológica, Usos e aplicações de rochas ornamentais –Frasca, M.H.B.O. 2003.

Minerais silicáticos mais comuns:

MINERAL	COR	DUREZA	PESO ESPEC.
Olivina – $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	verde-oliva	6,5 - 7	3,27 - 4,37
Granada – $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	vermelha, marrom	7 - 7,5	4,1 - 4,3
Titanita – CaTiSiO_5	amarela, marrom	5 - 5,5	3,4 - 3,56
Zircão – ZrSiO_4	marrom, dourado	7,5	4,6 - 4,7
Augita – $(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$	verde, marrom, preta	5 - 6	3,28 - 3,55
Hiperstênio – $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$	marrom-escuro, preta	5 - 6	3,4 - 3,5
Hornblenda – $(\text{Na,Ca})_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	preta-esverdeada, marrom	5 - 6	3,0-3,5
Muscovita – $\text{K}_2\text{Al}_4\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}(\text{OH})_4$	incolor, branca-prateada	2 - 3	2,76 - 3,0
Biotita – $\text{K}_2(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$	preta, marrom-escuro	2 - 3	2,8 - 3,4
Caulinita – $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	branca	2	2,6
Clorita – $(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	verde	2 - 2,5	2,6 - 3,0
Serpentina – $\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	várias tonalidades de verde	3 - 4	2,2 - 2,7
Talco – $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	branca, verde-claro, cinza	1	2,82
Feldspato potássico – KAlSi_3O_8	rosa-avermelhada, cinza, branca	6	2,56
Plagioclásio – $(\text{Na,Ca})(\text{Al,Si})\text{AlSi}_2\text{O}_8$	branca, cinza	6	2,62 - 2,76
Quartz – SiO_2	incolor, branca, cinza	7	2,65
Nefelina – $\text{KNa}_3(\text{SiAlO}_4)_4$	branca-acinzentada, esverdeada	5,5 - 6	2,55 - 2, 65

Os principais minerais não silicáticos são os derivados de Carbonatos e Sulfatos: Calcita, Magnesita, Dolomita, Gesso e Anidrita.

D - Carbonatos e Sulfatos

Os carbonatos e sulfatos formadores de rochas são encontrados principalmente em rochas sedimentares. A calcita, a magnesita e a dolomita são os carbonatos minerais mais importantes, assim como o gesso e a anidrita são os mais importantes sulfatos minerais.

D.1 – Calcita

Carbonato de cálcio cristalino (CaCO_3), é um mineral muito abundante; tem massa específica 2,71 e dureza 3. Tem três planos de clivagem; fraca solubilidade na água (0,03 g/l). Sua solubilidade na água aumenta consideravelmente se a mesma contém CO_2 , devido à formação do bicarbonato ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), cuja solubilidade na água é cerca de 100 vezes maior que a do carbonato. Quando tratado por uma solução de ácido clorídrico a 10%, apresenta violento desprendimento de CO_2 .

D.2 - Magnesita – (MgCO_3)

De características semelhantes às da calcita. Emprega-se como material refratário para revestimento de forros.

D.3 - Dolomita – ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)

As propriedades da dolomita são idênticas às da calcita. É, porém, mais dura, mais resistente e menos solúvel na água.

D.4 - Gesso

Mineral sedimentar ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tem estrutura cristalina, algumas vezes finamente granulada. Os cristais podem ser tabulares, colunares, aciculares ou terminados em seta, e ainda de variedade fibrosa. O gesso apresenta-se com cor branca ou sob várias colorações conferidas por diferentes misturas; algumas vezes são encontrados gessos transparentes. A massa específica do gesso é 2,32 e a dureza 2,0. O gesso comparativamente dissolve-se bem na água, 75 vezes mais do que a calcita.

D.5 - Anidrita – (CaSO_4).

Apresenta massa específica de 2,8 a 3,0 e dureza de 3,0 a 3,5. Transforma-se por hidratação em gesso.

Quadro 04: Minerais não silicáticos mais comuns. Fonte: Caracterização Tecnológica, Usos e aplicações de rochas ornamentais –Frasca, M.H.B.O.2003.

MINERAL	COR	DUREZA	PESO ESPEC.
Pirita – FeS ₂	amarelo latão	6 - 6,5	5,1
Magnetita – Fe ₃ O ₄	preta	5,5 - 6,0	5,2
Hematita – Fe ₂ O ₃	preta, marrom-avermelhada	5 - 6	5,26
Ilmenita – FeTiO ₃	preta	5,5	4,7
Limonita – FeO.OH	castanha-amarelada	5	4,3
Calcita – CaCO ₃	incolor, branca, variada	3	2,71
Dolomita – CaMg(CO ₃) ₂	branca, variada	3,5	2,85
Halita – NaCl	incolor, branca, cinza	2,5	2,16
Gipso – CaSO ₄ .2H ₂ O	incolor, branca	2	2,32

3.2 - Propriedades Fundamentais das Pedras

Segundo Petrucci (1978.p.275), as propriedades fundamentais das pedras são referidas aos seguintes requisitos básicos:

- Resistência mecânica – capacidade de suportar a ação das cargas aplicadas sem entrar em colapso.
- Durabilidade – capacidade de manter as suas propriedades físicas e mecânicas com o decorrer do tempo e sob ação de agentes agressivos, quer do meio ambiente, quer intrínsecos, sejam eles físicos, químicos ou mecânicos.
- Trabalhabilidade – capacidade da pedra em ser afeiçoada com o mínimo de esforço.
- Estética – aparência da pedra para fins de revestimento ou acabamento.

Na resistência mecânica, devem ser consideradas as propriedades de resistência à compressão, tração, flexão, cisalhamento, desgaste e choque.

Influenciam na durabilidade: a compacidade, porosidade, permeabilidade, higroscopicidade, gelividade, condutibilidade térmica. A trabalhabilidade é determinada pela fratura, homogeneidade e dureza. Na estética, devem ser consideradas a textura, estrutura e coloração da pedra.

Na durabilidade, é ainda importante considerar o fator de alterabilidade das pedras, não só quando a pedra é usada como material de construção, como também quando esta é considerada elemento de fundação de grandes obras.

Os efeitos da baixa durabilidade refletem-se tanto na resistência mecânica, o que implica em redução de segurança de obra, quanto no seu aspecto, modificando a estética da construção.

As alterações se dão por efeitos físicos (sendo o principal fator a variação da temperatura) e por efeitos químicos (ação de CO₂ da atmosfera, agentes agressivos externos ou internos).

A compacidade, ou seu inverso, a porosidade, está intimamente ligada à permeabilidade, que é a percolação de água através do material; à absorção, que vem a ser o preenchimento, por água, dos vazios em contato com o exterior; à higroscopicidade, que é a absorção por capilaridade, e à gelividade, que origina tensões de tração por aumento do volume da água que se gelifica nos poros.

A diferença de condutibilidade térmica dos constituintes mineralógicos pode originar um estado de tensões capaz de desagregar o material.

A fratura está intimamente relacionada à facilidade ou dificuldade de extração, corte, polimento e aderência a aglomerantes; a homogeneidade permitirá a obtenção de peças com formatos adequados (blocos, lajotas, guias, etc) e a dureza indicará qual o meio de corte mais adequado, desde a serra de dentes para pedras brandas, passando pela serra lisa, com areia ou esmeril, até o corte com diamante ou carborundum para pedras duras.

Nos elementos ligados à estética, tais como a cor, de importância fundamental, leva-se em conta a possibilidade dos constituintes mineralógicos virem a sofrer alterações, causando modificação da coloração, o que pode ser determinado por exame petrográfico.

A textura, relacionada ao detalhe da distribuição dos elementos mineralógicos, e a estrutura, que nos diz da homogeneidade ou heterogeneidade dos cristais constituintes e da parte amorfa, são também postas em evidência na análise petrográfica.

Tem sido buscado, com sucesso, o auxílio inestimável da Petrografia, que além de dar a composição mineralógica, a textura, a estrutura da rocha; indica o eventual grau de alteração e permite a classificação orientada já para um possível uso.

A seguir estão detalhadas as principais propriedades, segundo Petrucci (1978.p.275-283).

A – Cor

É importante quando a pedra tem finalidade decorativa e exerce quase sempre influência no seu valor. Não serve para identificação mineralógica, em vista de sua variabilidade.

A cor da pedra é determinada pela cor dos minerais essenciais ou de seus componentes acessórios.

A uniformidade e a durabilidade da cor são essenciais para o uso em revestimentos. É freqüente a alteração da cor pelo intemperismo.

Os principais minerais nocivos à beleza das pedras são: pirita, marcassita, pirrotita e mica. O polimento influi favoravelmente na resistência à ação do tempo, bem como acentua as cores, realçando-lhes a beleza.

B - Fratura

Refere-se à forma e ao aspecto da superfície de fragmentação da rocha. Depende da textura. A fratura está intimamente relacionada à facilidade ou dificuldade de extração, corte, polimento e aderência. Os principais tipos de fraturas são: plana, (material fácil de ser cortado em blocos de faces planas), conchoidal (difícil de ser cortada), lisa (fácil polimento), áspera (boa aderência), escamosa (dificuldade de corte, fácil de lascas) e angulosa (superfície de separação mais ou menos resistente).

C - Homogeneidade

A pedra é dita homogênea quando apresenta as mesmas propriedades em amostras diversas. É a qualidade fundamental, pois em geral a sua falta indica má qualidade. É preferível uma pedra de qualidade média e homogênea, que uma heterogênea. Verifica-se praticamente percutindo com um martelo: a pedra sem defeitos dá som claro e a defeituosa um som surdo.

A homogeneidade é verificada em relação às demais propriedades físicas e mecânicas. Ao choque do martelo, a rocha homogênea se quebra em pedaços, e não em grãos.

D - Massa específica e compacidade

Podemos distinguir a massa específica absoluta e a aparente. A primeira é dada pelo peso da unidade de volume sem vazios. É obtida triturando a rocha e determinando em picnômetro.

A aparente, que inclui os vazios dos grãos, pode ser obtida de duas formas: pela medida em caso de formato regular ou pela balança hidrostática.

Chama-se grau de densidade ou compacidade ao volume de sólidos na unidade de volume da rocha natural; vem a ser a relação entre as massas específicas, aparente e absoluta.

E - Porosidade

Porosidade absoluta é a relação de volume de vazios para o volume total da pedra. Porosidade relativa é a relação do volume máximo de embebição para o volume total.

A porosidade é expressa pelo volume de vazios na unidade de volume total. Ela é o complemento da compacidade.

Uma pedra porosa é:

- I. Pouco resistente à compressão;
- II. Permeável: porosidade é diferente de permeabilidade, porém ambas variam no mesmo sentido;
- III. Gelível: por absorver maior quantidade de água, a pedra é mais gelível.

A porosidade está intimamente ligada à durabilidade.

Em geral identifica-se porosidade com absorção, apesar de que só os poros em contato com o exterior podem ser cheios de água.

F - Permeabilidade

É a propriedade de se deixar atravessar por gases ou líquidos. É importante para reservatórios, coberturas, etc.

A água pode atravessar um corpo poroso por capilaridade, por pressão ou por ambas as ações simultaneamente.

Ao passo que a absorção depende dos poros ligados ao exterior, permeabilidade depende das dimensões e da disposição dos canais que atravessam a pedra.

Os ensaios de permeabilidade são em geral comparativos, em virtude de erros que podem resultar da evaporação na superfície e por ser a viscosidade da água variável com a temperatura.

G - Higroscopicidade

As pedras são ditas higroscópicas quando absorvem a água por capilaridade. A higroscopicidade tem grande importância na durabilidade.

A ascensão de água numa pedra homogênea é diretamente proporcional ao tempo, e o peso da água absorvida é proporcional ao volume atingido pela água.

H - Gelividade

Consiste na transformação em gelo, com o conseqüente aumento de volume, da água infiltrada na pedra. A maior ou menor facilidade desta ação depende da porosidade e friabilidade do material. A pressão exercida pelo gelo é de 146 kgf/cm².

I - Condutibilidade térmica e elétrica

A condutibilidade térmica das pedras é relativamente pequena. Em geral, as porosas são mais isolantes que as compactas.

Devem ser previstas juntas para evitar fissuras em alvenaria sujeita a fortes variações de temperatura. A dilatação é um dos fatores de deterioração, pois a superfície sofre mais que o interior, devido à má condutibilidade, originando-se tensões diversas que provocam fendas, o mesmo ocorrendo pela diversidade de comportamento dos minerais constituintes.

J - Dureza

Pode ser definida como a propriedade que define a resistência do mineral ao risco ou à abrasão. Geralmente é medida pela resistência que a superfície de um mineral oferece ao risco por outro mineral ou por outra substância qualquer. Usa-se como referência para os níveis de dureza uma escala padrão de dez minerais: a Escala de Mohs.

Quadro 5: Escala de Mohs. Fonte: Caracterização tecnológica, usos e aplicações de Rochas ornamentais –Frască, M.H.B.O.2003.

ESCALA DE DUREZA	MINERAIS PADRÕES	COMPOSIÇÃO QUÍMICA	REFERÊNCIAS RELATIVAS	TIPOS DE MINERAIS
1	TALCO	$Mg_3SiO_4(OH)_2$	é riscado com a unha	moles
2	GIPSO	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$		
3	CALCITA	$CaCO_3$	é riscado com objeto de cobre	
4	FLUORITA	CaF_2	é riscado com o canivete ou com o canto do vidro	semiduros
5	APATITA	$Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$		
6	ORTOCLÁSIO	$KAlSi_3O_8$	risca o vidro com dificuldade	
7	QUARTZO	SiO_2	riscam o vidro	
8	TOPÁZIO	$Al_2SiO_4(OH,F)_2$		
9	CORÍNDON	Al_2O_3	riscam o vidro com facilidade	duros
10	DIAMANTE	C		

K – Aderência

É a aptidão de se ligar à argamassa. É devida à ação química entre os materiais em contato a à ação mecânica que se origina do endurecimento da argamassa nas saliências e reentrâncias da pedra. A fratura e a porosidade influem na aderência.

A aderência é avaliada por um ensaio de tração.

As pedras mais comuns podem ser agrupadas em ordem crescente de aderência: arenitos, calcários, granitos.

L - Resistência mecânica

As pedras resistem bem à compressão e mal à tração. Nas rochas estratificadas a resistência mecânica varia com a orientação, o mesmo acontecendo nas eruptivas com o

leito da pedreira. A umidade tem influência na resistência, que varia na razão inversa da umidade.

Ao contrário da compressão, nas rochas estratificadas a resistência à tração é maior na direção da estratificação.

Além dos efeitos estáticos, as pedras devem suportar efeitos dinâmicos, ou seja, aos choques.

3.3 - Análise tecnológica das pedras

A determinação das características mais importantes das pedras impõe a execução de estudos e ensaios adequados que permitam defini-las do ponto de vista da sua qualidade e, mais especificamente, avaliar a sua aptidão para serem utilizadas com determinada finalidade. Só desse modo se torna possível aconselhar, para uma dada pedra, a utilização mais adequada, que deverá ser aquela que considere o seu valor técnico, estético e comercial mais elevado.

O próprio valor comercial de uma dada pedra está intimamente relacionado com as suas características técnicas e estéticas.

Por isso, além da descrição do aspecto da superfície da pedra, como considerar a coloração dos elementos minerais e a textura (dimensão relativa dos grãos e seu arranjo estrutural), completa-se estes estudos com uma análise petrográfica mais aprofundada.

No Brasil, estão definidos e normatizados os seguintes ensaios laboratoriais aplicáveis à análise tecnológicas das pedras:

- Análise petrográfica
- Massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água
- Compressão uniaxial
- Congelamento e degelo
- Flexão (em três pontos) ou módulo de ruptura
- Flexão em quatro pontos
- Dilatação térmica linear
- Desgaste abrasivo
- Impacto de corpo duro

O quadro a seguir indica os principais ensaios, bem como a correspondência entre as normas brasileiras e internacionais.

Quadro 06: Normas nacionais e internacionais de ensaios na rocha.

Fonte: Caracterização tecnológica, usos e aplicações de rochas ornamentais Frascá, M.H.B.O, 2003.

ENSAIO	NORMA ABNT	NORMA INTERNACIONAL
Análise petrográfica	ABNT NBR 12.768	EN 12407 ASTM C 295
Massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água (Índices físicos)	ABNT NBR 12.766	ASTM C97 EN 1936 ASTM C121 (ardósias)
Compressão uniaxial	ABNT NBR 12.767	ASTM C170 EN 1926
Congelamento e degelo	ABNT NBR 12.769	EN 12371
Flexão (em 3 pontos) ou módulo de ruptura	ABNT NBR 12.763	ASTM C 99 EN 12372
Flexão (em 4 pontos)	n.e.	ASTM C 880 ASTM C120 (ardósias)
Dilatação térmica linear	ABNT NBR 12.765	ASTM D 4535 ASTM E 228
Desgaste abrasivo	ABNT NBR 12.042 (Amsler) ⁽¹⁾	ASTM C241(tráfego de pedestres) ⁽¹⁾ ASTM C 1352 (Taber) ⁽¹⁾
Impacto de corpo duro	ABNT NBR 12.764	n.e.

Nota: n.e. = não dispõe de norma equivalente.

EN = *European Standard*

⁽¹⁾ = A despeito de terem a mesma finalidade, não são ensaios com resultados comparáveis

É, ainda, útil o Ensaio de Absorção de água por capilaridade bem como a Determinação da resistência às ancoragens.

Na interpretação dos resultados obtidos, torna-se necessário, também, considerar as naturais diferenças existentes entre as rochas silicatadas, que decorrem da sua origem,

composição mineralógica, etc., e se refletem em características físico-mecânicas ou comportamentos tecnológicos específicos para cada tipo ou grupo de rochas.

Além disso, é ainda comum constatar-se e admitir-se uma certa variabilidade nas propriedades físicas, mecânicas e químicas em materiais de idêntica natureza de pedra para pedra e, até mesmo dentro de uma mesma pedra.

Muitas das principais características físicas e mecânicas das pedras naturais estão intrinsecamente correlacionadas, de forma positiva ou negativamente, com a textura e estrutura da rocha e, em particular, com o tamanho relativo e a dimensão média do grão.

Estes mesmos parâmetros, bem como o estado de conservação dos minerais seus constituintes, condicionam fortemente a aptidão de cada pedra ao polimento e respectiva durabilidade.

3.4 - Interesse Prático dos Ensaio Laboratoriais

O interesse prático e a importância para os ensaios físico-mecânicos são função do tipo de utilização a que se destina o material, tornando-se, alguns deles, imprescindíveis na avaliação da aptidão de um determinado tipo de rocha para ser utilizado com certa finalidade, em determinadas condições de exposição à intempérie ou a outros agentes agressivos, ou quando sujeito a solicitações específicas.

Em particular, salienta-se que:

- O valor da resistência mecânica à flexão fornece importantes indicações para avaliação da aptidão das rochas nas inúmeras situações em que os elementos de construção são solicitados a funcionar à flexão ou à tração;
- De igual modo, o valor da resistência às ancoragens é indispensável para o dimensionamento das aplicações de placas de paredes verticais agrafadas;
- A percentagem de água absorvida por imersão ou por capilaridade, a porosidade aberta e os efeitos induzidos pelo teste de resistência ao gelo fornecem elementos que habitam à previsão do comportamento das rochas quando utilizadas, em exteriores, em climas frios e/ou úmidos;
- As determinações da resistência ao desgaste e ao choque são indispensáveis quando se tem em vista a aplicação das rochas em pavimentos e escadarias, em tampos de mesas ou de balcões.

O quadro a seguir indica os principais parâmetros úteis no caso da escolha da rocha com o objetivo da aplicação como material de revestimento.

Quadro 07: Parâmetros para a escolha da rocha de revestimento. Fonte:

Caracterização tecnológica, usos e aplicações de rochas ornamentais.
Frasca, M.H.B.O. 2003.

Parâmetros prioritariamente considerados na escolha da rocha para revestimento

Função do Revestimento	Pisos		Paredes		Fachadas	Tampos ^(*)
	Exteriores	Interiores	Exteriores	Interiores		
Tipo de Rocha	X	X	X	X	X	X
Absorção D'Água	X	X	X	X	X	X
Desgaste Abrasivo	X	X				
Flexão	X	X			X	X
Compressão			X	X	X	
Dilatação Térmica	X	X	X	X	X	
Acabamento Superficial	X	X			X	
Alterabilidade	X	X			X	X

(*) especialmente pias de cozinha

Neste capítulo, procurou-se ressaltar os aspectos mais relevantes para a compreensão das características petrográficas, do ponto de vista do técnico conservador-restaurador.

É também reconhecida a geologia como uma importante ferramenta, e seu conhecimento uma exigência na realização de um trabalho que, por sua natureza interdisciplinar, busca uma finalidade maior – a preservação do patrimônio cultural, conseguida, direta ou indiretamente, pela correta utilização da matéria – a pedra natural.

Capítulo 2

ALTERABILIDADE E DEGRADAÇÃO DO MATERIAL PÉTREO

CAPÍTULO 2

ALTERABILIDADE E DEGRADAÇÃO DO MATERIAL PÉTREO

Após ter feito a abordagem da natureza intrínseca do material pétreo, suas propriedades, características e aplicações, torna-se pertinente considerar o grau de fragilização em que se encontra a matéria pétreo constituinte do monumento ou sítio histórico a ser preservado e que fatalmente esteve ou está exposto a diversos agentes agressores.

Para tal, será feita, inicialmente, uma análise do intemperismo que é um dos principais fatores de alterabilidade da pedra. Em seguida, será abordada a degradação da pedra, por meio da análise dos diversos processos, seus mecanismos e suas manifestações exteriores.

1 . INTEMPERISMO

Por ação dos processos de soergimento e erosão, as rochas são colocadas em contato com um ambiente que lhes é muito adverso e que prevalece na superfície da litosfera. O ambiente superficial se caracteriza por baixas pressões e temperaturas, altas concentrações de água, oxigênio livre (exceto no caso de ambientes redutores) e dióxido de carbono. A maioria dos minerais formados nas condições de profundidade torna-se instável nesse novo ambiente e procura se rearranjar sob novas formas estáveis.

O termo Intemperismo inclui todos os processos de destruição e reconstituição que ocorrem nas proximidades da superfície da Terra.

1.1 - Natureza do Intemperismo

O Intemperismo pode ser definido como o conjunto de processos que se desenvolvem na superfície da Terra e que consistem na fragmentação e decomposição de minerais. Também pode ser definido como o rompimento e alteração de materiais próximo da superfície da Terra, formando produtos que estejam mais próximos do equilíbrio com a atmosfera, hidrosfera e biosfera. (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT,1998.p.23).

Essa definição, tomada literalmente, inclui não apenas os processos inorgânicos (comumente associados com o intemperismo), mas também os processos de formação do

solo, onde a atividade orgânica é um fator importante, associado aos processos mecânicos de erosão, transporte e redeposição, onde a água é o agente predominante. O intemperismo pode ser ainda definido como as mudanças das rochas do estado maciço para o estado clástico. (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998.p.2).

É um processo dominado pelas modificações físicas e químicas, que surgem em resposta às necessidades de equilíbrio nas condições do ambiente superficial. O processo começa com a progressiva desintegração e decomposição do material rochoso *in situ*. O produto dessa decomposição é uma mistura de minerais primários resistentes e um conjunto de constituintes minerais neoformados, todos estáveis no novo ambiente. Forma-se assim, um manto de material não consolidado, sobreposto ao substrato rochoso, denominado de regolito, saprolito ou alterito. (LICHT, 1998.p.23).

Os processos do intemperismo são seguidos por um conjunto de processos de formação do solo, erosão, transporte e sedimentação, todos eles abrangidos pelo ciclo geoquímico superficial. Muito embora esses processos estejam em geral intimamente ligados, tanto na causa quanto no efeito, é necessário que eles sejam considerados em separado.

Os processos de intemperismo no material pétreo que se manifestam inicialmente na rocha, são analogamente verificados na pedra, produto de extração do leito rochoso que mantém suas características intrínsecas e propriedades de alterabilidade.

1.2 - Processos do Intemperismo

Nas pedras, assim como nas rochas, podem ser distinguidos três tipos principais de intemperismo: o físico, o químico e o biológico.

Processos físicos são todos aqueles que causam apenas a fragmentação, sem que ocorram modificações químicas e mineralógicas, no material original. Essa desintegração aumenta a superfície reativa e por isso facilita a decomposição das pedras, através de reações químicas com a água, oxigênio livre e dióxido de carbono, abundantes no ambiente superficial.

A atividade biológica contribui direta ou indiretamente para o intemperismo químico e físico. Todos esses processos se desenvolvem simultaneamente, embora sua intensidade e importância variem de acordo com o ambiente.

Em regiões de clima árido, em condições polares, a desagregação física é o mecanismo dominante da desintegração das pedras. Sob condições climáticas equatoriais e tropicais, o ataque químico é de longe o fator dominante da natureza nos processos de intemperismo. A atividade biológica acontece considerando o tipo de clima, o tipo de material, o pH e a umidade do meio e a luminosidade.

A - Intemperismo Físico

Além das ações físicas (fenômenos de evaporação e secagem, características de movimentos capilares nas pedras, efeitos de porosidade, etc.) que estão intimamente ligados à atuação dos agentes químicos, outras ações também físicas são por si só capazes de explicar a corrosão dos materiais.

Os efeitos de temperatura têm importância reconhecida. Podem exercer-se devido à diferença dos coeficientes de dilatação entre os vários componentes, em função das diferenças de temperatura entre as superfícies expostas e o núcleo do material.

A indução de gradientes térmicos entre a superfície e a massa da pedra resultantes da variação de temperatura exterior e devido à reduzida condutibilidade térmica e levado calor específico do material. Embora se tenha reconhecido que gradientes de temperatura assim estabelecidos não são elevados, admite-se que a repetição dos seus efeitos ou a atuação em peças já afetadas por outras causas pode determinar a deterioração.

A ação da temperatura tem efeito no ataque pelos agentes químicos, visto que este se processa, sobretudo, por sucessivos efeitos de molhagem, dissolução e transporte de sais e sua cristalização por evaporação, resultante de secagem, fenômenos estes diretamente dependentes de condições térmicas.

A ação da água é também fundamental na corrosão dos materiais. Já foi citado que o ataque pelos agentes químicos, quer exteriores, quer contido no material, só pode efetivar-se em presença de água, até apenas sob a forma de umidade. Por si só a água pode ainda provocar variações de volume - expansão com a molhagem e, conseqüentemente, desagregação mecânica. Embora de causa diferente, o fenômeno será de conseqüências semelhantes ao que é provocado por variações térmicas, embora possa ser mais enérgico do que este.

Em climas temperados e árticos, a expansão da água durante o congelamento pode causar tensões elevadas, que levam ao aumento das fendas e ao fraturamento adicional nos

poros preenchidos por água. A penetração e crescimento das raízes e, em regiões áridas e a cristalização de sais, podem contribuir para a ampliação dessas rachaduras.

As reações químicas da água e de seus solutos podem levar ao colapso da rocha. Um dos principais efeitos causado pela introdução de água nas rochas vem do aumento de volume pela hidrólise e outras formas de alteração incipiente dos minerais nas vizinhanças da fenda. O efeito conjugado é de uma expansão generalizada e de uma progressiva ampliação do fraturamento.

No ciclo erosivo, outros processos promovem a desintegração física das pedras e abrem caminho a outros agentes de intemperismo. A gravidade causa o colapso de blocos salientes e agentes como o vento, corrente de água, gelo em deslocamento, também atuam no sentido de desintegrar os materiais sólidos na superfície.

A ação dos ventos é verificada como agente físico da corrosão, principalmente quando transporta poeiras ou areia, ou quando é canalizado, com aumento de velocidade e conseqüentemente da sua capacidade abrasiva.

Podem ocorrer movimentos de ordem estrutural, causados por vibrações na pedra decorrentes da ação humana, gerando fissuras, desprendimentos ou remoção dos relevos.

B - Intemperismo Químico

Comparados aos processos físicos, os agentes químicos do intemperismo são capazes de ataques muito mais poderosos sobre as pedras e seus constituintes minerais. Em casos extremos, as modificações na composição, propriedades e textura podem ser tão grandes, que mascaram completamente a natureza do material original.

Sob condições apropriadas, pedras cristalinas silicatadas de granulação grossa, como granitos porfiróides, podem ser reduzidas a um complexo ultrafino de argilominerais e um resíduo arenoso. Calcários e dolomitos podem ser completamente lixiviados, restando apenas um resíduo insolúvel.

Uma atuação de grande intensidade dos processos de intemperismo tropical ou subtropical úmido produz ao final uma completa lixiviação dos metais alcalinos, alcalinos-terrosos e sílica, enquanto o Fe e o Al concentram-se *in situ* como óxidos e hidróxidos. (ZEEGERS *apud* LICHT, 1998.p.24).

Os agentes químicos atmosféricos (CO_2 e SO_2) existentes no ambiente, decorrentes de poluição ou mesmo da respiração humana, em maior ou menor grau podem determinar a deterioração substrato pétreo, comprometendo seu ciclo de vida útil.

Os principais mecanismos que explicam os diversos sintomas de danos verificados nos casos de alterações químicas na pedra são:

- Expansão pela cristalização de sulfatos sob a crosta ou em fissuras desta,
- Diferenças dos coeficientes de dilatação térmica do gesso e da pedra. O coeficiente de dilatação do gesso é 5 X maior do que o da calcita, o que provoca a desagregação sob variações de temperatura. Esta crosta rapidamente tende a destacar-se em placas deixando exposta a camada pulverulenta que recobria. O processo continua sucessivamente.

Em todos os níveis e em todos os ambientes, o intemperismo químico depende da presença de água e dos sólidos e gases dissolvidos, já que todos os minerais são mais ou menos solúveis mesmo em água pura. A presença de oxigênio, dióxido de carbono e complexos húmicos dissolvidos amplia bastante o poder corrosivo das soluções naturais. A chuva contém quantidades pequenas, mas significativas de oxigênio e de dióxido de carbono dissolvidos, bem como cloretos e sulfatos derivados dos oceanos e das atividades humanas, domésticas ou industriais.

Os principais tipos de reações químicas associadas ao intemperismo são: hidratação, hidrólise, oxidação e dissolução.

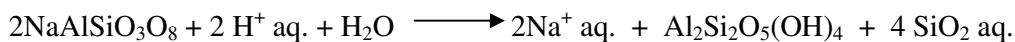
B.1 - Hidratação e Hidrólise

A hidratação e principalmente a hidrólise são consideradas como as mais importantes reações químicas envolvidas na decomposição das pedras. A hidratação implica na absorção das moléculas de água na estrutura cristalina de um mineral. Um exemplo simples é a transformação de anidrita (CaSO_4) em gipso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

É comum que a hidratação ocorra em conjunto com outros processos do intemperismo químico, tais como a conversão de aluminossilicatos em argilominerais ou de minerais de Fe^{+2} em hidróxidos de Fe^{+3} . Dessa combinação resulta que os produtos de intemperismo contêm mais água que os minerais originais.

A hidrólise é mais importante que a hidratação. (FORMOSO M.L.L. *apud* LICHT, 1998.p.25). Na hidrólise, um silicato de Al ou de Fe é convertido em um argilomineral ou hidróxido de Fe, acompanhado pela perda de cátions e pela incorporação de H^+ . Um

exemplo é a reação da albita com um ácido fraco (por exemplo, o húmico), resultando na formação de argilo mineral, sílica e íons Na^+ .



Observa-se que essa reação também envolve hidratação, como acontece em muitas reações de hidrólise. O Al pode ser liberado como um argilomineral bem cristalizado ou como uma fase fracamente cristalina, ou amorfa, e o Si como sílica coloidal, ácido silícico dissolvido (H_4SiO_4), quartzo, opala ou formar calcedônia. O cátion liberado pode se situar na superfície dos argilominerais amorfos ou permanecer em solução. Esses íons adsorvidos estarão então disponíveis para reação e troca com os constituintes da solução percolante. Muito embora a hidrólise possa acontecer em água pura, a reação será intensificada na presença de ácidos naturais, dos quais os mais comuns são o carbônico e os húmicos.

As reações de hidrólise são exotérmicas e podem produzir um aumento de volume. A tensão resultante é um dos fatores principais na desintegração das pedras, e seu efeito pode se estender a profundidades apreciáveis, muito abaixo da faixa de atuação da maioria dos agentes físicos simples de desintegração.

B.2 - Oxidação

As reações de oxi-redução ocorrem como consequência de acúmulos de diferenças de potencial (ddp) entre as superfícies de contato de diferentes materiais. As reações de oxidação são características do ambiente aerado da zona de intemperismo. Os minerais formados em ambientes deficientes em oxigênio são convertidos, pela ação dos agentes de oxidação, em compostos de valência mais elevada.

Os elementos mais comumente afetados são o Ferro, o Manganês, e Enxofre e o Carbono, que ocorrem na maioria das rochas profundas e sedimentares na forma de Fe^{2+} , Mn^{2+} e S^{2-} e compostos orgânicos, podendo ser oxidados a Fe^{3+} , Mn^{4+} e S^{6+} e CO_3^{2-} no ambiente superficial. Outros elementos oxidáveis incluem N, Cr, Cu, As, Se, Mo, Pd, Sn, Sb, W, Pt, Hg e U.

As reações de oxidação tendem a ser lentas, mas a presença da água catalisa as reações que envolvem o oxigênio gasoso. Os produtos da oxidação são novos minerais (óxidos de Ferro e Manganês hidratados ou não) e constituintes dissolvidos (SO_4^{2-}). As condições ótimas para oxidação ocorrem na presença de umidade.

B.3 - Dissolução

A simples dissolução de muitos minerais na água abundante do ambiente superficial pode ser um fator extremamente importante sob certas condições. O exemplo mais espetacular é a formação de cavernas calcárias pela dissolução de calcita em águas que contenham CO₂, produzindo um bicarbonato de cálcio solúvel.

Mais discreta é a lenta liberação da sílica e dos cátions comuns como K, Mg, Na e Ca, principalmente durante a hidrólise dos silicatos primários. (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998,p.25).

Sucessivos ciclos de penetração e saída de água do substrato pétreo, por absorção e posterior evaporação da umidade causam desagregação e pulverulência. No caso do material pétreo, a desintegração mecânica da pedra por cristalização expansiva de sais solúveis como o sulfato de cálcio (CaSO₄), causa erosão por dissolução da pedra.

Na camada superficial da pedra mais afetada pelos ciclos de molhagem/secagem devido à ação alternada das chuvas e do tempo seco o sulfato de cálcio é carregado para a superfície exterior da pedra e constitui aí uma camada endurecida e impermeável sobrejacente a uma zona desagregada. Em locais expostos e com chuvas freqüentes esta crosta superficial não chega a formar-se porque há uma constante dissolução do CaSO₄ que a constitui. Em locais protegidos da ação intensa da chuva, a crosta se mantém favorecendo, ao contrário do que aparentemente se julgaria, a progressão do ataque da pedra, porque retém sob a superfície alguma umidade e assim favorece a erosão da camada subjacente da pedra.

Os agentes químicos do intemperismo provenientes do substrato pétreo como os sais solúveis (Sulfatos, Cloretos alcalinos, Carbonatos e Nitratos) existentes no interior da pedra são transportados e, quando a água se evapora, estes cristalizam constituindo as conhecidas eflorações e as criptoflorescências.

Quando a evaporação da água que transporta os sais se dá com certa lentidão serão puramente superficiais e nas pedras não têm, em geral, efeitos prejudiciais de deterioração; podem, entretanto por combinação com a matéria orgânica existente nos paramentos expostos provocarem manchas esteticamente inconvenientes. A lavagem natural das chuvas nos paramentos expostos ou uma lavagem artificial nos locais protegidos da lavagem natural serão suficientes para eliminar os efeitos destas eflorações.

Mas, se a evaporação das soluções salinas é mais intensa, alguns sais podem se cristalizar imediatamente sob a superfície, para esta subeflorescência a cristalização dos sais pode induzir esforços mecânicos de desagregação da pedra, com sucessivas

dissoluções e recristalizações dos mesmos sais por vezes até só em presença da umidade no próprio ambiente, se este for muito úmido.

As criptofluorescências constituídas no interior das pedras sofrem os mesmos sintomas e podem ter as mesmas causas.

A desagregação das pedras pode ser provocada pela presença dos sais solúveis por esforço expansivo de sua cristalização e recristalização e pode estar associadas à variação de temperatura e umidade e ainda influir no grau de hidratação dos sais.

C - Intemperismo Biológico

Os processos orgânicos também desempenham um papel significativo na decomposição e no intemperismo. As plantas contribuem para o intemperismo físico das pedras, pela ampliação das fendas onde elas introduziram suas raízes.

Uma grande quantidade de material pode ser misturada ou selecionada devido a atividade vital de vermes, roedores, térmitas e cupins. A desagregação resultante e a permeabilidade aumentada facilitam a entrada de ar e de água, promovendo desse modo um intemperismo químico mais intenso.

Agentes biológicos também contribuem significativamente na desintegração química das pedras. As condições muito localizadas de extrema acidez, geradas nas extremidades das raízes, atingindo valores de pH igual a 5, agem como poderosa força corrosiva na destruição química das rochas.

Cálculos baseados no teor de sílica em regiões cobertas por vegetação tropical mostraram que a taxa de remoção de sílica dos minerais silicatados pelas plantas pode ser responsabilizada em grande parte pela elevada mobilidade da sílica no intemperismo tropical. (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998.p.26).

A respiração das plantas é um fator importante no ciclo biológico do oxigênio e do dióxido de carbono, que são os reagentes mais importantes do intemperismo químico. A água produzida pela transpiração se enriquece em solutos e soluções remanescentes nos poros dos vegetais.

A oxidação do Ferro e do Enxofre é catalisada por bactérias, da mesma maneira que a fixação do nitrogênio. Os ácidos orgânicos e agentes complexantes gerados pela decomposição das plantas, podem contribuir para as reações de intemperismo pelo aumento do poder de solubilização dos sais nas águas pluviais.

A ação biológica, inclusive a microbiológica, será abordada com mais detalhes, como um dos mecanismos de alteração das pedras.

Todos os agentes de ataque das pedras só atuam em presença de água.

1.3 - Fatores que interferem nos processo de intemperismo

Os processos anteriormente descritos se desenvolvem em toda a superfície terrestre e numa grande variedade de ambientes. Embora os processos sejam basicamente os mesmos, as condições ambientais e micro-ambientais desempenham uma considerável influência na taxa e no tipo de intemperismo e na natureza dos produtos de degradação.

Os fatores principais que condicionam os processos de intemperismo são:

- A resistência dos minerais primários, formadores da pedra frente aos processos de intemperismo;
- A granulação e a textura da rocha;
- Clima, especialmente temperatura e precipitação pluviométrica; e as,
- Ações antropológicas.

A - Resistência dos minerais

As espécies minerais diferem muito na resistência aos processos de intemperismo. É possível especificar condições físicas e químicas de intemperismo, de modo a classificar os minerais segundo a sua resistência.

Uma ordenação aplicável aos climas temperados úmidos foi desenvolvida por Goldich (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998,p.26).

Quadro 8: Estabilidade relativa dos silicatos formadores de rochas mais comuns sob a Ação do intemperismo químico. Fonte: ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998.p.26.

Estabilidade menor ↓ maior	Olivina	Anortita
	Auginita	Plagioclásio calcialcalino
	Hornblenda	Plagioclásio álcali-cálcico
	Biotita	Albita
	Feldspato potássico	
	Muscovita	
	Quartzo	

O arranjo da série de Goldich é exatamente o inverso da série de Bowen, que explicita a ordem progressiva da reação no curso da cristalização magmática. (BOWEN *apud* LICHT, 1998.p.26). Indica que os minerais cristalizados nas temperaturas mais elevadas, e sob condições mais anidras, são mais facilmente intemperizados que aqueles que foram cristalizados nos estágios finais do magmatismo, em temperaturas mais baixas, e em condições mais hidratadas. Como regra geral, quanto mais próximas as condições de cristalização estiverem das que prevalecem no ambiente superficial, mais resistentes serão os minerais às condições do intemperismo. A série de Goldich se aplica inclusive aos minerais de origem metamórfica.

A ordem de susceptibilidade crescente à decomposição pelo intemperismo é (ROSE, HAWKES e WEBB *apud* LICHT, 1998.p.27):

Óxidos < Silicatos < Carbonatos e Sulfetos

B - Permeabilidade – Granulação e Textura da rocha

A taxa de intemperização de uma pedra depende da facilidade que as soluções reativas atingem os locais de reação. Uma pedra finamente granulada, na qual as soluções podem encontrar seu caminho através dos contatos intergranulares, é relativamente permeável e será rapidamente intemperizada por causa da grande superfície específica dos grãos.

A maioria das pedras que obedecem a essa especificação, são as sedimentares clásticas, nas quais os constituintes minerais estão em perfeito equilíbrio com o ambiente superficial.

Rochas ígneas e metamórficas, de granulação média a grossa, dispõem de “microcanais” ao longo dos contatos dos grãos por onde ocorre a percolação das soluções, o que não acontece com as rochas ígneas finas, que são pouco permeáveis.

O resultado disso é que as rochas de grão grosso são muito mais susceptíveis à decomposição que as de grão fino, apesar de terem uma superfície de contato muito maior. A permeabilidade também pode ser ampliada pela dissolução dos minerais.

O fraturamento em macro e micro escala geralmente produz um aumento acentuado na intensidade e profundidade do intemperismo químico. À medida que os processos do intemperismo avançam, a remoção seletiva dos carbonatos solúveis e sulfetos abre acessos adicionais para outros agentes intempéricos.

C - Clima

Os principais fatores climáticos que afetam o intemperismo são a temperatura e a pluviosidade.

A pluviosidade controla a quantidade de água disponível para o intemperismo químico, enquanto a temperatura influencia a velocidade das reações químicas e, principalmente, a taxa de decomposição da matéria orgânica. A disponibilidade de água pode ser afetada pelo aumento da evaporação, sob temperaturas mais elevadas ou por congelamento nas mais baixas.

O clima também controla a quantidade e o tipo de vegetação, que por sua vez controla a matéria-prima para os reagentes orgânicos.

O intemperismo químico é geralmente mais intenso nas regiões equatoriais e tropicais com pluviometria e temperaturas elevadas, e um pouco menor em climas temperados, de pluviosidade moderada e com variações sazonais de temperatura. São notáveis os efeitos de hidratação, lixiviação das bases e da sílica e o enriquecimento em óxidos de ferro e Alumínio no ambiente tropical.

Sob condições árticas e desérticas, o intemperismo químico é reduzido ao mínimo, com o predomínio dos processos físicos. Como resultado da aridez extrema que ocorre em algumas áreas desérticas, a corrosão por partículas de areia com transporte eólico pode ser um fator importante no intemperismo físico.

D – Ações Antropológicas²

A ação destruidora do homem não tem comparação com nenhuma das ações anteriores, visto que o homem atua de modo simultâneo aos outros aspectos. Esta ação pode ser direta como nos casos do uso de explosivos, de roubo, de reformas ou restaurações inadequadas, do uso intenso e de incêndios.

Os incêndios, casuais ou provocados, causam tensões muito drásticas nas pedras. Sob a ação do fogo, as camadas superiores da pedra se dilatam enormemente e, como a transmissão ao interior não é tão rápida, são provocadas tensões superiores às tensões de ruptura do material, o que leva ao desprendimento de partes da pedra na forma de lascas, afetando principalmente as partes agudas e salientes. Nestas condições a pedra sofre uma total desidratação que altera a sua estrutura física e microquímica, efeito permanente que afeta a resistência da pedra.

Segundo Pons & Nonell (1979.p.37-38) as rochas que contém quartzo, como o granito e o gnaisse, quando sofrem a ação de altas temperaturas apresentam como consequência “estalos” porque o quartzo a 575°C sofre uma troca de estrutura acompanhada de brusca dilatação. São também sensíveis às trocas bruscas de temperatura as ardósias, os arenitos e os calcários). Rochas muito compactas e de grão fino como o basalto e o pórfiro são mais resistentes ao efeito do fogo.

A destruição indireta decorre do desconhecimento, pela falta de consciência, pelo abandono do material à sua própria sorte, pela presença indiscriminada de resíduos industriais e pela contaminação atmosférica em geral, com suas manifestações mais visíveis.

Outras ações também podem ser citadas, pois, mesmo não destruindo diretamente a pedra, propiciam e desencadeiam outros fatores de intemperismo como o acúmulo de lixo, urina e excrementos nas proximidades do material.

² Ações Antropológicas – Serão consideradas as ações relativas à Antropologia Cultural (ramo da Antropologia que trata das características culturais do homem, costumes, crenças, comportamento e organização social).

2. ALTERAÇÕES DA PEDRA

2.1 - Fatores, Mecanismos e Indicadores de Alteração da Pedra

Todo material busca o estado de equilíbrio com o meio onde se situa. Se características como umidade, temperatura, pressão, etc. que atuam sobre o material permanecem constantes, sua alteração será lenta, porém em condições de desequilíbrio, sofrem variações bruscas e periódicas que podem causar nos materiais profundas e rápidas alterações.

A pedra foi um material largamente utilizado, e ainda tem sido, na arquitetura monumental dadas suas excelentes propriedades físicas e seu grande valor estético. Destacam-se suas características como material durável, resistente e de múltiplas colorações. Como qualidade fundamental destaca-se sua lenta alteração natural no meio ambiente, visto que os danos que estes produzem na pedra ocorrem em períodos de tempo que geralmente não são apreciáveis na curta vida do ser humano.

Entretanto, o ambiente a que estão expostos hoje em dia tem acelerado o processo de degradação da pedra, chegando inclusive a apresentarem, em poucos anos um aumento de alteração em muitos monumentos em pedra.

Cresce, então, a preocupação com o processo de exibição pública dos monumentos em material pétreo. James M. Fitch (1981.p.61-62) refere-se ao Turismo como a 4ª dimensão da preservação e explica que este é um fenômeno que responde à necessidade das pessoas restabelecerem algum contato vivencial com a evidência material de seu próprio passado e que a validade deste processo não pode ser questionada. Considerando que as relações entre o observador e observado são diferentes das relações originais de usuário e objeto de uso, fica claro que esta exposição sujeita o patrimônio a diversos riscos.

Fitch (1981) cita cinco formas diferentes, porém relacionadas, de desgaste às quais o patrimônio cultural está sujeito: Exposição ao meio ambiente (envelhecimento), Abrasão (desgaste da própria matéria), Vandalismo, Roubo e Fogo.

A exposição ao meio ambiente é o resultado da ação de forças naturais, calor, frio, água, vento, vibração, gravidade, etc. Estas forças operam o tempo todo, em todos os objetos e podem ser restringidas de forma absoluta somente em ambientes controlados de laboratórios, mas o museu moderno pode alterar radicalmente as proporções de tal desgaste.

A forma mais ativa de abrasão é consequência da mera exposição pública. O turismo cria situações em que vastas multidões visitam monumentos e sítios que nunca foram projetados para suportar tal trânsito.

Os danos causados pelo excesso de visitantes não podem ser considerados vandalismo, mas tal desgaste somado à negligência pode encorajar o vandalismo. Além disto, Fitch (1984) considera ser pouco provável que os turistas no passado fossem mais cuidadosos do que hoje em dia. O fato, segundo ele é que a natureza dos dejetos mudou: os restos de um piquenique há cem anos atrás eram alguns ossos de galinha e farelos de pão enquanto hoje, se produz um fantástico desperdício de embalagens plásticas, latas de alumínio, lâmpadas de flash usadas, pilhas, etc. Assim, o vandalismo pode ser descrito como o abuso deliberado e maldoso do patrimônio cultural e não é um fenômeno novo; como demonstram os grafites de Pompéia. Este fenômeno é uma ameaça crescente a existência do bem cultural exposto publicamente.

Um dos problemas cruciais da preservação, hoje em dia, é o desenvolvimento de diretrizes, tecnologias e instrumentos para diminuir esses riscos a níveis mínimos aceitáveis. Cabe aqui assinalar que o controle do impacto que o uso intenso, inclusive o turismo, pode gerar sobre a pedra, pode ser sistematizado a partir de uma avaliação com a análise de dados, que levam a formação de um diagnóstico da situação existente, buscando um conhecimento do conjunto das causas fundamentais de alteração do material, visando conduzir a um prognóstico da situação, considerando a vida útil do material.

Uma séria problemática se apresenta no caso de estudo da alteração das pedras, visto que envolve muitos especialistas: geólogos, químicos, arquitetos, engenheiros, restauradores, etc. Todos têm suas idéias a respeito da alteração da pedra e sua conservação, e inclusive poderíamos dizer que cada cientista tem desenvolvido sua própria metodologia e terminologia.

Uma metodologia que aborda de maneira sistemática o estudo de alteração das pedras, desenvolvida da Universidade de Sevilha, será adotada no intuito de tornar clara a apresentação dos fatores, mecanismos e indicadores de alterações (GUARDIOLA & MORENO, 2000).

A - Fatores de Alteração

Os fatores de alteração podem ser definidos como parâmetros que induzem a pedra a experimentar trocas prejudiciais em suas propriedades e a condicionar seu comportamento como elemento construtivo. Certos fatores se manifestam na pedra em forma de indicadores de alteração, e se produzem através de determinados mecanismos.

Há fatores inerentes à pedra, denominados intrínsecos, como sua composição química e mineralógica, porém sua alteração está condicionada também por fatores externos à mesma, denominados extrínsecos, como é o ambiente onde está situada a pedra, seu entorno mais imediato, e sua função dentro do monumento. É preciso se considerar tanto a posição e orientação da pedra dentro do monumento, como também a repercussão que a pedra tem na própria estrutura do edifício.

No caso em que os edifícios já tenham sido submetidos a tratamentos de conservação, existem parâmetros como as características dos produtos de tratamento e do método de aplicação que devem ser considerados ao analisarmos a alteração da pedra. Também são importantes os trabalhos de extração e entalhe da pedra, pelas tensões que geram no material.

A.1 – Fatores Intrínsecos

1 – Composição Química:

É necessário conhecê-la para compreender a alterabilidade de uma pedra e se obtém a partir de análises realizadas em amostras da pedra. Permite determinar sua vulnerabilidade frente, por exemplo, a ataques ácidos ou básicos. Pode, ainda, estabelecer uma correlação entre o grau de alteração e a composição química da pedra em distintas profundidades. Rochas de caráter básico, como os calcários, são susceptíveis ao ataque de gases ácidos. A existência de sais solúveis, sobretudo quando se trata de sulfatos e cloretos, aumenta a alterabilidade de uma rocha. (ARNAIZ y MARTÍN *apud* GUARDIOLA & MORENO, 2000.p.13).

2 – Composição Mineralógica:

Comporta um conhecimento mais específico do material, já que um mesmo composto segundo seja a forma em que tenha se cristalizado, oferece distintas resistências frente ao meio onde se situa, e inclusive, um mesmo cristal se comporta de forma diferente segundo sua orientação.

3 – Características Petrográficas:

A origem da rocha e sua heterogeneidade são fatores de alteração, já que dela se deriva o tamanho dos grãos, seu tipo e seu grau de cimentação, compacidade, estratificação, estrutura, etc. Os defeitos intercrystalinos, onde se localizam as alterações, podem ser macroscópicos ou estruturais, e apresentar-se nas rochas como grandes veios (nervuras) que podem originar fragmentações.

4 – Propriedades Físicas:

As mais importantes são as relacionadas com a presença e circulação da água no interior da rocha e dependem da porometria e da interconexão dentro dos poros.

A.2 – Fatores extrínsecos - Fatores ambientais:

Podem diferenciar-se em dois tipos fundamentais de fatores ambientais: os naturais e os antropológicos.

Os primeiros exercem uma ação do tipo físico ou químico e em grande período de tempo. Os mais importantes se relacionam com as variações de temperatura, estados da água, componentes do ar, do vento e a combinação destes fatores.

Dentro dos fatores antropológicos destaca-se a contaminação atmosférica decorrente da queima de combustíveis fósseis e também são relevantes as vibrações mecânicas e acústicas.

Podemos ainda acrescentar aí o impacto causado pela intensidade de visitação e uso a que está exposto o material pétreo.

Os principais fatores extrínsecos naturais são (os):

- Térmicos:

A magnitude e frequência das oscilações térmicas são fatores a considerar, assim como a porosidade e condutibilidade térmica da pedra.

Em mármore submetidos a ciclos com variações térmicas de 50°C tem ocorrido aumento de porosidade de 40 – 50%. Também as variações em torno dos 0°C são decisivas nos danos causados pela formação de gelo, que produzem um aumento da superfície específica e abrem caminho à ação de outros fatores.

Os fatores térmicos estão relacionados fundamentalmente com os indicadores de alteração de rupturas e deformações.

- Hidráulicos:

Existem vários tipos de umidade que afetam os monumentos. A água participa em processos tanto físicos quanto químicos e está relacionada com a maior parte dos indicadores de alteração.

A chuva, que chega à superfície pétrea de distintas formas: por penetração, percolação e jatos. Embora traga ao material corrosão, perdas de matéria e formação de sais, a chuva exerce geralmente uma ação benéfica de lavagem sobre as superfícies a ela expostas. A umidade higroscópica busca constantemente o equilíbrio entre a pedra e o ar adjacente, e depende das propriedades daquela e da umidade relativa a este. A capilaridade provoca uma umidade ascendente desde o subsolo, que alcança uma altura que depende da estrutura porosa do material pétreo, do conteúdo de água crítico do mesmo, do conteúdo de água do terreno e da velocidade de evaporação das paredes.

Uma vez haja água no material, os movimentos dentro da rede capilar, as condensações que se produzem nas superfícies da pedra e sua eliminação por evaporação é meio de transporte de contaminantes atmosféricos e de sais solúveis. Além disso, a água presta ajuda a outros agentes, sem a qual não são efetivos.

- Eólicos:

Relaciona-se com a evaporação, a formação e transporte de sais e a penetração da chuva e se considera de pouca importância, enquanto a ação erosiva de partículas sólidas por ele arrastadas como no caso de rochas desagregadas onde pode favorecer o desprendimento de grãos. Seus indicadores mais característicos são as perdas de matéria.

- Composição do ar natural:

O anidrido carbônico (CO₂) produz carbonatação e atua na solubilização da calcita e o amoníaco (NH₃) influi sobre o pH servindo de base para a conversão em ácido nítrico por bactérias. O oxigênio atmosférico oxida os metais, tanto os que formam parte do material pétreo, como dos elementos de sustentação e outros elementos decorativos. O fator ar está relacionado com a formação da crosta negra, com a desagregação e com as alterações cromáticas.

- Presença de sais:

Este fator está relacionado com múltiplos indicadores de alteração, mas o principal deles é a eflorescência.

Os sais podem ter origem na própria constituição da pedra, nas argamassas, ascender do solo como com a água por capilaridade, ser aportados por aerossóis

atmosféricos, ou de reações da pedra com os componentes do ar. Devem ser distinguidos entre sais solúveis e pouco solúveis em diversos graus de hidratação. Os solúveis são nocivos, e sua ação se deve à criação de tensões, ao crescerem nos poros ou ao formar hidratos a partir do sal anidro. Os sais pouco solúveis mais frequentes são carbonatos e sulfato cálcico, cujas ações são menos nocivas que as dos solúveis.

Os principais fatores extrínsecos antropológicos são (os):

- Contaminação atmosférica:

A contaminação atmosférica decorrente de processos de poluição decorrentes da ocupação humana é o fator mais grave relacionado com a alteração dos materiais pétreos e com a agravante da impossibilidade de eliminação.

Os resíduos da atividade industrial e a queima de combustíveis fósseis para a produção de energia ou para o transporte geram toda uma gama de subprodutos altamente reativos física e quimicamente, capazes de degradarem o substrato pétreo.

Os contaminantes mais importantes são os gases: anidrido sulfuroso (SO_2), anidrido carbônico (CO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), amoníaco (NH_3) e os aerossóis de ácidos, sais, metais e partículas carbônicas.

Também devem ser levados em conta os contaminantes secundários, gerados por reação dos primários e pela ação conjunta de vários agentes, já que ambos efeitos podem ser graves. Exemplos são, dos primeiros, os ácidos sulfúrico e nítrico, e dos segundos, a presença de umidade.

Está relacionada com a maior parte dos indicadores de alteração, mas destacam-se os depósitos e decoesões.

- Fatores biológicos:

Incluem desde os microorganismos até vegetação e animais. Os microorganismos mais agressivos são as bactérias químico-autótrofas aeróbias, implicadas nos ciclos do enxofre e do nitrogênio que, além de formar sulfatos, nitratos e nitritos, fazem o aporte de matéria orgânica necessária para o assentamento de outros organismos como fungos, líquens. Quando crescem de forma endolítica, ou seja, dentro da pedra podem aumentar a pressão no interior do material e provocar a abertura de fissuras.

O tipo de pedra afeta a Biodeterioração:

Calcário (Ca, básico).

Arenito (Si, ácido).

Granito (Si, ácido).

Mármore (Ca, básico).

Quartzito (Si, ácido).

Pedra Sabão (Si, básico).

Causam descamação com modificação da superfície da pedra.

As plantas superiores exercem uma ação mecânica com suas raízes e seus exudatos que, contendo ácidos, podem afetar a calcita.

Quanto à ação animal, destaca-se o guano de pombo, por conter ácidos fosfórico e nítrico e por apresentar um acúmulo de umidade.

Os indicadores de alteração mais relacionados com estes fatores são: depósitos, desagregação e fissurações.

- Fatores de tensão:

Ao serem extraídas das pedreiras, as pedras sofrem uma descompressão que podem originar tensões que permanecem residuais, somando-se àquelas exercidas pelas técnicas de extração e posterior lavra. Depois, como parte da construção, devem suportar tensões de pesos e empuxos do edifício, assim como deve suportar outras tensões devidas ao vento, assentamentos, etc. Geram indicadores de alteração como rupturas.

- Fatores de incompatibilidade:

São fatores derivados do contato de materiais diferentes entre si e que provocam alterações por sua interação de tipo físico ou químico. Incluem as tensões entre materiais de diferentes coeficientes de expansão térmica ou resistências mecânicas. Inclui, ainda, as tensões provocadas pelo inchamento de grampos metálicos que são sujeitos a se oxidar, bem como as migrações de cátions entre pedras de diferente coloração.

A escolha inadequada de materiais como argamassas e produtos de tratamento, também são considerados como fatores de incompatibilidade. Estes fatores conduzem a indicadores como alteração da coloração, manchamentos e rupturas.

- Fatores construtivos ou estruturais:

Englobam todos os fatores derivados do projeto de execução, situação geográfica, desenho, orientação, etc., até os de entalhe e tratamentos. A situação climática vai implicar em condições climáticas onde se encontra o edifício, considerando desde o clima da região até os pontos adjacentes à pedra. A proximidade com o mar, zonas de alta atividade

sísmica e a recepção de ventos com alto conteúdo de pós introduzem fatores ligados à situação geográfica. Também são consideradas as obras de reformas e restaurações inadequadas. Um fator fundamental é a falta de manutenção das edificações.

- Fatores de uso:

Aqui devem ser considerados os fatores antropológicos que às vezes são a causa de danos bastante graves. Cabe mencionar os decorrentes de guerras, incêndios, tráfego de veículos terrestres, tráfego aéreo, excesso de freqüentação turística, etc.

Estes fatores implicam geralmente em indicadores de alteração como rupturas, perda de material, grafitismo, etc.

B - Mecanismos de Alteração

Geralmente os mecanismos de alteração encontram-se relacionados com os fatores de alteração, segundo as propriedades das pedras. O conhecimento dos mecanismos é a parte mais complexa do estudo de alteração da pedra, e sempre deve considerar os numerosos fatores que nela atuam.

B.1 – Abrasão Externa:

São os processos de trocas e perdas de material devido à ação erosiva de componentes climáticos, ambientais e circunstanciais em que se situa um monumento, e que causam sempre uma mudança de textura e uma redução do relevo na superfície da pedra.

É através deste mecanismo de alteração que o impacto sobre o material pétreo é mais visível, quando o patrimônio é exposto a uma visitação pública descontrolada.

B.2 – Mudança de volume da pedra:

Além da condutibilidade térmica das pedras, considera-se também a tensão que a pedra sofre pelo aumento de volume dos elementos metálicos ao se oxidarem, gerando importantes fraturas.

B.3 – Mudança de volume nos capilares e interstícios:

Estes mecanismos são causados por tensões internas que podem superar a resistência do material.

B.4 – Dissolução da pedra e mudança da forma química - rearranjo químico:

Decorrem da presença de água, e de sua qualidade de solvente, atuando diretamente sobre os componentes da pedra ou formando soluções que reagem quimicamente com ela. Os anidridos (sulfuroso e carbônico), o Óxido de nitrogênio e a Amônia provocam ataque ao material pétreo, intermediado pela presença da água.

O Anidrido sulfuroso na forma gasosa (SO_2) é pouco reativo, porém em presença de umidade se oxida a anidrido sulfúrico (SO_3) e, se o sistema poroso da pedra permitir, ataca fortemente o calcário, formando crostas de Sulfato de Cálcio ou gesso. Os ciclos de cristalização levam a diversos graus de descoesão.

O Anidrido carbônico ao se dissolver em água, penetra na pedra e favorece a conversão do carbonato de cálcio da pedra em bicarbonato solúvel. Este composto pode migrar pelo interior dos poros e gerar novas recristalizações, com duas conseqüências: no exterior melhora as propriedades da pedra ao formar uma crosta mais compacta e menos permeável, e no interior produz novas estruturas de volumes diferentes e podem criar tensões e danos.

O óxido de nitrogênio participa de reações fotoquímicas com compostos orgânicos produzindo ácido nítrico, quimicamente mais reativo com a pedra, já o Amoníaco exerce uma atividade catalítica pelo aumento do pH, favorecendo a oxidação do SO_2 e converte-se em ácido nitroso e nítrico pela presença de bactérias.

Os aerossóis ao se depositarem diretamente sobre a pedra causam a formação de substâncias ativas e catalíticas. Os ácidos como o sulfúrico, carbônico, clorídrico e fluorídrico, na forma de aerossóis reagem com o carbonato de cálcio para formar sais solúveis.

B.5 – Atividade biológica:

Os mecanismos de atuação podem classificar-se em dois: um de natureza física que consiste na aparição de rupturas causadas pelo crescimento de vegetação nas juntas e gretas ou no próprio seio das pedras, e o outro tipo que é o químico, causado por ácidos, como os fornecidos pelas bactérias nitrificantes, o fosfórico dos excrementos de pombos e do pH ácido de líquidos como a urina. A atividade biológica vem sempre acompanhada de umidade, que proporciona o meio adequado para outros mecanismos atuarem.

Além da participação acidental ou voluntária do homem na deterioração das pedras, e da ação de outros animais – sobretudo pássaros e insetos – traduzida em desgaste mecânico, e, principalmente, em corrosão química provocada pelo depósito de dejetos, encontramos aqui a intervenção dos microorganismos - vegetações parasitárias e bactérias - na corrosão dos materiais construtivos.

Sob condições propícias de umidade e de luz, constituem-se sob ou na superfície das pedras, colônias de vegetação parasitária de algas, fungos, líquens e musgos, que se nutrem por vezes dos sais e matérias orgânicas que extraem do próprio material a que se fixam. Há casos onde, sob colônias de líquens em cantarias muito antigas, a superfície da pedra se apresenta ainda conservadas. Também está generalizada a idéia de que esteticamente os edifícios antigos se beneficiam da pátina que lhes é conferida pela existência destas vegetações parasitárias.

Mas, por outro lado, é certo que pelo menos alguns líquens - os endolíticos - que se desenvolvem no interior da própria pedra, sob a superfície só podem subsistir e desenvolver-se à custa da desagregação química, provavelmente segregações ácidas que dissolvem a calcita, e mecânica como a expansão dos tecidos gelatinosos de Líquen sob a ação da água. Aliás, o fato de que os líquens têm ação preponderante na decomposição das rochas para a formação dos solos mostra que o efeito destes organismos pode, ao menos em certas circunstâncias não ser inofensivo.

A ação das bactérias na corrosão de cantarias tem sido objeto de controvérsia. Pretende-se com base nos fenômenos averiguados da nitrificação dos solos devida às bactérias, que nas pedras se processam fenômenos análogos, formando-se ácido nítrico por oxidação da amônia obtida da conversão de matéria orgânica azotada presente na pedra ou do azoto do ar por ação de bactérias de diversos tipos.

Atribui-se à intervenção de bactérias um importante papel no ataque químico por sulfatação das pedras. Em resumo: presume-se que os sulfatos da água das chuvas e do solo são reduzidos a sulfuretos e hipossulfitos por bactérias anaeróbicas presentes na base das paredes: estes sais são transportados em dissolução por ascensão capilar incentivada pela evaporação superficial. Junto à superfície da pedra bactérias aeróbicas reconstituem por oxidação os sulfatos. Um argumento de ataque bacteriológico à corrosão das pedras é o de que os ataques não se dão uniformemente em toda a superfície das peças, mas se distribuem descontinuamente e afetam formas que sugerem a putrefação da matéria orgânica.

A heterogeneidade natural da textura das pedras e o esquema de corrosão química juntamente com a presença de bactérias pode explicar por si só a corrosão nas pedras.

C - Indicadores de Alteração

A partir da atuação dos fatores de alteração, se originam os mecanismos que produzem variações nas propriedades das pedras, denominadas de indicadores de alteração.

A apreciação a olho nu destas variações é muito valiosa, apesar de seu caráter subjetivo, pela informação que oferece a cerca do grau de alteração, que não pode ser reconhecida de outra forma; como no caso das alterações cromáticas, eflorescência, crostas, etc.

O estudo dos indicadores de alteração é o primeiro e imprescindível passo em todo o estudo da patologia dos monumentos. A observação dos danos por meio dos indicadores visuais permite uma identificação, mesmo que preliminar do tipo dos danos verificados e da intensidade que este dano atinge degradando o material.

Os danos podem ser agrupados, conforme a intensidade em que atingem o material pétreo em Modificação Superficial, Perda de Matéria com Eliminação, Deformações e Separações de Matéria.

C.1 - Modificação Superficial

É uma alteração superficial que afeta fundamentalmente o aspecto exterior da pedra sem provocar, na maioria dos casos, uma modificação de importância no material subjacente. São substancialmente de três tipos:

1. Alteração cromática: Trata-se de um indicador que se manifesta superficialmente, provocando escurecimento ou clareamento, chegando a alterar a cor original da pedra. É observada pela visualização de manchas, pátina, pintura e do grafitismo.
2. Crosta: O material sofre uma transformação superficial, formando uma camada exterior endurecida, visivelmente distinta de sua zona inferior por suas características morfológicas e sua coloração. Também variam suas características físicas, químicas e mineralógicas. Em estados mais avançados desta alteração podem produzir danos mais graves. Podem ter origem a partir de fenômenos químicos ou biológicos.

3. Depósito: Neste caso a superfície da pedra acumula sujidades e materiais estranhos de natureza diversa. O aparecimento de material de natureza diversa pode ter origem em processos físico-químicos de solubilização de sais por ataque aquoso/ácido e posterior precipitação sob diversas formas como concreções (estalagmites e estalactites), incrustações, eflorescências e sujidades.
4. No que se refere a sujidades é pertinente considerar as observações feitas por Garrido (apud WAHRHAFTIG, 1995) que relaciona os conceitos de Sujidade e Retenção de sujidade. A sujidade depende da composição química e da morfologia das partículas e a retenção da sujidade depende das características do material, como textura, porosidade e regularidade da superfície.

C.2 - Eliminação de matéria

São aqueles indicadores de alteração que supõem uma perda de matéria por parte da pedra.

1. Com formação de cavidades: A formação de cavidades na pedra se deve a ações mecânicas externas, a ações de natureza físico-química ou a ambas simultaneamente.

As ações de natureza mecânicas incluem danos que variam em intensidade incluindo as escoriações (onde há perda de matéria da camada mais superficial por ranhuras), as fissuras (onde se formam rachaduras finas), as rachaduras mais profundas e até a formação de cavidades propriamente ditas.

As ações de natureza físico-química podem levar a formação de cavidades profundas (concavidades de grande tamanho), de alveolização (formação de cavidades profundas interconectadas) e de depressões (pequenas cavidades).

2. Sem formação de cavidades: Pode ser devida a ações mecânicas externas e se manifesta na forma de uma perda de coesão intergranular.

As ações mecânicas são promovidas, geralmente, por agentes atmosféricos e produzem a remoção gradual de matéria por um processo mecânico (Abrasão), sendo considerada ainda a ação química (Erosão química – corrosão).

A perda de coesão se produz por microfissuração dos constituintes ou por perdas de adesão. Conforme a dimensão da matéria desprendida observa-se a desagregação (perda de fragmentos da rocha mãe), a arenização (perda de cristais do tamanho de grãos de areia) e a pulverização (pedra de material sob a forma de pó fino).

C.3 - Deformação

Alteração geralmente produzida na camada externa da pedra, como consequência de uma separação interna. Pode manifestar-se de forma isolada ou aparecer como um conjunto de deformações.

As alterações que são verificadas de modo isolado manifestam-se como inchamentos (levantamento curvo da superfície da pedra) e como amassamentos (deformação plástica).

A observação de deformações seriadas com o formato ondulado caracteriza as deformações conjuntas.

C.4 – Separação

Alteração que implica na separação de partes da própria pedra. É produzida perpendicularmente (Rupturas) ou paralelamente (Disjunções) à superfície da pedra.

As rupturas são consideradas como ações que geram descontinuidades sem que ocorra perda de material. Manifesta-se pela ocorrência de fraturas, fissuras e pelo deslocamento de fragmentos.

As disjunções implicam na separação aberta entre partes da pedra, seguida do desprendimento de lâminas que recebem distintas denominações conforme sua forma e tamanho: lâminas extensas (placas), lâminas delgadas superpostas (esfoliação), lâminas irregulares (descamação) e lâminas muito delgadas (películas).


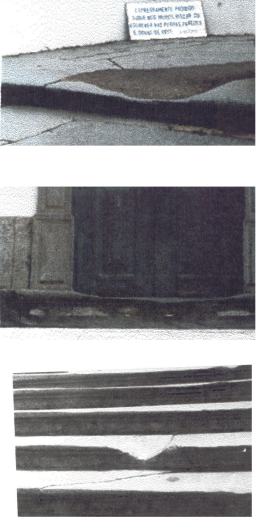

O quadro abaixo apresenta os principais indicadores visuais de alterações do material pétreo, agrupando-os de acordo com suas características comuns e intensidade do dano.




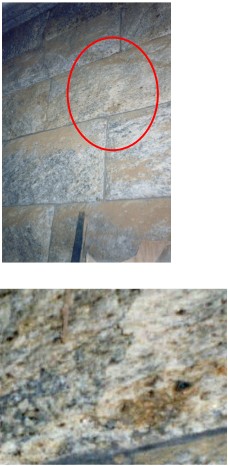

Quadro 09 - Principais indicadores visuais de alterações do material pétreo.


Fonte: Guardiola & Moreno, 2000,p. 21.

INTENSIDADE DO DANO	TIPO DO DANO		INDICADOR VISUAL
MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL	ALTERAÇÃO CROMÁTICA		MANCHAS PÁTINA
	CROSTA		CROSTA INORGÂNICA BIOCROSTA
	DEPÓSITO		PRESENÇA DE MATERIAL ESTRANHO (Sujidades, Tintas e grafitismo) CONCREÇÃO (Estalactites e Estalagmites) INCRUSTAÇÃO EFLORESCÊNCIA
ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA	COM A FORMAÇÃO DE CAVIDADES	MECÂNICA	ESCORIAÇÕES FISSURAS RACHADURAS PROFUNDAS CAVIDADES
		FÍSICO-QUÍMICA	CAVIDADES PROFUNDAS ALVEOLIZAÇÃO DEPRESSÕES
	SEM A FORMAÇÃO DE CAVIDADES	MECÂNICA	ABRASÃO EROSÃO QUÍMICA – Corrosão
		PERDA DE COESÃO	DESAGREGAÇÃO ARENIZAÇÃO PULVERIZAÇÃO
DEFORMAÇÃO	ISOLADA		INCHAMENTO AMASSAMENTO
	CONJUNTA		ONDULAÇÃO
SEPARAÇÃO	RUPTURA		FRATURAS FISSURAS FRAGMENTAÇÃO
	DISJUNÇÃO		PLACAS ESFOLIAÇÃO DESCAMAÇÃO PELÍCULAS

Quadro 10: Exemplos de indicadores visuais de alteração:

Dano e Indicador visual	Figura
<p>Modificação superficial por formação de crosta inorgânica.</p> <p>Palacete Henrique Lage, RJ.</p> <p>Fonte: Ghetti, 2002.</p>	
<p>Deformação isolada, caracterizando um amassamento.</p> <p>Fonte: D`Angelo, 1978.p.70.</p>	
<p>Separação por ruptura, caracterizando uma fratura, por ação de fenômenos vibratórios.</p> <p>Igreja do Carmo, S.J. Del Rei, MG.</p> <p>Fonte: D`Angelo, 1978.p.79.</p>	

Dano e Indicador visual	Figura
<p>Modificação superficial por depósito, caracterizando uma eflorescência.</p> <p>Palacete Henrique Lage, RJ.</p> <p>Fonte: Ghetti, 2002.</p>	
<p>Eliminação de matéria com formação de cavidade, por ação mecânica.</p> <p>Fonte: D`Angelo, 1978.p.79.</p>	
<p>Modificação superficial por alteração cromática, caracterizando um grafitismo.</p> <p>Palacete Henrique Lage, RJ.</p> <p>Fonte: Ghetti, 2002.</p>	
<p>Modificação superficial por alteração cromática e depósito e Separação por disjunção, caracterizando uma descamação (detalhe).</p> <p>Palacete Henrique Lage, RJ.</p> <p>Fonte: Ghetti, 2002.</p>	
<p>Modificação superficial por alteração cromática, caracterizando manchamentos por oxidação.</p> <p>Fonte: Mesones,2003.</p>	

Dano e Indicador visual	Figura
<p>Modificação superficial por alteração cromática, caracterizando manchamentos por oxidação causada pelo uso de grampos metálicos.</p> <p>Fonte: Mesones, 2003.</p>	
<p>Modificação superficial por formação de crosta, caracterizada por biocrosta e pela presença de vegetação.</p> <p>Fonte: Allsopp, 2003.</p>	
<p>Eliminação de matéria por ação físico-química caracterizada por degradação da estrutura (Influência do material – concreto e arenito).</p> <p>Fonte: Allsopp, 2003.</p>	
<p>Modificação superficial por formação de crosta, caracterizada por biocrosta e pela presença de vegetação.</p> <p>Fonte: Allsopp, 2003.</p>	

3. CARACTERIZAÇÃO DA PEDRA E SEUS ESTADOS DE ALTERAÇÃO

Nos dois títulos iniciais do presente capítulo, houve a preocupação em estudar os fatores ambientais no qual a pedra está inserida, bem como pudemos, a partir da compreensão dos possíveis fatores e mecanismos, identificar os indicadores de alteração e degradação.

Resta, entretanto, para se obter uma visão holística do processo, um correto conhecimento da pedra propriamente dita, ou seja, uma correta caracterização da pedra (diagnóstico) bem como de seus estados de alteração.

Existem muitos ensaios que nos permitem caracterizar a pedra e normalmente são classificados em função dos objetivos que querem determinar e assim se classificam em:

caracterização química e físico-química; mineralógico-petrográfica; da compacidade; mecânica; térmica e elétrica e de comportamento frente à água.

3.1 - Caracterização Química

Nos estudos dos componentes químicos é necessário levar em conta que as pedras, tanto em edifícios como nas pedreiras, sofrem alterações pela exposição prolongada ao intemperismo e à ação do homem, podendo surgir importantes variações na composição de seus elementos.

O que ocorre de fato, é a sua degradação por diversos processos de eliminação, bem como a degradação produzida por fontes externas como a contaminação industrial.

A caracterização química da pedra, tanto sã como alterada, implica, em determinar quantitativamente seus componentes fundamentais, para assim poder realizar comparações.

Também é fundamental a determinação qualitativa e quantitativa dos compostos que não ocorrem na pedra sã, ou que se encontravam em outras concentrações tanto os inorgânicos quanto os orgânicos. Nos primeiros se destacam os sais solúveis; nos últimos se incluem os microorganismos e os resíduos de tratamento.

3.2 - Caracterização mineralógica e petrográfica

A descrição petrográfica de uma pedra não trata somente de realizar sua classificação do ponto de vista macroscópico e microscópico, mas também mostra aqueles aspectos que condicionam seu comportamento e suas possíveis alterações como cavidades, fissuras e gretas, que determinam as propriedades ligadas ao movimento da água.

Uma descrição macroscópica do material deve considerar a sua natureza mineralógica, sua estrutura e textura, seu estado de alteração e qualquer observação a este respeito deve ser considerada de interesse, mesmo tendo seu caráter subjetivo.

A descrição microscópica deve considerar dois aspectos fundamentais:

- os próprios constituintes com indicações sobre os grãos, matriz e restos orgânicos;
- e as discontinuidades existentes, considerando os diversos aspectos dos poros e microfaturas.

A determinação da composição química e mineralógica das pedras pode ser conseguida através de vários métodos instrumentais, entre os quais destacamos alguns:

Quadro 11 – Métodos de análise química e mineralógica das pedras.

Fonte: Guardiola & Moreno, 2000.p. 38.

MÉTODO INSTRUMENTAL	INFORMAÇÃO OBTIDA
ESPECTROFOTOMETRIAS (Absorção Atômica, Ultravioleta e Infravermelha) FOTOMETRIA DE CHAMA TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Composição química principal • Composição química de traços • Composição química de sais solúveis • Análises qualitativas de compostos orgânicos
ESTEREOMICROSCOPIA	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição mineralógico-petrográfica • Morfologia das possíveis alterações • Morfologia das alterações • Possíveis produtos das alterações
ESPECTROSCOPIA DE EMISSÃO (Chama e Raios X)	<ul style="list-style-type: none"> • Composição química principal • Composição química de traços • Composição de compostos inorgânicos
ESPECTROMETRIA DE MASSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura molecular cristalográfica • Informações sobre a origem geológica
ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de pedreiras de procedência • Identificação de pigmentos
MICROSCOPIA ÓPTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização mineralógica • Textura • Possíveis traços de alteração • Composição do material • Possíveis fases de neoformação • Tratamentos efetuados
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	<ul style="list-style-type: none"> • Composição química e mineralógica • Procedência da pedra • Aspectos mineralógicos e petrográficos • Identificação de espécies cristalinas • Fases de neoformação • Morfologia microscópica da alteração • Composição química da alteração • Tratamentos efetuados
DIFRAÇÃO DE RAIOS X	<ul style="list-style-type: none"> • Composição elementar • Procedência da pedra • Identificação de fases cristalinas • Indicações sobre o grau de cristalização • Fases de neoformação • Tratamentos efetuados

MÉTODO INSTRUMENTAL	INFORMAÇÃO OBTIDA
ANÁLISE TÉRMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de fases cristalinas • Identificação de substâncias orgânicas • Identificação de substâncias inorgânicas • Investigação de trocas químicas

3.3 - Caracterização da Compacidade

É muito importante conhecer o grau de compacidade dos materiais pétreos, visto que a penetração da água em seu interior desempenha um papel fundamental em sua alteração. Através destes ensaios de compacidade se caracteriza a estrutura porosa da pedra sã e da pedra alterada, podendo assim estimar a extensão de algumas alterações e até, se for o caso fazer o preenchimento de poros por tratamentos de impregnação, e estimar também a eficácia de tratamentos hidrófobos e a durabilidade das pedras.

Neste ensaio são analisadas propriedades como porosidade, porometria, permeabilidade, densidade absoluta e aparente.

3.4 - Caracterização Mecânica

As transformações que a superfície da pedra experimenta, faz com que esta adquira uma constituição e propriedades bem diferentes das da pedra original. Para se caracterizar mecanicamente um material pétreo e avaliar seu estado de alteração é preciso conhecer seu comportamento isolado e seu comportamento como um todo, frente a forças mecânicas externas.

Através das propriedades mecânicas pode-se estimar a extensão de certos tipos de alterações, a eficácia de um tratamento consolidante a profundidade de penetração de um produto impregnante.

As propriedades mecânicas permitem conhecer se as propriedades físicas da pedra são ou não adequadas para as funções a que se destina, segundo sua posição na construção. Obtêm-se, também, informações quanto à durabilidade da pedra, assim como a extensão de certas alterações.

Estas propriedades são definidas por meio de ensaios diretos (resistência à compressão, tração e flexão) e também por meio de ensaios indiretos (velocidade de propagação do som e frequência de ressonância).

A aderência entre materiais de distinta natureza física, como podem ser a crosta alterada e a pedra interior, é também uma propriedade mecânica de interesse para o estudo da conservação do patrimônio construído. Sua determinação também permite estimar a extensão de certas alterações, a resistência à tração e a durabilidade da pedra. Normalmente também é utilizada para estimar a efetividade de um tratamento de consolidação, e, em especial, de sua profundidade de penetração.

Como propriedades mecânicas a serem estudadas, (GUARDIOLA & MORENO, 2000.p.47) destacam: a Dureza superficial; a Resistência global direta; a Resistência global indireta.

3.5 - Caracterização Térmica e Elétrica

A determinação das características térmicas e elétricas é importante em determinadas circunstâncias, visto que alguns danos produzidos nas pedras podem ser atribuídos, com toda certeza a características como a expansão térmica. (ORTEGA apud GUARDIOLA & MORENO, 2000.p.48).

A determinação do gradiente térmico de temperatura no interior das paredes, por exemplo, é um fator que tem influência direta na condensação da água nos edifícios. Finalmente, a medida da condutividade elétrica de um material pétreo permite determinar seu conteúdo de água e indiretamente os sais que se encontram dissolvidos.

Para esta caracterização é determinada a expansão térmica do material pétreo. Também são feitas análises termo-higrométricas e ensaios de condutividade elétrica.

3.6 - Caracterização do Comportamento em presença da Água

A umidade é um dos principais fatores de alteração dos materiais pétreos, por isso se faz necessário determinar e controlar sua presença nas pedras dos edifícios históricos. A umidade pode penetrar nos poros da pedra na forma líquida ou de vapor.

O conteúdo de umidade é determinado pela quantidade de água que o material adquire no seu processo de absorção, e também pela quantidade que pode ser evaporada no seu processo de secagem.

A realização de ensaios permite caracterizar o comportamento da pedra frente à água, estimar sua durabilidade, avaliar a extensão de algumas alterações e avaliar a eficácia de tratamentos hidro-repelentes e da aplicação de impregnantes nos tratamentos de consolidação.

Existem diversos ensaios relacionados com o conteúdo de água e sua variação:

- Métodos diretos de determinação da umidade;
- Métodos indiretos de determinação da umidade;
- Absorção de água por imersão;
- Absorção de água por higroscopicidade;
- Absorção de água por capilaridade.

3.7 - Caracterização do Potencial de Degradação da Pedra:

As técnicas para se determinar o potencial de degradação da pedra se baseiam em ensaios de laboratório de alteração acelerada dos materiais pétreos.

Dada a impossibilidade de reproduzir em laboratório os processos que sofre a pedra em resposta aos agentes de agressão em tempo real, se recorre aos ensaios de alteração acelerada, submetendo o material às mesmas agressões, porém com fatores de intensidade diferentes dos reais. Para Miguel et al. (apud MESONES, 2003) sempre existe a dúvida se uma pedra submetida a uma agressão de qualquer tipo, 100 vezes superior a que sofre em um ano, produzirá os mesmos efeitos que experimentará em 100 anos de agressão.

Entretanto, estes ensaios hoje em dia são normatizados e podem estabelecer a resistência relativa com respeito a outros materiais, e também podem determinar se um mesmo material submetido a um determinado tratamento de proteção apresenta um melhor comportamento que outro.

Desta forma, cruzando a informação ambiental e histórica, com a natureza do material e com a resposta em laboratório às agressões, pode se estabelecer o padrão de degradação da pedra.

Finalmente, uma vez conhecidos e interpretados, os resultados dos ensaios e experiências realizadas, deverão ser analisados conjuntamente as informações colhidas referentes à investigação histórica e ambiental e do entorno mais imediato do bem patrimonial.

Desse modo, pode-se determinar as propriedades e características do material íntegro e as variações do material alterado, estabelecendo com maior segurança e exatidão os fatores de alteração que sofre a pedra na edificação considerando-os conjuntamente.

Pode-se ainda, interpretar os mecanismos de alteração que são produzidos estando assim, em situação de sugerir quais tipos de tratamentos de conservação e restauração mais indicados para a aplicação no patrimônio em pedra.

4. A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO DE OBRAS EM PEDRA

Embora seja aceita a grande durabilidade dos produtos em pedra natural, principalmente dos realizados em rochas ornamentais como o granito e mármore, podem ocorrer modificações no aspecto e na própria estrutura das rochas de que são feitos, muitas vezes, como consequência da alteração do equilíbrio estrutural dos minerais que as compõem, devido à sua adaptação a novas condições do ambiente, induzidas pela ação agressiva de variados processos naturais ou artificiais.

A manutenção da pedra natural frente à ação destes agentes agressivos, inserida nas atividades de conservação e do restauro, faz com que os edifícios e monumentos construídos com esse tipo de material, por vezes de grande valor arquitetônico ou com expressivo valor cultural ou simbólico, possam ter a sua natural tendência para a degradação atenuada e manterem a sua beleza ou reavê-la nos casos em que isso se torne necessário.

Os agentes mais comuns que afetam a durabilidade das rochas são de natureza mecânica, química e biológica, decorrentes tanto de fatores externos (temperatura, umidade, gelo-degelo, pluviosidade, chuvas ácidas, nevoeiro salino na orla costeira, ações mecânicas e químicas de organismos vivos, fogo, etc.) como de fatores internos das rochas (textura, presença de minerais degradados ou facilmente degradáveis, porosidade, microfraturação, tectonização, permeabilidade, capilaridade, higroscopicidade, etc.). O grau de exposição a um ou mais destes agentes é fator determinante.

É precisamente nas cidades e nas zonas industrializadas que a durabilidade das pedras naturais tem sido mais afetada nas últimas décadas, em função das variações na composição dos gases da atmosfera (SO_2 , NO_2 , CO_2 , Cl e F, entre outros), associados a várias condições de umidade, temperatura, ação de aerossóis e aderência de partículas sólidas de natureza orgânica e inorgânica e de organismos vivos.

Do ponto de vista macroscópico, e nos casos mais objetivos, tais ações agressivas se traduzem muito frequentemente pela modificação do aspecto da superfície da pedra pela formação de manchas e/ou de crostas e “filmes” de composição diversa (de gesso, calcita ou halita, caso sejam de tonalidade clara, cinza-escuro quando ricas em C e amareladas ou acastanhadas se devidas ao íon Fe, por exemplo), mas também poderá ocorrer aumento de volume (“inchamento”), fendilhamento, esfoliação, desagregação granular, dissoluções ou outras modificações de grande importância da própria estrutura da rocha.

No conhecimento das rochas, das suas características e dos mecanismos de alteração induzidos pelos agentes que sobre elas atuaram e atuam, será fundamentada a análise correta das situações e a melhor explicação dos comportamentos observados da velocidade com que se desencadearam os processos de degradação e a definição das metodologias de tratamento adequadas.

Para se proceder a restauros respeitando os materiais originais, será, através do conhecimento das características das rochas utilizadas, que se torna possível determinar a sua procedência (caso desconhecida), ou realizar-se a procura de rochas similares quando, por qualquer razão, seja impossível obter rigorosamente o tipo litológico original.

A conservação dos elementos em pedra natural é essencial para a manutenção das suas características técnicas e estéticas ao longo da “vida útil” das obras em que foram aplicadas.

As manutenções com o objetivo tanto de Conservação quanto de Restauração, devem ser encaradas como atividades regulares, com base em inspeções periódicas do seu estado, por exemplo, de 5 em 5 anos.

4.1 – Conservação

As ações de conservação mais utilizadas são a limpeza da pedra, a impermeabilização, a manutenção do brilho (“lustro”), o procedimento de vitrificação e o tratamento protetor anti-grafitagem.

A limpeza da pedra é realizada no sentido de lhe restituir as características estéticas que recomenda o seu emprego e fazer sobressair os pormenores construtivos ou ornamentais que caracterizam cada obra.

A impermeabilização impede a absorção de água e de óleos pela pedra, minimizando a atuação dos agentes degradantes. O produto impermeabilizante deve penetrar os poros sem colmatá-los, e não interferir no aspecto visual do material.

A manutenção do brilho (“lustro”) é feita pelo uso de produtos de polimento, abrasivos que sejam capazes de retirar as sujidades e conferir aspecto renovado.

O procedimento de vitrificação tem finalidade protetora, assim como a impermeabilização, e é recomendado para superfícies de pisos calcários como mármore e aglomerados. Utiliza equipamento industrial capaz de proporcionar a reação termoquímica vitrificante e proporciona maior lustro e durabilidade.

O tratamento protetor anti-grafitagem é realizado visando à proteção contra os ataques de pichações permitindo que essas, caso ocorram, possam ser facilmente removidas, sem a necessidade do uso de produtos muito agressivos, como os decapantes.

Etapas de recomposição podem ser consideradas como processos de conservação do material pétreo, quando há necessidade de reparar pequenas fissuras e repor partes faltantes. São realizados pelo uso de produtos de preenchimento e de colagem à base de resinas tipo poliéster ou epóxi.

Por ser a atividade de conservação mais freqüente, será detalhado, a seguir, os principais processos de limpeza utilizados na manutenção da pedra.

A - Limpeza da Pedra

O processo de limpeza a utilizar deverá levar em consideração as características de cada pedra utilizada e o seu estado de conservação, devem ser objeto de atenta ponderação, principalmente quando se trata de obras de valor histórico em que poderão ser irreparáveis eventuais imprudências.

A limpeza da pedra facilita a observação de eventuais e pequenas fissuras ou gretas e orifícios ou cavidades que reclamem pequenas reparações, tais como o seu preenchimento com resinas ou argamassas adequadas.

Os processos de limpeza da pedra tanto podem ser de natureza tanto física quanto química, destacando-se como mais comuns os seguintes:

- Limpeza com jato de água de baixa ou alta pressão;
- Limpeza a jato de ar com abrasivo;
- Limpeza a jato de água com abrasivo;
- Limpeza utilizando agentes químicos;
- Limpeza com raios laser, além de outras.

A.1 - Limpeza com jato de água de baixa ou alta pressão

O processo de limpeza com jato de água de baixa pressão é especialmente indicado para as pedras mais brandas; e a limpeza com jato de água de alta pressão, é aplicável à maioria dos granitos. A pressão do jato pode variar entre os 5 aos 20 Mpa , conforme as necessidades , implicando consumos de água entre os 5 e os 40 litros / minuto.

Tanto num caso como no outro, a limpeza pode ser completada escovando os elementos em pedra e lavando de novo com água corrente.

A.2 -Limpeza a jato de ar com abrasivo

Trata-se de uma técnica que utiliza a projeção de abrasivo arrasto por ar comprimido (pressão entre 50 a 700 KPa). Os abrasivos utilizados são de diversos tipos, de acordo com a natureza, granulometria e forma das partículas.

Trata-se de uma técnica um pouco “agressiva” do ponto de vista abrasivo, deve ser usada com prudência mesmo nos granitos, é ruidosa e produz grande quantidade de pó silicioso ou silicatado, nocivo para a saúde.

Assinala-se, contudo, a existência de processos recentes em que a mistura ar/pó é reduzida a concentrações muito baixas e é projetada obliquamente contra a superfície a limpar através de microcondutos de 1mm de diâmetro integradas numa cabeça rotativa; a abrasividade será baixa e a eficácia elevada. (CASAL, 2000.p.106).

A.3 -Limpeza a jato de água com abrasivo

Esta técnica é semelhante à anterior, embora seja muito menor a sua nocividade para a saúde pelo fato do abrasivo ser coletado por um jato de água. Os resultados práticos da ação de limpeza são idênticos.

Foram registrados progressos conseguidos na utilização desta técnica nos últimos anos, baseado na utilização de uma vasta gama de produtos abrasivos em quantidades menores que o habitual, exigindo menores pressões de água.

A.4 -Limpeza utilizando agentes químicos

A aplicação de produtos químicos (ácidos ou básicos) na limpeza das pedras poderá dar bons resultados em muitas circunstâncias, mas deve ser aplicada com toda a precaução, principalmente realizando ensaios prévios para se evitar qualquer de efeito desagradável irreversível, incluindo a formação de eflorescência ou de manchas ferruginosas.

Deverá ser levado em conta que os produtos químicos de limpeza podem acelerar os mecanismos de alteração das pedras, tendo em vista a susceptibilidade de alguns dos minerais seus constituintes (feldspatos, micas, calcita, etc.) a esses agentes, ou que é comum, alguns deles poderem já apresentar sinais de meteorização e, por isso, serem ainda vulneráveis.

O seu emprego deve ser feito com observação escrupulosa do procedimento de aplicação preconizado para cada produto (com controles do pH, da duração do tempo de aplicação, lavagens adequadas das superfícies tratadas, etc).

A.5 -Limpeza com raios laser

Trata-se de um processo recente que já ultrapassou a sua fase experimental. É útil pela sua particular aptidão para limpezas de pormenor das partes esculpidas dos monumentos e obras escultóricas.

O raio laser emitido é absorvido pela sujidade e provoca microressonância da superfície da pedra, fazendo com que se destaquem as películas ou incrustações nocivas. Respeita a integridade da pedra e facilita as melhores condições de operação e de salubridade.

A.6 -Outros procedimentos de limpeza

Existe uma grande variedade de outras técnicas de limpeza. Apenas será feita referência a certos métodos mecânicos cuja ação consiste em desbastar a película superficial da pedra por ação de escovas, ponteiros, esmeris, discos abrasivos, etc. Estes métodos foram, no passado, responsáveis por graves danos nas obras em que foram aplicados e justificar-se-ão, apenas, para limpar superfícies lisas bastante degradadas e, ocasionalmente, para a eliminação de manchas não removíveis por outros processos.

Finalmente, será dito, que o método de limpeza mais adequado não deve, em nenhum caso, provocar desgaste desnecessário da pedra ou outros danos (deixar manchas ou gerar eflorescências) nem ser causa ou indutor do agravamento do ritmo de deterioração normal.

Muitas vezes, pode ser justificada a utilização de hidrofugantes após a limpeza, a fim de se impermeabilizar a superfície da pedra, diminuindo-se a facilidade de aderência de partículas e de organismos. Como prevenção, é também aconselhável, em determinadas circunstâncias, o emprego de selantes, repelentes ou ceras que não afetem as características do granito, protejam as superfícies contra manchas (de gordura, por exemplo) e facilitem a limpeza, ajudando à conservação do aspecto pretendido.

4.2 - Restauro

A pedra foi um dos primeiros materiais utilizados como material de construção por satisfazer as necessidades do homem primitivo, além de estimular a sua capacidade artística desde o início da civilização.

Obeliscos, pirâmides, esculturas, pinturas rupestres e monumentos foram construídos em pedra por culturas ancestrais que demonstraram uma habilidade espantosa no trabalho da pedra e nas técnicas do seu transporte. No entanto, estes registros da criatividade humana estão desaparecendo devagar, silenciosamente, mas inexoravelmente a uma taxa crescente (FERREIRA PINTO, 1994.p.16).

Desde a Antiguidade o desenvolvimento de ações de manutenção do patrimônio histórico e artístico vem acontecendo com o objetivo de proteger a pedra, utilizada em esculturas e elementos decorativos de monumentos, da sua inevitável deterioração.

No entanto, segundo FERREIRA PINTO (1994.p.16) os registros das ações de conservação são escassos neste período, e as suas referências surgem muito dispersas na literatura.

Comenta também, que na Antiguidade a prática da substituição e reintegração de partes deterioradas ou destruídas foi relativamente comum, particularmente no que diz respeito a elementos sem qualquer relevância estética, embora também tenha sido verificada a substituição de partes de esculturas de grande valor.

No passado, o restauro tinha como objetivo, a reconstrução e a reutilização de um objeto e produziu, muitas vezes, alterações drásticas nos objetos restaurados. Assim, para o restauro de objetos de autoria de artistas famosos, outros artistas famosos eram designados.

Este conceito levava à prática de se re-esculpir e manteve-se durante todo o período da Renascença, como resultado da prática da descoberta e reconstrução de esculturas arqueológicas deterioradas. De acordo com as tendências dessa época, um grande número de estátuas foi assim modificado.

A ligação dos novos elementos aos originais era geralmente feita por um pedaço de aço, sendo as juntas habitualmente preenchidas por misturas baseadas em resinas naturais e óleos, reforçados com pó de pedra, ou misturas à base de gesso (FERREIRA PINTO, 1991.p.17).

Além da substituição dos elementos deteriorados ou destruídos, já se praticava a proteção da pedra contra os agentes atmosféricos, recorrendo-se à aplicação de óleos e resinas naturais individualmente ou sob a forma de misturas.

Segundo FERREIRA PINTO (1991.p.17), são encontrados registros em fontes clássicas e modernas, da utilização de materiais orgânicos em esculturas pelos próprios escultores, sendo que os objetivos da sua aplicação não estão bem definidos, se, para a proteção do objeto, como recurso estético ou com ambas as finalidades. Cita ainda como

exemplo, que pelo menos até o século XIX existia uma tradição de manutenção que envolvia a aplicação de ceras de abelha nas superfícies esculpidas visando a torná-las hidrorrepelentes.

Os processos periódicos de limpeza eram realizados particularmente nas ocasiões festivas, com o objetivo da manutenção e da recuperação e podem ser encarados como processos de conservação, na medida em que realizavam a remoção de depósitos de produtos resultantes da alteração da superfície da pedra, diminuindo assim os seus efeitos.

No entanto, foi no século XIX, com o advento da Revolução Industrial e com o desenvolvimento da indústria química, que o interesse na conservação da pedra, como ofício especializado, teve seu surgimento ainda que de modo lento e a título experimental.

A Revolução Industrial foi responsável por uma aceleração na deterioração e sujidade dos monumentos, devido à grande quantidade de substâncias poluentes, provenientes da queima de combustíveis fósseis nas numerosas fábricas.

O desenvolvimento da indústria química trouxe em 1855 a publicação da primeira patente relacionada com a consolidação da pedra e com os processos especializados para a sua conservação quando aplicada com funções estruturais e ornamentais.

Na segunda metade do século XIX, verifica-se um novo impulso no restauro e conservação dos monumentos bem como o início de um intenso debate entre os seguidores do movimento que entendia o restauro como sendo substituição, renovação e embelezamento dos monumentos, como Viollet Le Duc principal teórico da arquitetura francesa, e os seguidores de Ruskin e membros da S.P.A.B. (Society for the Preservation of Ancient Buildings), fundada em 1877 na Inglaterra, os quais entendiam a conservação como sendo uma ação de preservação dos monumentos e insistiam na necessidade de se conservar o projeto autêntico, ou seja, acreditavam que mesmo as ruínas de um monumento guardam seu valor histórico.

Após numerosos debates, finalmente conseguiu-se agrupar, pela primeira vez, conceitos e critérios de restauro na Carta de Atenas, de 1931.

Como resultado da Segunda Grande Guerra foi amadurecida a consciência na restauração que contou com o desenvolvimento de uma teoria ampla e abrangente de fundamental importância definida como Restauro Crítico de Césare Brandi.

Com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e da tecnologia, no século XIX verifica-se um crescimento gradual, que teve prosseguimento no início do século XX, do número de trabalhos sobre a conservação da pedra, uma vez que até então, os problemas

da deterioração da pedra exposta tinham se manifestado demasiadamente complexos para os estudos já realizados.

Nas primeiras décadas do século XX, estudiosos como F.Rathgen, N.Hcaton e A.R Warnes estudaram em profundidade as causas da deterioração da pedra e estabeleceram novos tratamentos. Contudo, foi no início dos anos trinta que os estudos realizados por A.Kieslinger, em Viena, e R.J.Shaffer, em Londres, conduziram a resultados concretos na área da conservação da pedra e à difusão de idéias, com o aumento considerável de publicações específicas sobre o assunto. (FERREIRA PINTO, 1991.p.18).

Após a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de reconstrução das cidades destruídas foi acompanhada por um incremento das intervenções sobre monumentos em pedra, no sentido de proceder suas limpezas e consolidações.

Com respeito aos tratamentos de consolidação, o surgimento dos derivados orgânicos de sílica, os silicatos alcalinos e os fluorossilicatos, originou um aumento não só dos tipos de produtos normalmente aplicados, mas também no número de intervenções realizadas, pois pensava-se que devido à sua capacidade de hidrólise com precipitação de sílica, eles possuíam ação de consolidação e, conseqüentemente, contribuíam para melhorar as características da pedra.

Juntamente com a experiência que utilizavam os derivados da sílica foram efetuadas outras que recorriam a outros produtos, principalmente os hidróxidos de bário ou de cálcio e misturas de produtos orgânicos como, por exemplo, parafina e betume. Muitos produtos foram utilizados, demonstrando a importância que era então atribuída ao tratamento da pedra.

O progresso da indústria petroquímica mostrou que muitos outros produtos podiam ser usados no sentido de bloquear a deterioração dos monumentos, aspecto que se tornava cada vez mais dramático, em conseqüência da crescente poluição atmosférica que acompanhava o desenvolvimento industrial.

Enquanto que a utilização de produtos inorgânicos, especialmente os fluorossilicatos, continuava e se tornava mais divulgada, a descoberta e rápida difusão dos plásticos, no fim dos anos quarenta, foi inicialmente recebida com grande entusiasmo na área de conservação da pedra. Quando foram efetuadas as primeiras tentativas muitas vezes sem um conhecimento adequado do produto e da pedra a tratar, estas se manifestaram contraproducentes e o entusiasmo inicial transformou-se, por vezes, em grande resistência à sua utilização.

Na década de sessenta os modernos princípios éticos da conservação atingem um estatuto de organização no Encontro Internacional para a Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios tendo sido agrupados no documento de referência obrigatória que é a Carta de Veneza, em 1964.

O aprofundamento do conhecimento dos mecanismos de alteração da pedra permitiu um melhor entendimento das necessidades de conservação e da aplicabilidade dos diversos tipos de tratamentos. Na Itália, no final dos anos sessenta, verificou-se um interesse crescente na conservação da pedra com a realização da primeira conferência sobre o assunto, que teve lugar em Bologna, no ano de 1969.

A investigação acontece de maneira crescente e contínua até os dias de hoje no sentido de se obter procedimentos científicos no tratamento de conservação da pedra tornando cada vez mais intensa a colaboração de diversos países, proporcionando à criação de comissões internacionais (por exemplo, que trabalham com o apoio da UNESCO e da RILEM), assim como a realização de inúmeras conferências e encontros especialmente dedicados a este tema.

A compreensão da necessidade do desenvolvimento de um diagnóstico específico com base no entendimento claro da interação física e química da pedra com o ar, a água e uma variedade de outras substâncias distingue o conservador moderno do restaurador especializado.

A – Tratamento de Pedras em bens do Patrimônio Histórico

Neste trabalho, será adotado o embasamento teórico e prático desenvolvido no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) de Lisboa, Portugal, e, em especial na literatura produzida por Castro (2001).

Os tratamentos realizados na pedra devem ser embasados em estudos multidisciplinares prévios de diagnóstico da situação que indiquem as melhores metodologias a serem executadas.

O “Grupo de Trabalho de Tratamentos da Pedra” (ligado ao ICOM, ao ICOMOS e ao ICCROM) propôs em 1971, na Reunião de Bolonha, a classificação dos tratamentos em três grupos:

- Limpeza
- Consolidação e
- Proteção.

Esta divisão não corresponde apenas a um propósito acadêmico de sistematização, mas, sobretudo, evidencia uma seqüência de operações que satisfazem a requisitos diferentes.

A.1 – Limpeza

A limpeza se destina, além de sua natural finalidade estética, a eliminar tudo que seja prejudicial à pedra como os sais solúveis, as incrustações, os microorganismos, a vegetação parasita, os excrementos de aves, poeiras e partículas de poluição atmosférica.

A limpeza da pedra em monumentos históricos deve ser encarada com grande prudência, porque os processos comumente usados em edifícios podem ter sérios inconvenientes quando se trata de pedras alteradas ou de esculturas e detalhes finos que podem ser danificados com facilidade.

Segundo Castro (2000), há, portanto, métodos não aconselháveis e outros aconselháveis para a limpeza de monumentos.

A.1.1 - Métodos Não Aconselháveis para limpeza de monumentos

Como exemplo de métodos usuais de limpeza que podem causar prejuízos e são, por isso, de um modo geral, desaconselhados, podem citar-se os seguintes:

- *Limpeza com ácidos* - Pode erodir a superfície da pedra e dar lugar à formação de sais solúveis. Os ácidos clorídrico, sulfúrico e nítrico são os mais perigosos. O ácido fluorídrico e o bifluoreto de amônio são menos perigosos para a pedra (pois os sais formados têm menor solubilidade), mas são muito perigosos para os trabalhadores.
- *Limpeza com álcalis* (soda e potassa cáusticas, $\text{pH} > 10$) – pode ocasionar sais solúveis.
- *Jato de partículas abrasivas* (a seco ou com água) – quando a seco as partículas são lançadas sob pressão sobre a superfície a limpar podendo ocasionar desgaste e pedras de material indesejáveis, o que torna o método contra-indicado, sobretudo se a pedra for branda ou alterada e existirem ornamentos finos.

O jato de *partículas abrasivas com água* tem os mesmos inconvenientes acima descritos e a água sob pressão provoca a sua penetração excessiva, principalmente se a pedra é porosa ou muito deteriorada e com juntas em mau estado. Esse método pode também contribuir para acelerar posteriormente a

deterioração porque produz frequentemente uma superfície muito irregular e com fissuras.

- Limpeza por jatos de água ou vapor sob pressão: Este procedimento pode resultar na penetração de grande quantidade de água no interior da pedra, principalmente se as juntas estiverem em mau estado. Em pedras muito deterioradas a pressão da água pode ocasionar desprendimentos e perdas de fragmentos de material.
- Limpeza com ferramentas mecânicas (tais como escovas rotativas, discos, cinzéis, escovas metálicas, etc.): Conduz em geral à modificação do acabamento da superfície e produz desgaste.
- Limpeza por chama (de maçarico ou incendiando um combustível líquido sobre a superfície da pedra) – As crostas de sujidade estalam e são facilmente destacadas. Isto ocorre pelo forte gradiente térmico e pela diferença de coeficiente de dilatação entre a pedra e a crosta. A pedra adjacente pode ser danificada e o processo é perigoso e não aconselhável.

A.1.2 - Métodos Aconselháveis para limpeza de monumentos:

Como exemplos de métodos mais utilizados podem ser citados:

- pulverização da água;
- pastas de argilas absorventes;
- pastas gelatinosas dissolventes;
- microjato de precisão de partículas abrasivas.
- limpeza de “graffiti”.

Além destes métodos existem outros como a Limpeza por Laser e a Limpeza por Ultra-Sons, apresentando resultados muito promissores, mas com um custo muito alto.

Outro método que é muito interessante considerar é a limpeza por aplicação de **pasta biológica**, por sua ação suave e pela ausência de conseqüências nocivas. Consiste em uma base de uréia, glicerol, água e sepiolita (ou atalpigita) e a duração de aplicação é de 1 mês.

Alguns métodos aconselháveis para a limpeza dos monumentos exigem delicadeza de atuação, são mais demorados e necessitam de pessoal especializado, o que os torna mais caros do que os métodos comerciais de limpeza.

Há casos em que a superfície a limpar se encontra de tal forma deteriorada e frágil que é necessário recorrer a técnicas especiais como, por exemplo, fazer uma consolidação prévia e em seguida proceder à limpeza pela técnica das pastas ou de micro-jato de partículas abrasivas, como aconselha Castro (2001.p.11).

Existem também casos especiais em que os depósitos de sujidades são de tal forma duros e espessos, que a sua remoção não é facilmente conseguida por nenhum dos métodos recomendados.

a – Limpeza por pulverização de água

É um método que com frequência se revela eficaz quando se trata de limpar depósitos ou crostas negras ligadas por sais solúveis.

A água deve ser pulverizada sobre a superfície apenas em quantidade suficiente para conservar úmidos os depósitos de sujidade da pedra. Maiores quantidades de água não aumentam a eficácia e podem ter inconvenientes para o público e para o edifício.

Nos pulverizadores a água deve sair finamente pulverizada, e estes não devem ser apontados diretamente para a superfície a limpar para não produzirem desgastes localizados: as gotículas devem cair sobre a pedra e não serem projetadas sobre ela.

A limpeza deve começar da parte superior para que a água ao escorrer pela superfície vá dissolvendo a sujidade localizada mais abaixo.

O tempo de duração da pulverização é variável (podendo ir de alguns minutos a várias horas ou mesmo dias), o procedimento pode ser repetido várias vezes e deve ser previamente ensaiado. (CASTRO, 2001.p.12).

Na remoção da sujidade amolecida pela água pode ser conveniente utilizar escovas ou brochas macias para não danificar a pedra. Nunca deverão ser usadas ferramentas metálicas susceptíveis à produzir manchas de ferrugem.

b- Limpeza com pastas de argilas absorventes

As argilas que produzem melhores resultados são a atapulgite e a sepiolite, que, quimicamente são polisilicatos de alumínio e magnésio com uma superfície específica muito grande.

Para a limpeza prepara-se um pasta de atapulgita (ou sepiolita) e água destilada (ou deionizada) dosadas de modo a se obter uma lama muito densa que se aplica em camada

espessa (2 a 3 cm) sobre a superfície a limpar. A aplicação pode ser feita com uma espátula de madeira ou de plástico (não usar ferramentas metálicas) ou até mesmo à mão, pois o material é inofensivo.

Deixa-se secar naturalmente(24 ou 48 horas) ou, se for necessário um maior tempo de atuação, recobre-se com folhas de polietileno. À medida que a água se evapora a pasta retrai e forma-se uma rede de fendas, característica esta que permite a pasta ser facilmente retirada com a ajuda das espátulas e de escovas macias. A poeira que fica aderente é facilmente eliminada com esponja, escova ou pincel macios molhados em água destilada.

Deve-se repetir a aplicação da pasta até que a superfície apresente o grau de limpeza desejado. A última lavagem com água destilada deverá ser prolongada até que o pH da água de lavagem seja o mesmo de antes da sua utilização, o que pode ser controlado por meio do uso de papel indicador de pH.

Pode haver casos de crostas de sujidade muito duras ou espessas em que este procedimento não seja satisfatório, sendo necessário conservar a pasta de argila úmida sobre a superfície a limpar durante um longo período (por vezes de 40 a 60 dias).

O tratamento com pastas de argila pode ocasionar o desenvolvimento de bactérias e algas verdes sobre a superfície e é por isso necessário, após a limpeza, proceder à sua desinfecção por meio do uso de uma solução de amônio quaternário.

É um método que tem o custo baixo, mas tem o inconveniente de ser um processo lento e pouco controlável.

c- Limpeza com pastas gelatinosas dissolventes

Estas pastas são constituídas por soluções fracamente básicas às quais se adiciona um produto destinado a torná-las gelatinosas de modo a facilitar a sua aplicação sobre uma superfície vertical e a permitir que a solução se mantenha em contato com elas sem penetrar profundamente.

O pH destas pastas deve estar compreendido entre 7 e 9 para que não tenha uma ação demasiado agressiva.

A sua aplicação é feita em camada espessa e o tempo de atuação deve ser experimentado em cada caso, observando a superfície, o que é facilitado pelo fato destas pastas serem relativamente transparentes. Em casos em que se deva deixar a pasta atuar longamente, deve-se cobrir com folhas de polietileno para evitar a evaporação.

Terminado o tempo de atuação, retira-se a pasta e lava-se a superfície com água (de preferência destilada ou deionizada) e com a ajuda de escovas ou pincéis macios, até que a superfície esteja totalmente isenta de pasta e que o pH da água de lavagem antes e depois da utilização na lavagem seja o mesmo (normalmente 6, quando se trata de água destilada). A verificação é feita com papel indicador de pH.

Podem ser necessárias várias aplicações, o que deve ser controlado em cada caso, de modo a se obter uma superfície uniformemente limpa e sem que perca o seu caráter naturalmente envelhecido.

A seguir são indicados alguns exemplos de formulações de Pastas gelatinosas: (CASTRO, 2001.p.16-17).

- Pasta gelatinosa AB 57 - P. e L. Mora

Composição:

Bicarbonato de amônio	30 g
Bicarbonato de sódio	50 g
EDTA sal dissódico	25 g
Desogen a 10% (Ciba-Geigy) ou	
Cetrimida	10 cm ³
Carboximetilcelulose	60 g
Água	1000 cm ³

O pH desta pasta deve ser de cerca de 7,5.

O tempo de atuação necessário varia de trinta a mais de cem minutos, conforme a espessura e a natureza das crostas a eliminar. Pode ser necessário repetir a aplicação.

O tempo de atuação, o número de aplicações da pasta e os diversos pormenores deste tratamento devem, entretanto, ser estudados pelo técnico responsável pela limpeza.

- Pasta gelatinosa de P. e L. Mora modificada.

Composição:

Bicarbonato de amônio	150 g
Bicarbonato de sódio	250 g
Hidróxido de amônio	50 g

EDTA sal dissódico	125 g
Cetrimida	200 cm ³
Trietanolamina	200 cm ³
Carboximetilcelulose	300 g
Água	quantidade suficiente para se obter a consistência desejada.

O pH deve estar entre 8 a 9.

A composição desta pasta foi baseada na pasta de P. e L. Mora, mas com algumas modificações: aumento da quantidade de Cetrimida e adição de hidróxido de amônio e de trietanolamina para a dissolução dos compostos gordos oxidados.

No caso de pedras muito porosas em que a remoção da pasta é mais difícil, pode-se modificar a técnica de aplicação e remoção, aplicando sobre a superfície a limpar folhas de papel absorvente umedecidos com água, antes da colocação da pasta. No final, para removê-la, retira-se todo o conjunto sem que fiquem resíduos de pasta sobre a superfície, o que facilita o trabalho.

Recorda-se, entretanto, como já dito anteriormente, que as particularidades de cada tratamento têm que ser estudadas e testadas pelo técnico responsável pelos trabalhos.

d- Limpeza por micro-jato de precisão de partículas abrasivas

Este método é atualmente considerado como um dos mais adequados para a eliminar crostas duras (que resistem a outros métodos de limpeza) sem danificar os detalhes escultóricos ou modificar as características da superfície da pedra, quando devidamente aplicado e manuseado por especialistas.

Consiste na projeção, por meio de um aparelho especial, de um jato muito fino de partículas abrasivas cujo tipo, dimensões e força de projeção sobre a superfície a limpar são graduados de acordo com o caso em questão.

Este tipo de limpeza às vezes é utilizado como complemento de outros métodos de limpeza. Os granulados mais usados são o óxido de alumínio com dimensões de 10 a 27 µm e um granulado de vidro de 50 µm, para depósitos mais duros.

e - Limpeza de pichações (“graffiti”)

Um problema especial de limpeza é o caso das inscrições pintadas nos monumentos, com fins de propaganda política e outros, freqüentemente designadas de “graffiti”. Este problema está presente em muitos países, atingindo grandes proporções e, por isso, merece uma referência em especial.

A remoção de tinta de superfície de pedra rugosa e porosa, como é, por exemplo, o caso dos calcários, é em geral difícil e cara e necessita de perícia e cautela quando se trata de monumentos, esculturas ou pedras de valor artístico.

É conveniente proceder à limpeza tão depressa quanto possível, pois as tintas secas, curadas quimicamente, são mais difíceis de remover.

Na Inglaterra algumas cidades possuem brigadas móveis convenientemente equipadas para a limpeza imediata.

As tintas usadas nos “graffiti” (desde tintas de lata, “spray”, canetas de feltro, esferográficas, etc) têm fórmulas variadas e a dificuldade da sua eliminação depende destas e das características da superfície onde se encontram aplicadas.

A “Building Research Station” aconselha, por isso, uma série de solventes de ensaio para os casos mais complicados (White spirit, ligroína, nafta, xileno, álcoois etílico e isopropílico, acetona, metiletilcetona e metilisobutilcetona, cloreto de metileno e tricloroetileno com “cellosolve”, “cellosolve” acetato).

O “Directorate of Building Development” publicou uma série de recomendações sobre processos de limpeza de inscrições de tinta em função da natureza desta e da superfície em que se encontra aplicada. Esses processos são enunciados por ordem crescente de severidade e é recomendado começar pelos mais suaves (inclusive uma lavagem com água e detergente).(CASTRO, 2001.p.19).

Para a alvenaria porosa (como é o caso de muitos calcários) e das tintas aerosol (spray) ou canetas de feltro, aconselha-se o emprego de ”White spirit”, xileno, diluentes celulósicos, cloreto de metileno, ou solventes patenteados existentes no comércio e, se necessário, forte escovação.

Existem comercializados produtos decapantes de tintas patenteados cujos resultados são, em geral, satisfatórios. Contêm solventes orgânicos (entre os quais figura normalmente o cloreto de metileno), agentes emulsionantes e espessantes que facilitam a sua aplicação, pois necessitam de estar em contato com a superfície a ser limpa durante algum tempo, que poderá se estender até 15 minutos. Raspa-se em seguida a camada de produto e lava-se com água.

Freqüentemente é necessário utilizar esfregões ou escovas para ajudar a limpeza, pois em geral as tintas coloridas dissolvidas deixam resíduos de pigmentos nos poros da pedra ocasionando manchas. Pode ser necessário fazer mais de uma aplicação.

Segundo Castro (2001,p.20) foram ensaiados no LNEC alguns produtos decapantes como: Nitromors, Tak, decapante lavável Robbiallac, decapante das indústrias químicas Reunidas, Diversey Powerstrip. A eficácia e rapidez de atuação destes, embora variáveis com a natureza da tinta a limpar, foram, de um modo geral, satisfatórias.

Deve ser observado que a limpeza localizada da tinta aclara a pedra, se esta se encontra suja ou escurecida pelo tempo, podendo produzir o aspecto de um remendo. Isto, em geral, desaparece ao fim de algum tempo, mas o assunto presta-se a opiniões subjetivas e casos há em que, para evitar este inconveniente se tem sujado a superfície recém limpa com misturas várias como fuligem, areia, pasta de pedra moída, para se assemelhar ao conjunto restante.

Também, em casos complicados, em que subsistem resíduos de pigmentos de tinta nos poros das pedras, têm sido aplicadas pastas dissolventes com “filler” (carbonato de cálcio moído, diatomito poroso, etc) para absorver esses resíduos.

A limpeza por jato de partículas abrasivas (com ou sem água) é um método que tem sido usado, por ser rápido e eficaz, sobretudo quando há grandes extensões a limpar, mas, como anteriormente foi dito, provoca erosão da superfície e modifica o seu acabamento, o que não é aceitável em pedras de valor histórico ou artístico.

A.2 – Consolidação

Consiste em reintegrar as propriedades mecânicas da pedra que se encontra deteriorada por ter perdido a coesão entre os grãos que a compõe e impedir que desagregue em pó superficialmente ou até em profundidades variáveis pelo envelhecimento e pela ação dos fatores de deterioração. Às vezes também, a existência de planos mais frágeis leva a que se destaquem fragmentos, ou lascas de pequenas ou grandes dimensões. O aparecimento de fissuras de extensão e abertura variáveis é outra consequência do envelhecimento e deterioração das pedras.

Neste processo é preciso considerar o conceito de reversibilidade quando se for eleger o método de consolidação.

Todos estes fenômenos levam à alteração da superfície e à perda de material, muitas vezes em quantidade tão significativa que desaparecem total ou parcialmente

relevos e esculturas. A consolidação destina-se então a restabelecer a coesão quando a pedra a perdeu em tal grau que está em perigo de desagregar-se.

Os métodos atualmente empregados resultam quer de contínuos melhoramentos de técnicas usadas no passado, quer do aparecimento constante de novos produtos consolidantes, sobretudo, no domínio da química orgânica.

Há cerca de 150 anos começaram a fazer impregnações de pedras com silicatos de sódio, com o objetivo não só de melhorar a coesão, mas também de protegê-las dos ataques do meio ambiente.

Na maior parte dos casos o produto consolidante não é capaz de preencher fraturas e fissuras de maiores proporções que devem ser reparadas por outros processos. O mesmo pode ser dito de fragmentos ou lascas de maiores dimensões que necessitam de colagem. A não observância destes requisitos pode conduzir ao insucesso um tratamento de consolidação.

Serão feitas a seguir algumas considerações quanto aos procedimentos de impregnação utilizados na etapa de consolidação, serão estudados os consolidantes, quanto aos critérios de sua escolha e seus principais tipos e será, ainda, abordado o procedimento de preenchimento de fissuras e fixação de fragmentos destacados.

A.2.1 – Impregnação

Uma condição normalmente reconhecida como essencial para obter uma consolidação eficaz é que a profundidade de penetração do produto consolidante (normalmente um líquido) seja suficientemente grande para atingir a pedra sã, o que muitas vezes é difícil, senão impossível de conseguir.

Segundo Castro (2001.p.24), a profundidade de impregnação depende essencialmente da porometria da pedra, do tipo de produto consolidante e do método da aplicação.

Comenta ainda que, com pedras originalmente pouco porosas e em que só uma camada superficial de poucos milímetros de profundidade está afetada, a penetração apenas necessita de fazer-se através desta camada pouco espessa para atingir a pedra sã. Mas, freqüentemente, com pedras muito porosas, podem ter sido alterados vários centímetros de espessura e é necessário, neste caso, que a penetração seja muito mais profunda.

Várias técnicas mais simples ou menos engenhosas têm sido utilizadas, desde a simples aplicação a pincel repetida um número suficiente de vezes até que a pedra recuse absorver mais produto. A pulverização conduz normalmente a uma penetração menor.

Quando se trata de objetos isolados que podem ser transportados e tratados em laboratório é geralmente mais fácil conseguir uma boa penetração imergindo o objeto num produto consolidante adequado. Essa penetração pode ser melhorada utilizando um recipiente próprio no qual se faz o vácuo para extrair o ar dos poros do objeto a consolidar, introduzindo-se em seguida o produto consolidante que assim penetra mais facilmente.

Muitas vezes as pedras a consolidar encontram-se ligadas à estrutura de edifício e não podem ser destacadas para tratamento em laboratório. Pode então ser necessário, para se obter uma penetração em profundidade, recorrer a técnicas que permitam que o produto consolidante fique mais tempo em contato com a superfície da pedra.

Um exemplo dessas técnicas consiste em revestir a superfície com folhas de papel por leve colagem. O papel é mantido constantemente embebido no produto consolidante, mergulhando a sua parte superior num recipiente contendo o produto e recebendo o excesso num outro recipiente colocado no fundo. Evita-se a evaporação recobrimdo a superfície revestida com folhas de plástico. Consegue-se assim manter a superfície continuamente em contato com o consolidante durante horas (às vezes durante dias) e evitar a evaporação até que a profundidade de penetração seja considerada suficiente.

Também pode ser utilizado o vácuo em certos casos, mesmo em grandes objetos ou porções de alvenaria no exterior, recobrimdo a pedra a impregnar com folha de plástico (ou de borracha) e fazendo vácuo por meio de uma válvula colocada através da folha. Em seguida introduz-se o consolidante que é, assim, mais eficazmente absorvido. Esta técnica tem sido aperfeiçoada recobrimdo-se o objeto com flanela de algodão e látex de borracha, de modo a se conseguir melhores resultados.

A utilização de raios gama para a polimerização de monômeros no interior da pedra a consolidar é outra técnica em estudo em laboratório. (CASTRO, 2001.p.19).

A.2.2 - Consolidantes

Segundo Castro (2001.p.26), na escolha de um consolidante, além de sua eficácia e durabilidade, há que se ter atenção a vários pontos:

- O consolidante deve penetrar o mais possível em profundidade, ser absorvido uniformemente e conseguir alcançar a pedra não alterada.
- Caso se trate de um “produto hidrorrepelente” deve deixar respirar a pedra, isto é, não a tornar completamente impermeável, de modo a permitir a evaporação da água que possa ter penetrado na pedra por um processo qualquer.

- O coeficiente de dilatação do produto deve ser tanto quanto possível vizinho do da pedra, para que não se produzam tensões que possam originar fissuras ou fraturas.
- O aspecto exterior da pedra não deve alterar-se após a aplicação nem com o passar do tempo. Não devem ser produzidos fenômenos cromáticos de escurecimento ou embranquecimento, manchas, brilho, amarelecimento pelo efeito da luz, etc.

São, portanto, necessários estudos prévios em laboratório para que, além da eficácia e durabilidade do consolidante, se determine, no caso em questão, o seu comportamento em face dos requisitos apontados.

Tipos de Consolidantes

Serão considerados especialmente os seguintes tipos: consolidantes inorgânicos, consolidantes orgânicos e os consolidantes temporários.

A - Consolidantes inorgânicos

São produtos que contém em solução, substâncias que precipitam no interior dos poros da pedra em que são aplicados, formando compostos inorgânicos insolúveis que estabelecem ligações entre os grãos da pedra, aumentando a coesão.

Entre os compostos formados podem ser citados a sílica hidratada, os carbonatos de cálcio ou de bário, e a alumina. São exemplos deste tipo de consolidantes os seguintes:

- Soluções de hidróxido de cálcio ou de bário: por reação com o anidrido carbônico do ar se precipitam como carbonatos de cálcio ou de bário. A reação à superfície da pedra pode, eventualmente, bloquear o acesso da solução em profundidade. Mesmo quando esta penetração se dá, há menor possibilidade de reação com o anidrido carbônico do ar. Este tipo de consolidante pode dar origem a eflorescências.
- Soluções de silicato de sódio ou de potássio (estabilizadas com hidróxidos alcalinos): precipitam a sílica coloidal quando o estabilizante reage com o anidrido carbônico do ar. Como a reação começa na parte externa a penetração é dificultada, como já foi citado. Os carbonatos alcalinos, muito solúveis, formados como produtos secundários, podem ser prejudiciais.

- Soluções de silicato de etila em solvente orgânico: precipita sílica coloidal e forma álcool etílico, que é eliminado por evaporação. Têm melhor penetração, mas podem ser pouco eficazes.
- Soluções de fluossilicatos de zinco ou de magnésio: só são aplicáveis a pedras que possuam carbonatos. Têm fraca penetração e podem formar sais solúveis como subprodutos, devido à presença de impurezas de sulfato de zinco ou magnésio.

Os consolidantes inorgânicos são irreversíveis, isto é, uma vez efetuada a consolidação não é possível removê-los. De um modo geral têm fraca resistência mecânica ao choque, mas têm boa resistência à alteração pela luz e pelo oxigênio.

B - Consolidantes orgânicos

Os métodos orgânicos consistem em introduzir na pedra polímeros sintéticos com o fim de diminuir a porosidade e de restabelecer a coesão. Em geral, têm também propriedades hidrorrepelentes, o que oferece uma certa proteção visto que a penetração da água é dificultada.

O produto líquido freqüentemente é introduzido na pedra com um endurecedor que origina a reação de polimerização no interior dos poros e fissuras e, ao solidificar, cria ligações que restabelecem a coesão.

A simples aplicação de polímeros dissolvidos em solventes orgânicos tem dado freqüentemente maus resultados, pois a viscosidade da solução, as dimensões das moléculas e a evaporação do solvente, transportando o produto novamente para a superfície, causando uma penetração insuficiente.

Após completa polimerização, alguns consolidantes orgânicos continuam a ser solúveis em solventes orgânicos, o que lhes confere uma certa reversibilidade (por exemplo, os polímeros acrílicos), enquanto que outros se tornam completamente insolúveis (por exemplo, as resinas epóxi).

Os processos orgânicos de consolidação mais largamente utilizados atualmente são baseados no emprego dos seguintes tipos de produtos:

- Silicones: geralmente tem boa penetração e apresentam características hidrorrepelentes sem, todavia, impedirem a passagem de vapor de água e deixam a pedra “respirar”. Conferem assim, uma certa proteção à pedra consolidada.

- Alcoxi-silanos: são compostos que, devido à sua grande penetração se mostram muito promissores na consolidação das pedras silicosas, havendo também experiências interessantes em relação aos calcários.
- Polímeros acrílicos: Têm sido aplicados dissolvidos em solventes orgânicos. Os tratamentos acrílicos são reversíveis e são obtidos bons resultados com misturas acrílico-silicônicas.
- Polímeros polivinílicos: em muitos casos conduziram a maus resultados, pois só a parte superficial da pedra foi consolidada, dando lugar à formação de uma crosta dura que com o tempo se fragmenta e se destaca.
- Resinas epoxídicas e de poliéster: entre as resinas termoendurecíveis são as mais utilizadas. Se não forem diluídas, têm pequena penetração, formando crostas superficiais brilhantes, impermeáveis à água e ao vapor, que podem descamar. Se forem adequadamente diluídas com um solvente apropriado podem penetrar em profundidade. Uma vez endurecidas são sempre irreversíveis. São instáveis frente a radiação solar.

C – Consolidantes temporários

Os consolidantes temporários são utilizados quando é necessário proceder a uma consolidação imediata antes de estar definido o processo de conservação, ou quando é preciso transportar uma peça demasiado deteriorada, para ser tratada em laboratório.

É então necessário usar um consolidante reversível, mesmo que não ofereça qualidades de resistência e penetração muito elevadas. Por exemplo, as resinas termoplásticas, devido às suas grandes moléculas, não penetram nos poros muito finos e têm propriedades mecânicas inferiores às das resinas termoendurecíveis. Algumas resinas termoplásticas, como as resinas acrílicas, são mais resistentes à oxidação e, sendo reversíveis, oferecem vantagem e têm sido usadas para esta finalidade.

A.2.3 - Preenchimento de fissuras e fixação de fragmentos destacados

Os produtos consolidantes normalmente não conseguem preencher fissuras de abertura superior a poucos décimos de milímetro, nem unir fragmentos de maior volume, permitindo a penetração da água ou de outros agentes agressivos e, portanto, a deterioração, continua a verificar-se após a consolidação.

Por isso, é necessário recorrer a outros processos para preencher as fissuras ou fraturas e colar os fragmentos. Usa-se para isso pastas e colas.

Estas pastas são normalmente preparadas misturando um ligante com um pó adequado, como sílica, pó da própria pedra, pó de vidro, e outros. Pode-se adicionar um pigmento para obter a cor da pedra.

As resinas epóxi têm sido muito empregadas como ligantes pelo seu poder de colagem e características mecânicas. Contudo, são susceptíveis de amarelecem e escurecerem pela ação da luz e de alguns agentes atmosféricos, podendo ser usadas somente em profundidade, fazendo-se depois o acabamento superficial com resinas acrílicas que não apresentam este inconveniente.

As resinas acrílicas permitem também obter pastas com boa adesividade, porosidade e elasticidade quando combinadas com pó de material e granulometria convenientes. Em muitos casos a simples argamassa de cal permite obter bons resultados.

É importante notar que é extremamente necessário limpar a pedra antes de fazer o preenchimento das fendas ou fissuras. Todas elas devem ser preenchidas e não só as maiores, mas todas as que forem identificadas, para que a superfície da pedra fique lisa e não ofereça pontos fracos que facilitem a entrada dos agentes de deterioração.

Para a colagem de grandes fragmentos, parcial ou totalmente destacados, têm sido principalmente usadas as resinas epóxi.

A.3 – Proteção e Manutenção

Após os tratamentos de limpeza ou consolidação, a pedra continua exposta aos agentes atmosféricos de deterioração e à poluição com as conseqüências já citadas.

Para minimizar estas conseqüências, três tipos de medidas são aconselháveis:

- Eliminação ou redução da ação das fontes de deterioração (proteção contra o ambiente).
- Aplicação de tratamentos superficiais de proteção (proteção físico-química).
- Inspeção e cuidados de manutenção apropriados e regulares.

A.3.1 – Proteção contra o ambiente

A supressão ou minimização da ação agressiva do ambiente é, certamente, a melhor forma de proteção da pedra. Infelizmente a maior parte das vezes não é possível atuar sobre os agentes climáticos ou a poluição do ambiente e recorre-se então a meios de defesa.

Por exemplo, nos climas frios utilizam-se freqüentemente invólucros de isolamento térmico para proteger do gelo e das intempéries as estátuas ou peças de valor artístico durante a estação fria. Outras vezes são mesmo removidas temporária ou definitivamente para museus ou recintos climatizados, e colocadas réplicas em sua substituição.

Telhados ou coberturas podem, em certos casos, serem adotados para a proteção contra a chuva. Não protegem, porém, contra a condensação.

A instalação de cúpulas transparentes em redor do objeto exterior, para protegê-lo dos agentes atmosféricos agressivos, pode ser perigosa, pois, pelo efeito de estufa, podem ser atingidas no interior, temperaturas elevadas originando tensões que danifiquem a pedra.

A proteção contra o ambiente de pedras de valor artístico colocadas no exterior é um problema de difícil resolução e para o qual nem sempre se tem encontrado uma solução eficaz.

A.3.2 – Tratamentos superficiais de proteção

A aplicação de tratamentos na superfície das pedras com a finalidade de protegê-las é uma técnica que data da antiguidade.

Era conhecido pela experiência que a água é o principal responsável pela degradação das pedras, o que levou ao emprego de substâncias hidropelentes, sobretudo óleos (como o óleo de linhaça), gorduras animais, ceras e parafinas.

Atualmente, são ainda utilizadas com o fim protetor, parafinas e cera microcristalizada (uma cera dura obtida de frações de alto ponto de ebulição de óleos minerais).

São muito usados produtos acrílicos e silicones. Podem ser empregados misturados e adicionados de fungicidas e bactericidas como medida de proteção contra ao ataque biológico.

Dada a grande variação de qualidade das diversas marcas comerciais destes produtos, é sempre conveniente fazer ensaios de laboratório antes da sua aplicação num caso determinado.

Estes produtos aplicam-se como uma tinta (a pincel ou à pistola) e, constituem uma fina película de proteção contra a umidade e aos poluentes atmosféricos, que está destinada a ser erodida e a descamar com o tempo. Por isso, a literatura de língua inglesa freqüentemente a designa por “sacrificial layer”.

A sua eficácia e duração dependem não só da sua composição química como das condições da superfície sobre as quais são aplicados. É essencial que esta se encontre

convenientemente limpa e esteja tanto quanto possível livre de fraturas, fissuras, material incoerente, etc.

Freqüentemente estes tratamentos modificam o aspecto da superfície com efeitos ópticos indesejáveis (brilho, mudança de tonalidade, etc) e na sua escolha isto também deve ser levado em consideração. Convenientes técnicas de aplicação (às vezes a mistura de aditivos opacos à base de sílica) podem reduzir estes inconvenientes.

Estes tratamentos têm um tempo de vida útil e devem ser renovados periodicamente.

A.3.3 – Manutenção

Nenhum tratamento de conservação tem uma duração ilimitada. Inspeções periódicas e cuidados de manutenção permanentes são necessários, como a conservação dos telhados e dos sistemas de evacuação da água, a reparação das juntas, de janelas e de outras aberturas, a renovação dos tratamentos de proteção, etc.

Cuidados dispensados a tempo, evitarão desgastes e diminuirão o ritmo de deterioração de modo mais eficaz do que trabalhos de restauração sofisticados e caros, quando o estado de deterioração da pedra já é avançado.

A degradação da pedra nos edifícios e esculturas expostas no exterior é um fenômeno natural e inevitável e não devem ser feitas intervenções a não ser que sejam reconhecidamente necessárias.

A utilização de um material tão resistente como a pedra, não evita que venham a ocorrer danos de maior ou menor dimensão com o decorrer dos tempos e conseqüentemente, venham a requerer obras de reparação quando esteja em perigo a estabilidade parcial ou global da estrutura e/ou seja, necessário assegurar a manutenção das características estéticas dos elementos representativos, aumentando, assim, nas melhores condições, a sua vida útil.

O restauro de edifícios e monumentos implica, muitas vezes, a limpeza a substituição de elementos em pedra, o preenchimento de pequenas fissuras, gretas, e orifícios ou cavidades ou o reforço e consolidação das próprias estruturas. Outras vezes, terão de ser restaurados ou substituídos ornatos ou reparados danos provocados pela deterioração de elementos ou acessórios de construção metálicos. Neste último caso, torna-se imperiosa a substituição dos elementos corroídos, por aço inox ou titânio.

Em nenhum caso, as operações de restauro podem ser feitas sem prévia análise das causas, processos e ritmo das degradações, e as técnicas e materiais a utilizar terão de ser

relacionadas com inteiro respeito pela arquitetura e pelos materiais originais, sem o que ficaria desvirtuada a integridade “histórica” da obra ou monumento a restaurar.

Trata-se de uma operação reservada a especialistas como o meio mais eficaz para se evitarem danos irreparáveis no patrimônio construído, na perspectiva de se manter a autenticidade das obras e se preservar o seu valor cultural.



Figura 17 - Exemplo de degradação do aspecto de obras em granito, causada por fixação de organismos vivos e aderência de partículas sólidas de natureza orgânica e inorgânica.
Fonte: MOURA, 2000.p.108.

É importante e se faz necessário entender e interpretar a matéria, pois foi por meio dela que o homem se expressou, criando uma unidade de linguagem, passando a perceber e interagir com o seu ambiente.

Com o profundo conhecimento desse material, percebemos que a matéria lapídea não só apresenta propriedades intrínsecas, como vimos, mas que apresenta na verdade qualidades intrínsecas. O respeito a este material tem como resultado o seu melhor aproveitamento, e toda a sua espontaneidade de formas, cores e textura tornam-se cada vez mais evidentes.

Com a abordagem ora concluída, pode-se melhor compreender o comportamento das pedras frente às agressões a que estão expostas e conhecer meios de sua correta manutenção, com o objetivo da preservação patrimonial.

Capítulo 3

O IMPACTO DO USO EM LUGARES DE INTERESSE HISTÓRICO, CULTURAL E TURÍSTICO

CAPÍTULO 3

O IMPACTO DO USO EM LUGARES DE INTERESSE HISTÓRICO, CULTURAL E TURÍSTICO

“Às vezes, como náufragos, precisamos de nos agarrar a uma reminiscência banal, para evitarmos que tudo se dissolva na falsa enunciação da memória, na sua trágica encenação de efeitos, sem correspondência com a realidade”. (FERREIRA apud BARATA, 2002,p.100).

1. PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL

A preservação do patrimônio cultural tem como principal objetivo a afirmação de nossa identidade como cidadãos e como membros de uma mesma sociedade, com comportamento, crenças e outros valores comuns, espirituais e materiais.

O acervo recebido de nossos antepassados é significativo na medida em que ajuda a contar a nossa história e evidenciar os valores que caracterizam o grupo ao qual pertencemos. Sendo assim, um conjunto ou um monumento arquitetônico qualifica um centro histórico e a história de um povo.

O conhecimento da forma com que a sociedade foi se apropriando do espaço e ocupando-o nos revela a história da sua vida, dos seus valores e costumes, da sua forma de habitar, enfim, da própria cidade.

Em muitos casos, através de um monumento ou de um centro histórico recupera-se um momento histórico importante da produção edilícia deste povo.

O aporte cultural, simbólico e de consumo destes testemunhos históricos se torna essencial como motivo de um processo de visitação, porém sua compreensão pode parecer mutilada sem o suporte físico que hierarquiza e explica a qualidade dos monumentos.

O desaparecimento dos referenciais mais significativos do espaço urbano, tais como marcos arquitetônicos e paisagens, que não podem ser recuperados no presente, faz com que o indivíduo perca a identificação com o meio onde habita e com a sua própria história.

O conhecimento e o contraste destas situações constituem o começo de um caminho que conduz a um harmônico crescimento e transformação das áreas históricas e as razões que se invocam para preservar e reabilitar estas áreas têm agregado, nos últimos anos, motivos sociais, econômicos e ambientais.

O valor das obras arquitetônicas pode ser reconhecido para a elaboração de uma história, que segundo sua orientação e amplitude podem ser uma história da arte, da arquitetura, da engenharia, dos materiais, do urbanismo ou uma história da cultura, uma história social ou da paisagem urbana (HARDOY, 1992.p.47).

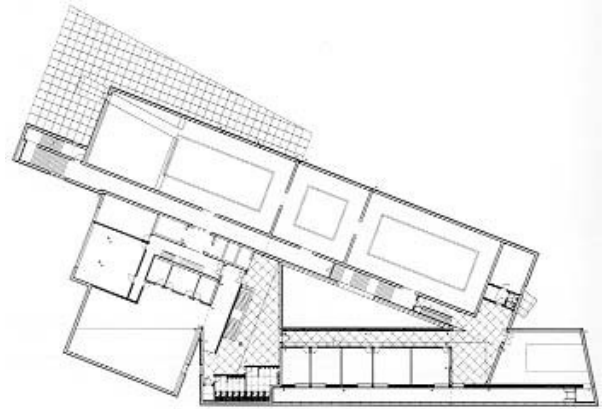
No mundo e no Brasil, muitas cidades e núcleos históricos, apesar de estarem legalmente protegidos devido ao seu valor cultural, apresentam uma crescente degradação das edificações, conseqüência da falta de manutenção, desuso, uso inadequado, uso intenso ou predominância de restaurações ou reconstruções realizadas sem critérios adequados.

Segundo a Carta de Burra (CURY, 2000), 1980, em seu artigo 8º

a conservação de um bem exige a manutenção de um entorno visual apropriado, no plano das formas, das escala, das cores, da textura, dos materiais, etc. Não deverá ser permitida qualquer nova construção, nem quaisquer demolições ou modificações, susceptíveis de causar prejuízo ao entorno. A introdução de elementos estranhos ao meio circundante, que prejudiquem a apreciação ou fruição do bem, deve ser proibida.

Deve-se dar particular atenção ao tratamento externo do edifício com seus atributos originais, e sua inserção no contexto histórico adquire, na maior parte dos casos, um caráter polêmico, especialmente, ao se definir a configuração da fachada.

Como exemplo onde a continuidade do tecido urbano foi mantida pode ser considerado o projeto de Álvaro Siza para o Centro Galego de Arte Contemporânea, contíguo ao Convento das Mercedarias, em Santiago de Compostela, Espanha. É um típico exemplo de integração da fachada, resolvendo a questão de integração pela volumetria, textura das paredes em pedra e pela cor.



Figuras 18 e 19 - Centro Galego de Arte Contemporânea - Santiago de Compostela, Espanha Projeto de Álvaro Siza, 1988-1993. Fonte: (<http://www.galiciacad.com/autocad/librerias2d/cgac.php3>)

Outro caso que ilustra a manutenção da continuidade do tecido urbano é o caso dos escritórios do Banamex, situados em Isabel La Católica, no centro da Cidade do México (1988), realizados por Teodoro González de León. Localizados ao lado de um monumental palácio barroco, do século XVIII, e com um volume de escala similar ao quarteirão, González decidiu manter a textura da pedra, o cromatismo original e o ritmo e configuração dos elementos tipológicos caracterizadores da fachada.

Podem, ainda, ser analisados os dois exemplos a seguir. O primeiro na região do Centro Georges Pompidour em Paris, é retratada a inserção de um elemento arquitetônico novo num sítio histórico, em clara desarmonia intencional, de forma, volume e textura com o contexto no qual se situa.



Figura 20 - Centro Georges Pompidour, Paris. França. Fonte: <http://cnac-gp.fr/>.

O segundo retrata uma região do centro histórico de Praga, onde foi buscada uma harmonia de forma e volume no desenho da construção nova, que, assim permanece contextualizada mesmo tendo nela sido utilizados modernos materiais construtivos.



Figura 21 - Centro Histórico, Praga. República Tcheca. Fonte: Ghetti, 2003.

Como tratar da mesma forma a visibilidade de uma igreja ou de uma serra tombada, ou de um núcleo histórico ou de um bem isolado? Parece evidente que os tratamentos são diversos. Segundo Rabello (1991.p.118-119) pode acontecer que um prédio, pelo tipo de sua construção ou pelo seu revestimento ou pintura, torne-se incompatível com a visão do bem tombado, no seu sentido mais amplo, isto é, a harmonia da visão do bem, inserida no conjunto que o rodeia.

De acordo com Segre (1991.p.295), é preciso inventar e implantar um sistema de relações dimensionais conforme as novas funções e/ou formas que retomem o diálogo permanente entre imagem da modernidade e as referências à memória histórica. Se, por um lado muda a imagem perceptiva por meio do tratamento do piso, das paredes de vidro e do desenho do mobiliário, por outro recupera componentes simbólicos da história do edifício, que tradicionalmente permaneciam ocultas à visualização direta.

A idéia de preservação de um bem cultural parece se originar do confronto dialético de duas questões: Memória e Identidade.

A memória é por natureza, uma capacidade seletiva; o mesmo acontece com a questão da identidade. Tanto o exercício da memória, quanto à formação da identidade ocorrem a nível individual e coletivo.

A afirmação da identidade e a construção da memória coletiva trazem em decorrência a salvaguarda dos valores e dos bens culturais de um povo.

Tendo em vista que a cultura é o conjunto de relações que os homens estabelecem entre si e que as coisas que os homens necessitam para estabelecer essas relações são seu patrimônio; a preservação deste pode se constituir num dos caminhos para a valorização da qualidade de vida dos habitantes de uma cidade (SETÚBAL,1996.p.173) e de um centro histórico.

Segundo Setúbal (1996), desta forma parece ser possível extrair significados e produzir conhecimento, tornando a questão da preservação da continuidade do tecido urbano, parte de uma engrenagem que move a cidade como mais um elemento articulador de sua linguagem. Através do exercício de leitura da cidade é possível decifrar o que se costuma chamar de sua atmosfera ou personalidade, aliando a experiência sensível à do conhecimento num movimento permanente de valorização do seu patrimônio arquitetônico.

Diante disto, o sentimento de identidade e pertencimento dos habitantes de uma cidade ou centro histórico se beneficia com a transição feita pelo material, no caso a rocha, no sentido da preservação da continuidade do tecido urbano.

Acontecem diversas obras que por razões econômicas ou simbólicas são concebidas por seus projetistas para distinguí-las e não para integrá-las ao conjunto das obras construídas através do tempo. No sentido de garantir a continuidade do tecido urbano na visão pós-moderna de revitalização dos centros e sítios históricos; as possibilidades abertas por novas tecnologias de aplicação, tratamento, manutenção e uso das rochas ornamentais em projetos urbanos e arquitetônicos, vem priorizar a recuperação do patrimônio e combater a deterioração profunda dos centros históricos.

Crê-se que a grande parte da deterioração dos centros históricos deve-se à falta de apreço e de orgulho que os habitantes de uma cidade tem pelos edifícios e conjuntos urbanos mais representativos de sua história. Esta carência do sentimento de pertencimento está embasada no desconhecimento que a população tem de sua cidade.

Segundo Hardoy (1992.p.48-49), a experiência nos ensina que se conserva o que se quer e aprecia, e se quer e aprecia, o que se conhece.

Este autor ainda afirma que a destruição premeditada e irresponsável dos centros históricos constitui uma forma de suicídio cultural, também pela implantação nestas de uma arquitetura fora do contexto.

A presença de um conjunto de testemunhos arquitetônicos bem como os conjuntos urbanísticos são uma síntese da acumulação das ações dos homens e, por isso, uma prova física de sua cultura.

Experimentar os sentidos, perceber estas sensações, ver e vivenciar. Isto facilita a identificação do homem com sua cidade e assume um sentimento de pertencimento. A identidade é dada pelo conjunto de sentimento e valores simbólico-cultural que constituem a nossa memória.

“Há sem dúvida, na natureza muitas coisas que existem e que poderíamos desejar, mas enquanto não as conhecemos é como se elas não existissem. Para que a necessidade nasça, é preciso que nossa consciência tome previamente conhecimento das coisas.” (ARISTÓTELES apud BASTIDES, 1945).

A partir do conhecimento da descoberta, ou seja, da redescoberta, se consegue valorizar o que se construiu e o que se habita e com isso entende-se que é preciso conservar para que ocorra sua revitalização.

A cidade é parte da história viva. Por isso, devemos conservar seu passado, mas ao mesmo tempo revitalizá-lo, torná-lo compreensível em novos termos expressivos ou através de novas funções (SEGRE, 1991.p.289).

Não se pode retirar a funcionalidade do bem cultural, pois ela trabalha com a memória. A funcionalidade impregna na memória a identidade.

Os fundamentos da valorização do patrimônio histórico, presentes na conservação e restauração demonstram que, apesar da poluição atmosférica, os conhecimentos oriundos da química, da bioquímica e da biologia permitindo melhorar de forma não traumática a “saúde” dos monumentos.

Assim, é preciso incluir o sentido da modernidade dentro do antigo e, segundo Hardoy (1992.p.66), as experiências variadas unidas à formulação de reiteradas chamadas à conscientização da opinião pública e a formação de recursos humanos e técnicos provocaram mudanças conceituais e possibilitaram novas ações referentes aos centros históricos ibero-americanos.

Na cidade do Rio de Janeiro, é reconhecido o espaço histórico do Centro como uma área especial, devido à presença marcante do material pétreo compondo elementos de fachada do seu casario. Aí destacamos como exemplos a Praça Mauá, o Morro da Conceição e o Corredor Cultural, como zonas especiais deste espaço.

Assim, podem ser exemplificados no Corredor Cultural, alguns elementos da fachada, onde a pedra foi utilizada para compor o estilo arquitetônico e para garantir continuidade do tecido urbano.



Figura 22 - Material pétreo em fachadas. Fotos do Corredor cultural – Rio de Janeiro.

Fonte: Ghetti, 2002.

Neste espaço urbano central, os edifícios modernos e os prédios antigos, as amplas avenidas de tráfego intenso e as estreitas ruas de pedestres convivem e se articulam, oferecendo uma documentação viva da história carioca. Podemos destacar assim quatro áreas de fundamental importância: Lapa-Cinelandia, Praça XV, Largo de São Francisco e imediações e o SAARA.

Estas áreas são consideradas importantes, não somente por seus marcos e símbolos históricos ou monumentos e igrejas, já protegidos de longa data, mas sim pela presença de pequenos sobrados e prédios de arquitetura eclética que povoam o centro do Rio. Eles resistiram a várias transformações pelas quais a cidade passou e, isoladamente, não possuem maior significado, mas ganham importância enquanto conjunto. Estas áreas apresentam características próprias em relação aos seus usos, atividades, arquitetura e ambiência, com transições que podem se apresentar ora tênues, ora bruscas.

A implantação do Projeto de Revitalização do Morro da Conceição e do Projeto Corredor Cultural, com o objetivo de resgatar as referências sociais, culturais e arquitetônicas foi considerada o ponto de partida de um processo de revitalização e renovação, respeitando a memória da cidade e fazendo despertar o sentido de identidade e o sentimento de pertencimento em seus habitantes.

A seguir, imagens de áreas do Morro da Conceição, e do Corredor Cultural:



Figura 23 - Imagens do Morro da Conceição – Rio de Janeiro - Sequência de padrões de revestimentos de pisos, escadas e casario. Fonte: SIGAUD e PINHO,2000.



Figuras 24 e 25 - Corredor Cultural, RJ: À esquerda a Rua Passos e à direita a Rua do Lavradio. Fonte: Ghetti, 2002.

Muitas destas edificações apresentam de forma marcante a pedra natural compondo vários elementos de suas fachadas. Ocorre então, a necessidade de se pensar novas alternativas técnicas na solução de problemas como a limpeza, a consolidação e a proteção do material pétreo das fachadas destes prédios antigos, bem como propor o uso das rochas ornamentais para compor a interpretação harmônica destes conjuntos arquitetônicos.

Nesta perspectiva, a recuperação de espaços públicos ou de edificações e a inserção de novas construções nestes lugares foram permitidas com o objetivo de valorizar o espaço através da costura do tecido urbano existente onde se procurou manter a continuidade do mesmo e o preenchimento dos vazios.

Em última análise, o patrimônio não existe como entidade meramente objetiva e ausente de memória. Para a manutenção da memória coletiva perpetuada no patrimônio construído, é preciso trabalhar novas leituras do mesmo; uma delas é fazer a composição de

textura, cor, forma e volume através do uso de materiais como a pedra natural, procurando assim obter uma continuidade do tecido urbano numa proposta de harmonia de todo o conjunto, e não no destaque de um único monumento.

2. USO INTENSO DO ESPAÇO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

O uso intenso de um lugar seja ele oriundo de um processo de visitação constante, seja decorrente da exploração imobiliária comercial ou residencial do espaço, tem produzido efeitos positivos e negativos no patrimônio natural e arquitetônico, os quais têm sido objeto de intensa análise e debates calorosos.

Os lugares atraem uma visitação por muitos motivos, principalmente para a aquisição de conhecimentos, para a diversão ou para o consumo. Vamos a um lugar para fazermos seja o turismo (de proximidade, nacional ou internacional) seja o conhecimento ou o simples ato de adquirir algo que tenhamos necessidade. (MARTINS, 2002).

Muitas vezes, o desenvolvimento econômico e a visitação se tornam parceiros gerando empregos, trazendo capital, gerando motivação para a implantação de novas infra-estruturas, providenciando novas fontes de recursos para a conservação e a manutenção do próprio patrimônio.

Existe, porém, uma questão freqüentemente debatida quando se associam estas idéias: qual é a ação impactante exercida sobre os bens patrimoniais oriunda deste uso intenso?

Este tema, discutido pela comunidade científica internacional, como ocorreu em 1990 durante a Conferência Européia sobre Patrimônio e Turismo, promovida pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios - ICOMOS UK, durante a comemoração do ano europeu do turismo, pode ser vislumbrado de vários enfoques. Neste trabalho pretende-se fornecer subsídios para uma metodologia de controle dos danos causados pelo processo de visitação e pelo uso intenso dos objetos arquitetônicos que apresentam a pedra natural como um material capaz de refletir os efeitos desta interação, visando a uma maior proteção do patrimônio.

2.1 - Aspectos negativos e positivos desta relação: A visitação como fator de degradação e/ou de revitalização dos lugares de interesse histórico

Os monumentos históricos constituídos de material lapídeo, dentre eles igrejas, centros históricos, templos pré-históricos e o patrimônio natural como as cavernas e grutas, quando submetidos à presença constante do visitante sofrem perdas e danos que, muitas vezes, são irreversíveis.

Ao se agregar valores ligados ao turismo, ao entretenimento ou ao consumo num lugar que está inserido como um patrimônio histórico e cultural deve-se levar em consideração a problemática que este patrimônio enfrentará, com relação à sua organização interna e externa, à gestão dos fluxos de visitação, a própria apresentação dos seus conteúdos culturais e principalmente o grau de fragilização em que se encontram os materiais que o compõe, no caso, a pedra natural. .

Além disto, é a capacidade de criar motivações nas pessoas que vai provocar a volta do visitante aos lugares visitados ou o seu deslocamento para novos lugares. Criar novas motivações impulsiona a cultura, gera novos tipos de trabalho e promove o desenvolvimento das cidades e das regiões especializadas.

Assim, novos usos e valores sociais e espaciais são introduzidos no ambiente que recebe o processo de visitação, implicando num desenvolvimento controlado e auto-sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, como sendo “.....aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades.”

A partir desta idéia de sustentabilidade surgiram os conceitos de Turismo Sustentável que implica num processo de visitação controlado. Como Turismo Sustentável entende-se:

..... aquele que pretende otimizar o desenvolvimento econômico com base local sob condições que assegurem não só a qualidade dos serviços oferecidos, mas também e principalmente a salvaguarda do patrimônio que deve ser mantido, melhorado e restaurado pelos recursos auferidos. Garantindo-se assim a manutenção das atividades no presente e no futuro, tendo em vista o ciclo de vida do turismo e também o ciclo de vida dos monumentos.

A preservação do meio depende de um planejamento eficaz que deve considerar, entre outros fatores, a condição racional de ocupação territorial e o controle do seu crescimento desmensurado, visando salvaguardar a atratividade e a originalidade das atrações para as gerações futuras. (LEMOS, 1996.p.83).

Em “Turismo realmente sustentável: uma idéia a desenvolver”, Martins (2002) destaca que, dentre as características da evolução desta atividade na idade contemporânea, as preocupações estão concentradas em algumas mudanças que poderão afetá-la, como por exemplo, a fragilidade do ambiente e dos materiais frente à prática da visitação. Os desgastes do ambiente, dos monumentos e dos recursos naturais associados às novas preocupações com a poluição e com o excesso de freqüentação provocaram a preocupação com o equilíbrio e com a utilização do processo de visitação como um fator de valorização do patrimônio natural e construído.

A Carta do Turismo Sustentável do ICOMOS, de 1997, segue estes princípios e estabelece as diretrizes para a promoção desta atividade, e estabelece:

- 1- **Usar os recursos de uma forma sustentável**, de modo a promover a conservação e preservação e o uso sustentável dos recursos - natural, social e cultural.
- 2- **Reduzir o excesso de consumo e gasto**; evitando os custos, em longo prazo, de restauração do meio ambiente danificado e contribuir para a melhoria da qualidade do turismo.
- 3- **Manter e promover a diversidade** natural, social e cultural, o que é essencial para o turismo sustentável de longo prazo.
- 4- **Integrar o turismo ao planejamento**: o desenvolvimento do turismo deve ser integrado ao planejamento nacional e local, estrategicamente e sem causar impacto ambiental, o que o torna viável em longo prazo.
- 5- **Sustentar o desenvolvimento de economias locais**: o turismo comporta um vasto percentual de atividades econômicas locais e leva em consideração custos ambientais e valores que protegem aquelas economias e evita danos ambientais.
- 6- **Envolver as comunidades locais no processo de turistificação**: o pleno desenvolvimento de comunidades locais no setor do turismo não apenas as beneficia, mas beneficia também ao ambiente em geral e aprimora a qualidade da experiência do turismo.
- 7- **Consultar constantemente os investidores e o público**: as consultas a organizações e instituições são essenciais para o trabalho de equipe e para resolver possíveis conflitos potenciais de interesse.

- 8- **Treinar a equipe de trabalho.** O treinamento de equipes e o recrutamento de pessoal local em todos os níveis melhora a qualidade do produto turístico.
- 9- **Promover um marketing turístico responsável.** As informações completas e verdadeiras aumentam o respeito dos turistas pelo meio natural, social e cultural das áreas de destino.
- 10- **Promover a pesquisa** contínua deste setor e o seu monitoramento usando uma coleção e análise de dados que são essenciais para auxiliar na solução de problemas e trazer benefícios aos lugares e aos visitantes.

A compatibilização do desenvolvimento com a preservação do ambiente, seja ele natural ou construído, será o principal desafio que haveremos de enfrentar.

Segundo a Organização Mundial do Turismo é necessário satisfazer algumas condições essenciais, dentre elas se destaca o investimento na valorização do ambiente e do patrimônio existente lutando contra as práticas nocivas e encorajando as ações de preservação e de proteção. O aumento da visitação torna estes aspectos imperiosos e condições essenciais para o desenvolvimento.

A perspectiva de um turismo realmente sustentável fundamenta-se num crescimento econômico estável e contínuo, mas parece claro que a expansão econômica não pode prosseguir muito tempo a um ritmo elevado sem provocar a destruição do ambiente e o esgotamento dos recursos.

Todo local possui uma tolerância intrínseca para absorver os impactos decorrentes dos processos de visitação. Neste sentido pode ser aplicado o conceito de capacidade de carga turística, freqüentemente presente como instrumento útil e eficaz para se determinar qual intensidade de exploração um território pode suportar. Nele, é considerado um conjunto de características que englobam as de capacidade econômica, física, social e as perceptivas ou psicológicas.

A capacidade de suporte de carga ambiental pode sofrer alterações com o crescimento do processo de visitação, alterando o ambiente de diversas formas.

Questões relacionadas com a poluição em toda a sua extensão e formas, com as degradações do ambiente e com a destruição do patrimônio natural e construído poderão estabelecer novos condicionamentos nos modelos de desenvolvimento econômico atuais que dependerão das transformações estruturais que vierem a ocorrer por razões ambientais.

Este conceito pode ser entendido para abranger todos os lugares sejam naturais ou urbanos que recebem o processo de visitação e uso de forma intensa.

A capacidade de carga de uma localidade, que pode ser aplicada também como um importante instrumento de controle dos fluxos de visitantes.

A ação de preservação fundamenta-se no reconhecimento rigoroso e interdisciplinar do Patrimônio Cultural como parte preliminar do trabalho e concordante com o quadro teórico universal. Para isto, foram revisadas as propostas e recomendações das Cartas patrimoniais (CURY,2000) e destaca-se as Normas de Quito que consideram a valorização dos monumentos e Sítios em função do interesse social que eles despertam nos visitantes.

Normas de Quito novembro/dezembro de 1967

Reunião sobre conservação e utilização de monumentos e sítios de interesse histórico e artístico

1. Os **valores** propriamente culturais não se desnaturalizam nem se comprometem ao vincular-se aos interesses de outras atividade, inclusive turísticas; longe disso: a maior atração exercida pelos monumentos e a fluência crescente de visitantes contribuem para afirmar a consciência de sua importância e **significação** nacionais.

Um monumento adequadamente restaurado, um conjunto urbano valorizado, constitui não só uma lição viva de história como uma legítima razão de dignidade nacional.

No mais amplo marco das relações internacionais, esses testemunhos do passado estimulam os sentimentos de compreensão, harmonia e comunhão espiritual, mesmo entre povos que têm rivalidade política. Tudo quanto contribuir para exaltar os valores do espírito, mesmo que a intenção original nada tenha a ver com a cultura, há de derivar em seu benefício.

2. Se os bens do patrimônio cultural desempenham papel tão importante na promoção do processo de visitação, é lógico que os investimentos exigidos para sua devida restauração e habilitação específica devem ser feito de forma integrada, num só **plano econômico de desenvolvimento regional**.

3. Em relação a esse tema, que vem sendo objeto de especial atenção por parte da Secretaria Geral da Unesco que empreendeu sobre o assunto um exaustivo estudo, com a colaboração de um organismo não governamental de grande prestígio, a União Internacional de Organizações

Oficiais de Turismo (UIOOT). Este estudo confirma os critérios expostos e insiste nos **benefícios econômicos** que derivam dessa política para as áreas territoriais correspondentes. Dois pontos de particular interesse merecem ser destacados:

a) a afluência de visitantes determinada pela revalorização adequada de um monumento assegura a rápida recuperação do capital investido nesse fim;

b) as atividades que se originam da adequada apresentação de um monumento e que, abandonadas, determinariam sua extinção, trazem consigo uma profunda transformação econômica da região em que esse monumento se acha inserido.

Portanto, é necessária a busca incessante de soluções adequadas para a preservação e proteção do patrimônio natural e cultural de maneira a compatibilizar a frequência e estabelecer uma relação harmônica entre estes dois aspectos.

Sendo assim, o acesso, a sinalização, o estacionamento, a organização, a segurança, podem ser trabalhados de modo a garantir a atratividade necessária ao monumento e despertar a emoção em cada olhar, viabilizando a realização de um processo de visita sempre constante, mas que não deprede o lugar que o recebe.

A avaliação da previsão de frequência na gestão dos fluxos determina o equilíbrio de tempo e espaço para a visita e/ou permanência do visitante no monumento ou ao seu redor.

Esta avaliação afetará diretamente a previsão de ações e reações por parte dos visitantes fornecendo dados para uma abordagem mais eficaz de meios e normas para a preservação e proteção destes locais, considerando desde o mais simples toque até o controle de qualidade do material a ser empregado no caso de uma intervenção de restauração.

Hoje é comum a visita em grande escala originada da popularização das viagens cuja dimensão social como o aumento do número de saídas de férias, a multiplicação de acomodações de baixo custo e o favorecimento de regiões de economia precária, vêm apresentando um forte crescimento.

Assim, torna-se indiscutível a necessidade de um estudo mais profundo que analise mais de perto o impacto dos diferentes tipos de uso e da frequência sobre os materiais que constituem os monumentos de valor histórico e turístico.

2.2 - Degradação de monumentos em material pétreo

Freqüentemente ignora-se o impacto do uso sobre o Patrimônio. Aqueles que se preocupam com a conservação do mesmo não recebem nenhum benefício e demonstram pouco considerar a importância das atividades econômicas associadas ao bem patrimonial. Sendo assim, um diálogo é essencial.

A Conferência de Canterbury trouxe trabalhos que usaram como casos de estudo as Catedrais de Canterbury, Notredame de Paris e de Colônia, fazendo comparações e considerando os efeitos do impacto de uma frequência intensa.

Métodos para controlar o impacto físico dos visitantes nos sítios foram considerados para ajudar a diminuir os danos, tanto através de contribuições quanto através da redução dos custos de manutenção, e de métodos de controle; quer guiando os visitantes por sítios menos visitados aliviando aqueles sobre grande pressão.

O turismo, o lazer e o consumo são identificados como fontes de recursos muito importante na economia dos países e é citado que, em algumas partes da Inglaterra, por exemplo, especialmente em áreas mais remotas, o turismo deve ser a única fonte viável potencial de prosperidade suficiente para manter a economia local e providenciar empregos para a comunidade.

Em países mais pobres como a Índia, e o Brasil, a importância destas atividades é ainda maior, e o seu potencial ainda é bastante inexplorado.

Em países emergentes o turismo é freqüentemente o principal, senão o único mecanismo que sustenta o movimento de conservação.(STIRLING apud ICOMOS, 1990).

Danos relacionados a uma intensificação da visitação também são citados pelo autor como as degradações dos monumentos clássicos da Grécia Antiga e como no caso do Redfort em Nova Deli na Índia, onde cita que os visitantes arrancaram pedras preciosas com impunidade, bem como marcaram mármore com pichações. O autor cita ainda vários esforços para combater estes danos: como por exemplo pelos rápidos avanços no gerenciamento de conservação.

A pesquisa científica moderna e o uso de equipamentos têm levado a técnicas muito aperfeiçoadas de conservação preventiva buscando diminuir a taxa de decaimento na pedra, madeira e têxteis em casos históricos através do controle de umidade, luz e poeira.

Girard (ICOMOS, 1990), administrador da Notredame de Paris em 1990, constatou que a visitaçãõ intensa causa danos ao revestimento interno da catedral e cita que em 10 anos após 1979, foi acumulada tanta fuligem quanto nos 125 anos anteriores, provavelmente relacionada ao vapor d'água e ao gás carbônico liberado pela respiraçãõ e pelos produtos da queima de 4000 velas – parafina e estearina –que forma uma espessa graxa fuliginosa que recobre acentos, paredes, altares e candelabros.

Wolff (ICOMOS, 1990), arquiteto da Catedral de Colônia na Alemanha Ocidental cita danos físicos aos portais e os classifica como muito visíveis. Consoles ricamente decorados com gárgulas, são danificados inclusive por crianças que os escalam causando a quebra das pontas deste valioso trabalho em pedra e que são levados como souvenir. Há 10 anos atrás foram substituídos em torno de 60 peças por próteses sintéticas realísticas proporcionando uma melhor aparência dos portais e deixando menos óbvias as partes faltantes. Mesmo assim, destas 60 peças, 30 foram roubadas. Wolff sugere o uso de cercas, grades e portões principalmente à noite. Ele cita a açãõ intensa de grafiteiros e em particular cita uma pichaçãõ observada a 45m acima do solo, no teto da capela, datada de 1887.

O químico De Masy (1993) realiza estudos em ciências químicas na Universidade de Madrid e, desde então, tem se dedicado a tratamentos químicos para proteger os materiais de construçãõ. Após ter visto de perto as belas esculturas da Fonte da Plaza de España em Barcelona e tendo acompanhado o trabalho tão laborioso de sua limpeza, pensou que, com vistas ao futuro, haveria que se planejar a retirada destas esculturas para um lugar mais protegido e até mais visível para o público, e que fossem colocadas cópias nos seus lugares.



Figura 26 - Esculturas da Fonte da Praça de Espanha, Barcelona. Fonte: Ghetti,2003.

De Masy (1993) ainda acrescenta: A inovação tecnológica tem posto nas mãos do homem, instrumentos como os sprays e os tag (rotuladores) cujos efeitos se fazem sentir também nos monumentos. No embasamento feito em pedra lisa pode-se prevenir fazendo um tratamento anti-pichações; mas se a pedra apresentar relevos e é porosa e antiga, a melhor solução para sua conservação é colocar uns dispositivos que impeçam o contato direto com o monumento.

Como exemplo de um bom resultado, ele cita as correntes colocadas no Pátio de los Leones de la Alhambra, que ainda impedem de se tocar nos leões, evitando assim deformações em suas cabeças como resultado de sua deterioração.

Em outro extremo situa-se a portada românica do Mosteiro de Ripoll. Apesar de ser um dos monumentos em que mais se tem estudado a questão da degradação e ser um dos mais queridos da Cataluña, não existe nenhum obstáculo que impeça pichações ou lesões no mesmo.

Da mesma forma, a ausência de mecanismos de controle de fluxo da visitação pode permitir e até mesmo estimular a ocorrência de escoriações na superfície da pedra de revestimento sob formas diversas como inscrições de nomes, datas e pichações. Este fato pôde ser observado no Templo da Sagrada Família, obra do arquiteto Gaudí, em Barcelona, Espanha. Na visitação às suas torres pela escadaria, é freqüente a formação de filas que levam ao desconforto dos visitantes e permite que ações de vandalismo como as citadas aí ocorram.



Figuras 27 e 28 - Templo da Sagrada Família, obra do arquiteto Gaudí, em Barcelona, Espanha. À esquerda torres da Fachada da Paixão e à direita corredoras de visitação. Fonte:Ghetti,2003).

Outro exemplo no qual a visitação é o agente causal da deterioração ocorre no sítio arqueológico de Chichén Itza, México, onde a instalação de iluminação artificial na pirâmide El Castillo com o objetivo de proporcionar maior visibilidade interna aos visitantes gerou condições microambientais favoráveis à proliferação de algas e cianobactérias degradantes do material pétreo de que é constituído o patrimônio.



Figura 29 - À esquerda, Pirâmide El Castillo -Chichen Itza, México

Figura 30 - À direita – Estátua de Chaac Mool com a biodeterioração por cianobactérias – Chichén Itzá

Fonte: ALLSOPP, 2003.

2.3 - Monumentos de valor histórico sob ameaça

Começamos, para a presente análise, a considerar como importante exemplo do patrimônio pré-histórico um conjunto com mais de cem santuários, entre os quais se destaca o mais excepcional deles: Lascaux – datando de 15.500 anos esta caverna em rocha calcária decorada do período Paleolítico na Europa recebia uma circulação de cerca de 1200 visitantes diários. A deterioração do material calcário e das pinturas rupestres aconteceu pela ação do gás carbônico exalado da respiração dos visitantes no ambiente fechado da caverna, o que causou ataque ácido à calcita, principal constituinte da rocha calcária. Hoje, sua visitação está fechada ao público e uma réplica dos dois setores mais representativos da caverna foi construída para a visitação.



Figura 31 - Laucaux, França. Pinturas rupestres em Rocha Calcária.

Fonte: www.mistral.culture.fr/arcnat/lascaux/fr/index.

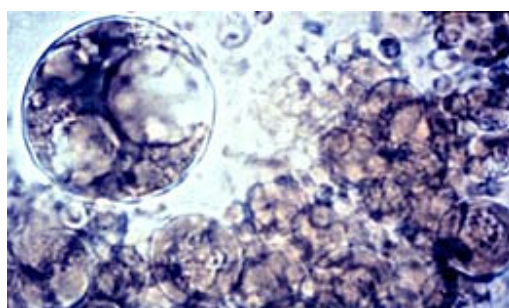


Figura 32 - Microscopia eletrônica da forma cristalina da Calcita – Principal constituinte das Rochas Calcárias. Fonte: www.mistral.culture.fr/arcnat/lascaux/fr/index.

A região do Maciço Central da Europa possui uma das mais importantes concentrações de cavernas decoradas do período paleolítico. Com efeito, são mais de 100 santuários e Lascaux dentre eles é o que mais se destaca.

Esta região apresenta propriedades excepcionais de conservação do patrimônio pré-histórico, graças aos numerosos abrigos e cavernas que se abrem entre as camadas calcárias que realçam a paisagem.

Lascaux se abre a uma altura média de uma colina em declive. A ampliação total da cavidade não supera os 250 m, enquanto que o desnível tem uns 30 metros. Em períodos pré-históricos, uma leve escarpa rochosa marcava a entrada, mas os sedimentos a ocultaram pouco a pouco por causa dos efeitos da erosão. Estes depósitos se acumularam ao longo de vários milênios, favorecendo a formação de um cone de desprendimento de rochas que fechou a entrada da caverna por completo. Todo o acervo do sítio, como a sala dos touros, a cena do poço, o painel da vaca negra, o dos bisões, o piso dos cervos, ficou confinado.

Pouco depois da segunda guerra mundial, o acesso ao sítio arqueológico de Lascaux ficou facilitado, e realizou-se um alargamento importante na entrada da caverna assim como um rebaixamento do solo para facilitar a circulação contínua e afluência de visitantes (cerca de 1200 visitantes diários).

Os primeiros indícios de deterioração das pinturas apareceram em 1955. Estudos indicaram que a causa principal da dita deterioração foi o excesso de gás carbônico no ar provocado pela respiração dos visitantes. O gás carbônico provocava uma acidificação do vapor d'água expirado, que ao se condensar nas paredes corroía a rocha assim como a calcita (carbonato de cálcio natural e cristalizado).

Foi estabelecido um sistema de controle da produção deste gás. Não obstante, depois de alguns anos, rapidamente apareceram manchas verdes nas paredes. Esta cor indicava a presença de algas verdes e de musgos. O ar dentro da caverna estava poluído pela respiração das pessoas, permitindo o desenvolvimento de uma espécie de alga, o *Chlorobotrys*, bem como o aparecimento de outros microorganismos, fungos, bactérias, etc.

As investigações demonstraram que estas deteriorações eram causadas principalmente pela exploração intensa do sítio. Então, o Ministério de Assuntos Culturais, sob a direção de André Malraux, ordenou o fechamento da caverna em 20 de abril de 1963.

Atualmente, o protocolo de controle das condições de conservação com vigilância cotidiana das paredes e figuras parietais está a cargo do Laboratório de Investigação dos Monumentos Históricos, que instalou um sistema informatizado capaz de acusar por

telemedições, as menores variações de temperatura, higrometria e pressão de gás carbônico dentro da caverna.

A fim de compensar o prejuízo causado pelo fechamento da caverna, as autoridades responsáveis projetaram a realização de uma cópia, em tamanho natural, deste santuário paleolítico. No mês de março de 1980 a Administração Departamental de Turismo foi encarregada deste trabalho e decidiu reproduzir os dois setores mais representativos do sítio, a sala dos touros e o divertículo axial. Este fac-símile é uma estrutura semienterrada, com o fim de reproduzir o mais fielmente possível a textura da rocha a partir da aplicação de materiais correntes que reflitam tanto as pinturas como o aspecto de superfície da rocha e seu posicionamento.

Em 1983, Lascaux II abriu suas portas aos visitantes.

Em igual situação de ameaça, outro exemplo é o templo pré-histórico Stonehenge. Construído há uns 4000 anos, ele é constituído por uma muralha externa de greda branca, sulcada e corroída pela erosão, de aproximadamente 130m de diâmetro e contendo em seu interior um círculo de pedra de 30m de diâmetro.

Com uma visitação de 700.000 pessoas por ano, a erosão gradual do círculo de pedra e da superfície do chão entre as pedras provocou o fechamento do círculo para os visitantes, de modo a se evitar a degradação pelo contato físico em curso.

O simples ato de fechar o círculo de pedras à visitação não resolveu a questão do impacto pelo uso, mas sim o desviou para uma área mais sensível que é a planície circundante ao círculo, parte integrante do conjunto e sustentáculo para a complexa geometria das pedras. Foi provocada degradação no piso de greda pelo estabelecimento de caminhos preferenciais de erosão.

Foram realizados estudos detalhados sobre os parâmetros relevantes quanto ao grau de uso como fatores correlatos ao número de visitantes, umidade do solo e temperatura. Dessa forma, estabeleceram-se medidas de reforço do piso e absorção do impacto de pisoteamento, pelo a inserção de pequenas malhas de nylon capazes de dar coesão às raízes de uma camada superior de gramíneas. Foi ainda buscada uma desconcentração da visitação distribuindo as áreas de serviços por toda a região circunvizinha.

Estas atitudes diminuiram sensivelmente o impacto da ação sobre o monumento, permitindo a sustentabilidade tanto para o monumento quanto para áreas de sua vizinhança.

Hoje, o círculo de pedra é visto a uma distância que varia de 10 a 40m.



Figura 33 - Stonehenge – Inglaterra. Fonte: The Stonehenge saga.htm
(www.britarch.ac.uk/stonehenge).

Em outro exemplo temos a cidade Inca de Macchu Picchu, no Peru, que há muito exerce um poder quase místico sobre as pessoas. É um monumento arquitetônico situado no topo de uma cadeia de montanhas e misteriosamente abandonado por seus construtores há centenas de anos atrás. Com 300 mil visitantes ao ano e 1000 por dia enfrentando as trilhas que conduzem às ruínas, há quem se preocupe com a possibilidade de que o isolamento de Macchu Picchu tenha se perdido para sempre, e que o número imenso de visitantes basta em si para causar danos irreparáveis a esta obra prima da cultura Inca. Algumas edificações já foram danificadas por desabamentos e pequenos deslizamentos e distorções no solo já causaram danos às antigas estruturas. Outros ainda dizem que as autoridades peruanas na verdade estão buscando trazer mais visitantes à cidade, e que vêm agindo devagar demais na implementação de um plano de visitação com o objetivo de prover acesso e acomodação aos turistas e ao mesmo tempo proteger o patrimônio.



Figura 34 - Macchu Picchu – Peru. Fonte: traveladventures.org.

No Brasil, podemos citar como exemplo relevante no que se refere a patrimônio natural, histórico e cultural o “Circuito das Grutas”, onde se destacam as Grutas de Maquiné. Sua formação consta do período pré-cambriano há 600 milhões de anos. A caverna calcária possui estalactites, estalagmites e cascatas de pedra com brilho de cristal.

As grutas são abertas ao público, têm infra-estrutura para alimentação, transporte fácil e guias que orientam os visitantes. A visita é feita por escadas e corredores e a iluminação é artificial.

Em muitas grutas de Minas Gerais foram encontrados vestígios da depredação humana como detritos orgânicos, muito lixo e pichações, o que indica a hipótese de que a liberação para a visita não foi precedida de um planejamento adequado.



Figura 35 – Visita turística a gruta Maquiné em Minas Gerais. Fonte: www.mre.gov.br/revista/numero05/cavern.p.htm.

Em Congonhas, também em Minas Gerais, encontramos um grande acervo de obras de Aleijadinho como as estátuas em tamanho natural dos 12 Profetas esculpidas em pedra-sabão que adornam o pátio da frente da Basílica do Senhor Bom Jesus de Matosinhos (séc. XVIII e séc. XIX). A maioria dos visitantes vai apenas à Basílica e o assédio de guardadores de carro, vendedores e de “guias” turísticos é grande nas proximidades da igreja.

Como local de peregrinação recebe romeiros de muitas regiões. Sabemos que a pedra-sabão é um material muito frágil que se fratura com muita facilidade. As esculturas estão expostas a ações de vandalismo que causam deterioração mecânica intencional.(D`ÂNGELO,1998). Portanto, toda atenção deve ser tomada com as aglomerações de pessoas junto às igrejas. “Uma pedrada, uma bolada ou um golpe sobre um florão, ou detalhe ornamental em pedra-sabão pode ser mais danoso para a integridade do monumento do que os 200 anos de sua exposição ao tempo.” (LEAL, 1977.p.93).



Figura 36 – Igreja e conjunto escultório de Bom Jesus do Matosinhos, Congonhas, Brasil.

Fonte: <http://cidadeshistoricas.terra.com.br/congonhas/main.htm>

O Projeto IDEAS (Pesquisa sobre a degradação de materiais pétreos em monumentos históricos), trabalho de cooperação técnico-científica entre o Brasil e a Alemanha, realizou minucioso registro e mapeamento dos danos decorrentes principalmente de intemperismo químico e biológico no conjunto escultório de Congonhas, especificamente na obra dos Profetas de Aleijadinho.



Figura 37 – Equipe do Projeto IDEAS realizando trabalho de mapeamento de danos na pedra.

Fonte: <http://www.rwth-aachen.de/geow/Ww/AGNV/wgn-strtr.htm>

D`Ângelo(1998), em seu trabalho faz uma avaliação deste Projeto, comenta:

“ Baseado no que vimos em nossa última viagem de estudos em Congonhas, depois apenas de 3 anos da atuação da equipe do IDEAS nos monumentos, não temos muitas esperanças sobre dias melhores na conservação e restauro dos monumentos de pedra-sabão no Brasil. O tratamento preventivo de fungicidas está vencido e os líquens e fungos começam a atuar novamente. A segurança é precária. Os monumentos continuam a ser marcados a cada romaria, como podemos ver nas datas recentes das mutilações que cobrem os Profetas. A máquina estatal do Patrimônio está esvaziada e sem verbas.

Queremos acreditar que, a arte em pedra-sabão, num futuro próximo, tenha uma perspectiva mais otimista, já que ela deve ser altamente valorizada, exigindo que uma série de ações preventiva seja tomada para a sua preservação, tornando essas ações mais sérias e eficazes, já que o Patrimônio Cultural poderá vir a ser o filão do emprego e do desenvolvimento dos antigos núcleos mineradores.”

O Projeto IDEAS certamente pode ser considerado referência para a área de diagnóstico e na orientação de ações de preservação, mas deve ainda, ser correlacionado à questão do impacto diretamente causado da visitação, principal negócio que movimenta a

economia local e único agente viável de sustentabilidade para as ações de conservação e restauro.

A cidade de Ouro Preto – Patrimônio Cultural da Humanidade, ainda em Minas Gerais, também apresenta este tipo de problema. É famosa por suas ladeiras e igrejas em pedra-sabão e itacolomito e pela arquitetura de seu casario colonial.

A presença de visitantes e de repúblicas de estudantes concentradas no centro histórico e as visitas descontroladas ao interior das igrejas e na praça são, por vezes, fatores agressivos para este patrimônio. Em determinados meses do ano a superlotação da cidade chega a provocar congestionamentos no centro, tornando-o intransitável.

As medidas que até hoje foram tomadas com o objetivo de diminuir o tráfego de veículos, proibindo a circulação de veículos pesados, apenas amenizam os impactos estruturais nos edifícios, mas não são suficientes para impedir a degradação que pode ocorrer de modo pontual no material pétreo, visto que a concentração de pessoas no entorno dos monumentos em ocasiões de festas como o carnaval e shows populares, provoca a exposição do patrimônio a danos não só físicos, mas também químicos, onde o material pétreo sofre pela ação corrosiva de ácidos orgânicos de dejetos como urina e fezes.



Figura 38- À esquerda: Praça Tiradentes, Ouro Preto, MG. Fonte: www.ouropreto.com.br

Figura 39 - À direita: Show popular na Praça Tiradentes – Ouro Preto. Fonte: www.uol.com.br/cliquemusic.

Fato semelhante pode ser registrado no Centro do Rio de Janeiro, no espaço histórico da Cinelândia e adjacências, onde se localiza o Teatro Municipal, edifício em estilo eclético de 1909, com fachada, escadaria e ornamentos em gnaisse do tipo leptinito.

Este local se transforma periodicamente em palco de acontecimentos políticos e artísticos, reunindo número de pessoas que freqüentemente ultrapassa 100.000 visitantes, formando intensa e descontrolada aglomeração que certamente aumenta o risco de degradação do patrimônio aí existente.



Figura 40 - À esquerda: Cinelândia, Rio de Janeiro - Teatro Municipal e arredores.

Figura 41 - À direita: Show popular na Cinelândia em 2003. Fonte: www.oglobo.com.br/rio

2.4 - Consumo do espaço urbano – aspectos positivos do processo de visitação

A paisagem é uma experiência subjetiva, pessoal e intransferível. É produto de uma interpretação particular do lugar. Nos lugares históricos e turísticos, por exemplo, visitantes e moradores focalizam aspectos diferentes do mesmo ambiente.

A percepção do visitante

“freqüentemente se reduz a usar seus olhos para compor quadros”, já a percepção do morador é mais complexa e se expressa através do comportamento, da tradição local, do conhecimento, enfim, enquanto que para o turista é uma experiência essencialmente estética, para o morador é uma avaliação do próprio modelo de vida.” (SILVA, 2003.p.17).

A imagem é formada por um conjunto de sensações que obtemos ao observar e viver um determinado ambiente.

“Imagens ambientais são resultado de um processo de duas vias entre o observador e o ambiente. O ambiente sugere distinções e relações e o observador... seleciona, organiza e dota de significado o que vê... Portanto, a imagem de uma dada realidade varia significativamente entre diferentes observadores”. (LYNCH, 1988. p.6 apud SILVA, 2003. p.17).

Assim, como a imagem tem seu caráter subjetivo, a imagem urbana resultante é parcial (não representa toda a cidade, mas fragmentos) e simplificada (porque representa informações selecionadas pelo indivíduo).

A imagem da cidade é um produto de caráter cultural e coletivo. As pessoas compartilham situações semelhantes ao mesmo tempo e em um mesmo espaço. Estão expostas às mesmas experiências perceptivas e esta percepção se torna mais intensa quando se trata de um lugar especial como um centro histórico.

Sua atenção se volta para a arquitetura do lugar, sua composição e harmonia de formas. A textura e cores e não passam despercebidas as fachadas de azulejos decorados, os trabalhos em cantarias, os blocos maciços dos edifícios assobradados, enfim, todos os detalhes importantes que dão ao lugar a sua identidade.

Mudanças estão sempre em processo numa cidade e o observador tem que ajustá-las à realidade à sua volta.

O planejamento urbano atua na composição da paisagem urbana, como intermediador, considerando que as relações entre o observador e o observado são diferentes das relações originais de usuário e objeto de uso. No espaço urbano identificamos classes de indivíduos segundo a idade, o sexo, a cultura, a ocupação, etc que vão representar um consenso e que carregam um grupo de imagens significativas e que interessam aos planejadores urbanos, visto que um ambiente será usado por vários tipos de pessoas.

Percorrer ruas arborizadas, com calçadas limpas e fachadas conservadas geralmente causa boa impressão, especialmente porque os visitantes são sensíveis ao aspecto visual dos lugares e para aquilo que eles têm de pitoresco, de diferente, de exótico e que ele possa confrontar com seu repertório cotidiano e seu habitat.

As imagens estabelecidas para um lugar histórico e turístico geralmente são associações de elementos naturais, clima, elementos culturais, musicais, da arquitetura vernacular e de monumentos públicos.

Muitas vezes o visitante procura uma aglomeração de pessoas nos espaços livres públicos, bem como a vida cultural e artística da cidade, também pode ir se divertir ou simplesmente consumir.

A necessidade de conservar aspectos naturais do território urbano e ao mesmo tempo atender às demandas de uso que podem comprometer a integridade de seus materiais como a pedra usada nestes lugares, e mesmo a criação de elementos estratégicos para a valorização dos mesmos, cria conflitos típicos.

Em outras palavras, a sustentabilidade econômica destes lugares está na capacidade de gerar novas alternativas para a preservação dos bens patrimoniais, através do turismo, do comércio, do divertimento e do processo de (re)produção contínua do espaço, procurando assim minimizar os riscos de degradação e depreciação aos quais estes bens estão expostos.

Através do espaço construído é possível identificar temas que caracterizam as cidades e localidades atrativas. O patrimônio histórico arquitetônico e urbano constitui em muitos casos, conjuntos homogêneos que facilmente se distinguem na paisagem e são reconhecidos como atração evidente.(SILVA, 2003.p.29).

O desenvolvimento do turismo cultural para as cidades implica na preservação do seu patrimônio arquitetônico e urbano, e, por outro lado, na construção de novos espaços culturais que atendam às demandas crescentes por atividades relacionadas à cultura, como teatros, museus e casas de espetáculo. Soma-se a isto a questão da preservação e do desenvolvimento e modernização para o atendimento à demanda habitacional, expansão de áreas comerciais e manutenção dessas mesmas.

O reconhecimento da identidade cultural de um lugar “significa dar um passo fundamental em direção ao desenvolvimento, fator preponderante de libertação, independência cultural, na mais ampla acepção, na qual se inserem também os aspectos econômicos e políticos.”(ALCÂNTARA, apud FONTES et al, 1986.p.51).

Desde o Tratado de Manstricht, em 1991, a União Européia (SILVA, 2003.p.28) tem designado a cultura como um fator de elaboração de políticas de desenvolvimento para seus países membros. Recursos têm sido destinados à recuperação e conservação de artefatos culturais, não apenas como fonte de crescimento econômico, mas também como forma de manter e reforçar as identidades regionais.(RICHARDS, apud SILVA, 2003.p.28).

A preservação do patrimônio arquitetônico, por exemplo, quando aliada às ações para o desenvolvimento do local, assume importância e garante a sustentabilidade para a

conservação e manutenção de monumentos e sítios históricos considerados elementos determinantes da relação entre o lugar e o comportamento de seus habitantes.

Cidades e conjuntos arquitetônicos antigos têm se tornado patrimônio histórico e segundo CHOAY (2001.p.222) os centros e bairros históricos oferecem uma imagem privilegiada, sintética e de certa forma ampliada das dificuldades e contradições com as quais se confronta a valorização do patrimônio arquitetônico em geral, e, em especial, sua utilização ou, em outras palavras, suas integração na vida contemporânea.

A questão da integração dos conjuntos históricos à vida coletiva é recomendada em 1976, em Nairóbi, pela Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas - UNESCO e expõe motivos relativos para a proteção dos conjuntos históricos e tradicionais e aos seus papéis na vida atual e argumenta em favor de um tratamento dinâmico, ou não estático, das malhas urbanas contemporâneas.

O valor social do patrimônio menor e das malhas históricas foi reconhecido por Gustavo Giovannoni em 1913 e parece desde então prevalecer, ao menos em princípio, onde é explicitado na Carta de Atenas de 1931, onde a preservação da vizinhança, do entorno dos monumentos antigos e de certos conjuntos particularmente pitorescos foi levada em consideração.

Este patrimônio também é avaliado segundo interesses imobiliários e turísticos. Dentro desse panorama, os lugares devem considerar e atender a dois atores: o Morador e o Visitante, considerando-se as suas necessidades e os diferentes tipos de usos destes espaços: usos culturais e cotidianos.

A livre e harmoniosa continuidade das figuras espaciais que ligam os edifícios urbanos entre si, históricos e modernos, e os seus arredores pode ser beneficiada pela conservação do material pétreo nos edifícios antigos e pelo uso das rochas ornamentais nas edificações modernas, caracterizando a reapropriação e a valorização destes ambientes.

Existe uma relação entre o processo de criação de um espaço e o processo de visitação e esta abordagem implica numa compreensão de que uma mudança material também pode desenvolver locais mais sustentáveis, afinal sustentabilidade é um conceito basicamente ecológico e interdisciplinar, pois é no resgate do sentido do humano que se apresenta o seu eixo mais profundo e significativo. É no contato com o homem, com o social, que verdadeiramente este processo se desenvolve. Daí “A capacidade de ver a natureza como um todo, compreender relacionamentos e associações entre vida humana e não humana deve,

portanto, começar com os locais em que a maioria das pessoas vive”.(HOUGH, 1995 apud Hall, 2001.p.253).

Com o passar do tempo, as comunidades desenvolveram uma complexa trama de percepções e atitudes quanto ao que é apropriado e compatível com o “seu” espaço e que possa ser significativamente afetado pelo desenvolvimento. Isto está intimamente ligado ao relacionamento das pessoas com seu ambiente e às mudanças que podem ocorrer. Portanto, “uma das tarefas fundamentais da remodelagem da cidade é se concentrar na experiência humana, dos locais onde as pessoas construíram suas casas, reconhecer a existência e o potencial latente dos ambientes natural, social e cultural, a fim de enriquecer os locais urbanos”. (HOUGH, 1995 apud Hall, 2001.p.255).

Num mundo cujo avanço tecnológico chega a se constituir numa ameaça ao humanismo, é preciso se garantir o resgate da identidade cultural de um lugar, identidade esta que não é criada e sim revelada.

O patrimônio natural, cultural e artístico constitui elemento essencial de identidade nacional e as comunidades devem dispor daquilo que é o testemunho insubstituível dos seus valores culturais e da sua herança. A defesa e a preservação de monumentos, igrejas, casas de aristocracia ou de elite, jardins e também de casarios mais singelos constituem valores tradicionais, comuns a toda comunidade, inclusive transcendendo fronteiras podendo contribuir para o desenvolvimento de uma cidade inteira, de uma sociedade, como sugere Segre (2002): “toda cidade deve ser transformada em um elemento cultural”.

A cidade não deve deixar jamais de ser humana (FONTES et al, 1986.p.51) e os ciclos de vida de cada grupo de homens, de cada lugar na cidade servem como referenciais e podem contribuir para dimensionar o tempo e o espaço e como observou Worpole (1991.p.145 apud HALL, 2001.p 263) “o centro de uma cidade onde não é mais possível comprar um litro de leite, uma lata de tinta, uma vara de pesca, um novelo de lã, um pneu de bicicleta ou mandar consertar um par de sapatos, estará em sérios apuros no futuro, quando empresas e populações móveis começarem a mudar e procurar cidades auto-suficientes que exibam uma dinâmica econômica e cultural e uma qualidade de vida correspondente.”

Segundo Lynch (apud HALL, 2001.p.266), a preservação do futuro não apenas implica considerações de longo prazo no que se refere a construções, mas também que esses edifícios sejam apreciados por causa da maneira pela qual contribuem para um “senso do lugar” e uma visão de conjunto da cidade.

Em uma abordagem físico-espacial da cidade têm-se definido os relacionamentos humano-ambientais que procuram vencer desafio do desenvolvimento sustentável e uma abordagem integrada e holística transcende os limites de tempo e espaço e visa assegurar como meta principal, mesmo que a longo prazo, a sustentabilidade do ambiente e a melhoria da qualidade de vida da comunidade.

Neste contexto, todo planejamento deve ser voltado para a comunidade e esta deve receber os seus benefícios, provenientes de um maior envolvimento da comunidade com este, proporcionando uma estrutura que eleve o padrão de vida dos residentes locais por meio dos benefícios econômicos gerados pelo desenvolvimento de uma infra-estrutura e pela oferta de instalações recreativas para os residentes e visitantes e com isso otimizar a satisfação dos mesmos.

O desenvolvimento local pode ser apoiado e realizado pela comunidade local, trazendo temas e eventos que atraem visitantes que, pelas experiências agradáveis e satisfatórias ajudam a valorizar a imagem que os habitantes têm do local e que também é percebida e valorizada por eles.

A revitalização urbana e a necessidade de novas iniciativas são um incentivo real para muitas cidades que podem reconsiderar suas estratégias de desenvolvimento e incluir o desenvolvimento do turismo urbano e a conservação e reutilização dos edifícios históricos, “re-descobrimo” novas oportunidades para o local.

Neste contexto, é pertinente avaliar o processo de construção de imagens dos lugares que tem como fatores determinantes: a ambiência, a herança histórica e cultural, os museus, as atrações turísticas, as atividades culturais, a segurança (manutenção), o preço, os restaurantes e o transporte (acesso).

Os benefícios mútuos para a cultura e o turismo estão levando ambos os setores rumo à definição de metas econômicas comuns. Dados os altos custos envolvidos na conservação da herança cultural e na exploração das instalações culturais é que se demonstra que os proventos do turismo são muito necessários.

O ciclo dinâmico da cultura e do entretenimento, nas suas diferentes formas e expressões, encontra incentivo e, em muitos casos, apóia o turismo. O turismo também pode ser visto como uma maneira de legitimação do apoio político, uma justificativa social (e econômica) e, principalmente, um meio de agilizar a conservação do patrimônio cultural.

“A cultura, na sua definição mais ampla, é vista como um recurso onipresente que pode ser desenvolvido num produto turístico” (ASWORTH, 1995 apud JANSEN-VERBEKE

e LIEVOIS, 2001.p.114). Para cada cidade existe uma história, e cada monumento tem sua história. Então, o potencial parece ser ilimitado. Além disso, o processo de transformação dos recursos culturais em produtos turísticos não é necessariamente um investimento caro.

Recursos herdados como elemento de atração de visitantes

Atualmente existe uma questão que é debatida sobre as políticas para a revitalização urbana, que é o fato de se explorar o potencial cultural dos distritos históricos urbanos. Renovar e desenvolver áreas comerciais decadentes, melhorar a qualidade dos edifícios e incrementar o setor habitacional nestas áreas históricas são prioridades de uma política de desenvolvimento.

Em verdade, existe uma ampla faixa de recursos culturais e históricos que pode ser transformada em atração, que pode ser demonstrada segundo o esquema abaixo:



Estas são etapas pelas quais pode caminhar tanto o residente de um sítio histórico, como um trabalhador (comerciante), como um visitante e/ou turista. Estas etapas permeiam o desenvolvimento sustentável, na medida em que o Patrimônio se torna conhecido e

interpretado pela sociedade, que, vivenciando sua história possibilita a revelação da identidade do lugar e a conseqüente agregação de valores e geração de atratividade para o uso sustentável do Patrimônio edificado.

Com base neste quadro teórico, selecionamos o Corredor Cultural, no Rio de Janeiro, como um recurso histórico, devido à sua importância como documento vivo da história carioca e ao respeito à memória da cidade.

Neste contexto, a preocupação com a identidade cultural do lugar e a apreensão do “sentido” do lugar e dos seus ícones vem agregada à experiência da visita e assim, passa de uma dimensão mais fluida para uma significativa realidade.

A singularidade de cada lugar e os ícones (marco histórico ou simbólico de uma cidade) são fatores que determinam o potencial de atração de uma cidade e estão relacionados com as características morfológicas dos edifícios históricos e o padrão de suas localizações dentro da cidade histórica. A análise para identificação desses aglomerados históricos é uma ferramenta para avaliar a multidisciplinaridade dos mesmos que, em alguns casos, não possuem nenhum uso direto para os visitantes (por exemplo, edifícios residenciais, escolas), mas ainda acrescentam algo ao lugar e ao conjunto histórico da cidade, por isso é importante se trabalhar não somente um edifício histórico, mas é preciso se trabalhar todo o seu entorno.

Assim, afirma Jansen-Verbeke e Lievois (2001.p.124) que a harmonia e a interação entre as atividades econômicas, em termos de espaço/uso, dependem geralmente da forma pela qual os aglomerados históricos são integrados, física e funcionalmente, ao sistema urbano.

O planejamento estratégico responsável com o objetivo da sustentabilidade precisa ser apresentado num estágio inicial deste processo, porque assim poderá se antecipar a possíveis conflitos e degradações no ambiente, chegando até mesmo a evitá-los, propondo medidas preventivas.

Jansen-Verbeke e Lievois (2001.p.132) comentam que o turismo histórico se encontra hoje numa encruzilhada importante: a missão de explorar na mídia a nostalgia, a autenticidade, a educação e o entretenimento de forma a enriquecer as experiências dos visitantes e salvaguardar os recursos históricos para as gerações do futuro e ainda servir de estimulante da economia urbana, acrescentando valor à vida ali.

3. O CONTEXTO URBANO E A PRESERVAÇÃO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

As intervenções urbanas no centro do Rio de Janeiro quase sempre buscaram uma solução física para os problemas da cidade e seus impactos tanto físicos quanto sociais foram maiores do que aparentavam. As transformações políticas e econômicas são referenciais e são retratadas nos planos urbanísticos reproduzindo espacialmente essas modificações estruturais da própria sociedade e irão, em maior ou menor grau, afetar as relações econômicas, sociais, culturais e espaciais das áreas atingidas.

Inúmeras transformações foram impostas ao centro do Rio de Janeiro como a reforma que o prefeito Pereira Passos executou na primeira década do século XX. Nesta obra se revela a passagem para uma nova era implementando um modelo de cidade republicana e cosmopolita, onde velhas ruas, vielas e becos abrem-se em grandes avenidas. Sobrados coloniais dão lugar a edifícios ecléticos que traduzem os estilos de diferentes matrizes européias, casas de cômodos e cortiços são demolidos para abrigar imponentes equipamentos culturais, novos serviços e o comércio se expandem.

BLYTH (1991.p.4), comenta que as mudanças não acontecem somente a nível da paisagem imediatamente perceptível aos sentidos. A eliminação de marcos referenciais urbanos tradicionais, aliada a alterações essenciais em aspectos da vida cotidiana, resulta no brusco desaparecimento de suportes da memória individual e coletiva, provocando a perda de características que proporcionam a possibilidade da construção do sentimento de identificação com o lugar vivido e vivenciado, colocando assim em risco a integridade do tecido social.

A concepção de modernidade associada à renovação urbana, que orientou a ação integrada posta em prática pelo poder público e pela indústria da construção civil, causou a destruição de elementos de referência de identidades sociais e culturais e do meio-ambiente natural e edificado.

“A população pobre é deslocada e o centro se torna progressivamente o lugar do dinheiro e do prestígio” (PINHEIRO, 1979.p.188). Nos anos 20, a demolição do Morro do Castelo permitiu a edificação de um novo espaço na área devastada do núcleo original da cidade. O traçado do urbanista Alfred Agache inaugurou a entrada do Brasil na era industrial, onde avenidas largas e os prédios institucionais da nova Esplanada do Castelo cumprem o seu papel nesta perspectiva de crescimento.

Na década de 40, a fisionomia do centro do Rio se modifica profundamente e “é carregada de um simbolismo de um Estado autoritário” (PINHEIRO, 1979.p.188) que com a construção da Avenida Presidente Vargas, provoca a demolição de centenas de prédios. Na cidade do Rio, as intervenções que foram realizadas ao longo do século XX tiveram como objetivo viabilizar seu crescimento e se baseavam no pressuposto de que haveria um contínuo e indiscriminado processo de expansão e adensamento da malha urbana e o Centro da cidade foi o principal local para essas intervenções. Houve, então, o desmonte do Morro de Santo Antônio e a erradicação da favela de Santo Antônio.

A partir de 1950, com a expansão das indústrias e, principalmente, da automobilística, instaura-se na cidade a fase rodoviária, com a construção de auto-estradas e de grandes viadutos. Segundo CARLOS (2002) a construção de grandes eixos viários nas décadas de 60 e 70, tais como as Avenidas Perimetral, República do Chile e do Paraguai e a Linha Lilás, acarretaram na destruição parcial do tradicional bairro do Catumbi e o arrasamento de expresso trecho da Cidade Nova.

Essas intervenções não conseguiram erradicar totalmente os bairros e áreas históricas do centro da cidade. Na maioria dos casos, esses espaços passaram a ser opções de alojamento barato para as classes pobres, juntamente com as favelas, abrigando pequeno comércio e indústrias de apoio. São exemplos os casos da Saúde, Gamboa, Santo Cristo, Santa Teresa e o entorno da Cruz Vermelha.

A inadequada adaptação de edificações históricas aos novos usos, e a improvisação concorreram, decisivamente, para a aceleração do processo de deterioração dos conjuntos arquitetônicos, juntamente com outros fatores, tais como a obsolescência das instalações sanitárias, das redes de distribuição de água, energia elétrica, coleta de esgotos, etc.

O uso residencial no Centro foi gradativamente banido a partir da década de 60, gerando novas edificações com ocupação predominantemente comercial. Este quadro contribuiu efetivamente para o esvaziamento dessas áreas em períodos de recesso das atividades comerciais, agravando o quadro de deterioração urbana onde se intensificou a degradação do patrimônio edificado.

O precário equilíbrio espacial do centro da cidade é assim rompido. A economia se expande e se concentra nos grandes centros urbanos e no núcleo do Rio. As construções se verticalizam com escala e aparência internacionalizada e pouco diversificada. (PINHEIRO, 1981.p.188).

Em uma análise mais profunda destas intervenções o arquiteto Pinheiro (1991) registra determinados aspectos que refletem a dinâmica destas intervenções:

- O **aspecto histórico** – através do qual se verifica a coincidência dos planos urbanísticos com os períodos de transformações políticas e sociais do país.
- O **aspecto econômico** – a concentração de atividades e funções homogêneas substituem gradativamente a multiplicidade de usos.
- O **aspecto ideológico** – a partir do qual cada novo plano introduz uma lógica oposta à anterior e os espaços renovados simbolizam o progresso e a ordem, enquanto que os antigos são vistos como doentes, caóticos e descartáveis.
- O **aspecto cultural** – onde a reconstrução cíclica da cidade demonstra uma incessante busca do futuro e uma permanente negação do passado.

Pinheiro (1991) em uma análise final destes aspectos resume o resultado espacial no centro do Rio da seguinte maneira:

- uma área central de negócios restrita, densa de edificações modernas que abriga atividades financeiras de grande porte ao longo das avenidas largas e rua regulares do espaço renovado,
- diversas áreas contíguas ao centro financeiro nas quais predominam o casario eclético e o pequeno comércio, diversificado em ruas estreitas que resistiram às inúmeras intervenções no século passado e
- os lugares público, praças e largos totalmente comprometidos pela circulação de veículos que ocuparam quase todos os locais disponíveis com pistas e estacionamentos.

3.1 - O Projeto Corredor Cultural

A abertura política no final dos anos 70 fez proliferar as associações de moradores que se manifestaram contra a permanente deterioração o centro da cidade do Rio, e entre outras reclamações uma delas foi o descaso do governo no trato do espaço ambiental. Esses movimentos, segundo Pinheiro (1979.p.189), “assumiram uma característica especial no Rio de Janeiro, onde a beleza de sua paisagem natural e o importante acervo arquitetônico transpassaram através da história.”

Nessa ocasião, a população e a imprensa reclamavam da descaracterização da cidade e a insatisfação permeava alguns setores do aparelho do governo, gerando novas idéias a respeito do planejamento urbano. Surge em 1979, na Prefeitura do Rio, o projeto Corredor Cultural, criando múltiplas dimensões para o espaço urbano e o interesse na preservação de suas atividades.

Vale a pena aqui transcrever o que o arquiteto Gustavo Giovannoni em 1913 (apud COELHO, 1992.p.34) preconizou a respeito da proteção aos sítios e conjuntos urbanos – “Para o conhecimento e a valorização da grande documentação histórica traduzida em pedra que se encontra nos velhos centros, o pequeno acervo de suas casas tem valor muitas vezes maior que os grandes monumentos”.

Neste momento, num ambiente de renovação e um clima político favorável o Projeto Corredor Cultural como um documento, tratava da questão da preservação do ambiente urbano, não apenas de prédios isolados, mas de um conjunto, ou seja, da ambiência na área do Centro do Rio de Janeiro.

A questão da preservação agora se concretiza no tempo e no espaço, e à medida que o espaço adquire definição e significado se transforma em lugar e a abordagem da herança urbana configura-se na experiência cotidiana, ou seja, o lugar concreto não está desvinculado do contexto da cidade, assim como o seu tempo, que agora adquire um novo ritmo.

Sob a denominação de Projeto Corredor Cultural, a administração do município tem como objetivo básico criar condições para a revitalização de atividades culturais e recreativas na área central, bem como garantir a qualidade ambiental, a diversidade arquitetônica, a multiplicidade funcional e a especialidade social, econômica e cultural dos espaços diferenciados que compõem a área central da cidade.

A denominação do projeto deve-se à coincidência espacial entre a localização de significativas edificações de interesse histórico que abrigam atividades culturais de caráter institucional, e os principais percursos realizados por pedestres no espaço da área central.

Ao garantir a proteção jurídica dos conjuntos arquitetônicos ameaçados em sua permanência, o Projeto Corredor Cultural, introduz, no âmbito das políticas urbanas, a possibilidade da compatibilização entre as demandas por desenvolvimento econômico e a necessidade social de preservação do patrimônio cultural.

Assim, apresenta-se a possibilidade de reunir Planejamento Urbano e Preservação do Patrimônio Cultural, numa mesma abordagem, conceitual e prática, o que nos permite ampliar esta visão a agregar valores - o valor turístico, por exemplo, que poderá vir a ser incluído no

planejamento urbano como fator de sustentabilidade para a manutenção dos suportes da memória individual e coletiva - o patrimônio edificado.

As sucessivas transformações de nossa sociedade contemporânea exercem uma efetiva ação sobre o patrimônio cultural que é diferente daquelas provocadas pela natureza ou somente pelo homem. Tal ação decorre do próprio desenvolvimento social e econômico da sociedade. COSTA PINTO (apud COELHO, 1992.p.45) assinala esse desenvolvimento por “uma experiência histórica, viva e profunda, na qual a nação, como um todo, está envolvida e interessada. O laboratório em que esta experiência ocorre é a História. A matéria-prima é a sociedade.”

As transformações na sociedade nos conduzem ao encontro e ao reconhecimento de nossa identidade cultural e “significa um passo fundamental em direção ao desenvolvimento, fator preponderante de libertação, independência cultural, na sua mais ampla acepção, na qual se inserem também os aspectos econômicos e políticos” (ALCÂNTARA, 1984 apud FONTES, et al 1986.p.51).

Assim, considera-se com básico que cada pedaço da cidade, cada bairro se constitui uma unidade específica, com características próprias, que deve ser pensado dentro de seus próprios limites, descobrindo e reconhecendo suas potencialidades, sua forma, seu desenho, o modo de viver de seus habitantes, sem, no entanto deixar de considerar a cidade como um todo. Já disse LYNCH (1985, apud FONTES, et al 1986.p.51): “A identidade é o grau em que uma pessoa pode reconhecer ou recordar um sítio como algo diferente de outros lugares, enquanto tem um caráter próprio vivido, ou excepcional ou ao menos particular”.

Neste momento quando se estuda a cidade e mais especificamente uma “unidade espacial identificável” (ALEXANDER, 1980 apud FONTES, et al 1986.p.51) vê-se eu Preservação e Desenvolvimento são atividades que podem e devem caminhar juntas, aliadas, “reconciliadas”.

À medida que a sociedade se desenvolve – “O desenvolvimento é um processo, o desenvolvimento não é um momento, um acontecimento ou um instante” (COSTA PINTO, apud COELHO 1982.p.45) – e como tal deve se relacionar de forma integrada, interligada com a preservação dos bens culturais dessa mesma sociedade.

O Projeto Corredor Cultural para Campofiorino (CARVALHO, 1983) implica, urbanisticamente, em um certo sentimento do que seja o espaço público, a rua, a praça, o logradouro. A cidade é, como a cultura, de natureza cumulativa e é essa qualidade que o projeto procura preservar – a qualidade de vida na rua, por isso ele é um projeto cultural.

Afirma ainda: “Só existe Corredor Cultural e só existe um centro histórico em qualquer lugar do mundo, na medida em que as atividades são misturadas”, onde existe a Diversidade.

“Para entender uma cidade temos que nos ocupar rápida e absolutamente do essencial, do fenômeno primário: as combinações, a mistura de usos, e não a separação, o isolamento deles” já dizia JACOBS (1973.p.155 apud FONTES, et al 1986.p.53).

A preservação de determinadas edificações e sua manutenção permite que pessoas de diferentes necessidades, padrão econômico ou modo de vida possam morar ou utilizar os diversos equipamentos urbanos. Estas edificações se destacam pela qualidade do ambiente que proporcionam por sua composição, ambientes de qualidade muitas vezes superiores aos novos projetos.

Existe um outro aspecto que diz respeito à variedade dos usos comerciais e de serviços. Determinados tipos de usos tais como livrarias, bares, lojas de consertos, chaveiros, sapateiros, gráficas, etc, garantem a diversidade, a sustentabilidade e a própria conservação dos imóveis.

Uma observação interessante é feita por Caúla (CARVALHO, 1983.p.26) que a área do Corredor Cultural corresponde exatamente aos caminhos dos pedestres no Centro da cidade. Na Praça da República, a estação Pedro II provoca o deslocamento do pessoal em direção ao Saara, ao setor de negócios e finanças. Na Praça XV, é o fluxo dos terminais das barcas e no Passeio Público, o terminal de ônibus origina ao caminho dos pedestres em direção à Cinelândia, à Rua 13 de Maio, etc.

Isto faz com que as pessoas criem uma relação com estes lugares, com as ruas, que em algum momento as observam mais cuidadosamente e as percebem de modo diferenciado passando, quem sabe, a guardá-las e interpretá-las dentro do contexto urbano e histórico.

O Corredor Cultural nasceu segundo Mourão (CARVALHO, 1983.p.28) da vontade da comunidade carioca que vive o Centro da cidade como local de moradia, de trabalho e de lazer e da vontade de preservar a cidade, sua identidade e sua memória.

A Legislação e a Preservação

A Legislação urbana do Rio de Janeiro se desdobra em dois instrumentos principais – o zoneamento e o parcelamento – que regulam os usos e as condições de edificações nos lotes. Como instrumentos complementares existem ainda o Projeto de Alinhamento ou PA e o Projeto de Loteamento ou PAL. A partir desses instrumentos fundamentais e extremamente

adequados foi possível definir as propostas do Corredor Cultural, nas quais a preservação dos conjuntos arquitetônicos foi preponderante (PINHEIRO, 1979.p.190).

O Plano de Alinhamento também foi utilizado como instrumento de harmonização da morfologia arquitetônica diferenciada entre o tecido urbano antigo e o moderno e como instrumento de reciclagem de áreas, reorganizando e distribuindo espaços que poderão conter ruas de pedestres, praças e futuras edificações.

Foram fixados os limites do Plano de Preservação Paisagística e Ambiental para as áreas consideradas de interesse histórico e arquitetônico localizadas no Centro da cidade e a Lei do Corredor Cultural passou a ter efeito quase de tombamento. Determina parâmetros para a execução de obras em quase 1300 imóveis preservados, e estabelece condições de edificação para outras áreas consideradas renováveis, compatibilizando-as com o ambiente preservado.

Acredita-se que medidas propostas pelo Corredor Cultural possam contribuir para o maior conforto dos usuários e para a dinamização do comércio local. Considera-se que determinadas áreas do Corredor Cultural como, por exemplo, a Praça XV, o Largo de São Francisco, o Largo da Lapa e outras áreas menores dentro desse miolo, que fazem a manutenção da ambiência histórica do lugar, merecem uma abordagem especial, em primeiro lugar por se tratarem de locais de grande fruição para a população que reside, trabalha ou simplesmente circula pelo Centro da Cidade, onde transitam diariamente cerca de 2.000.000 de pessoas (PINHEIRO, 1979.p.193), e em segundo lugar por se tratarem de sítios históricos de grande potencialidade turística.

Ao longo da implantação do projeto, o apoio da imprensa e das associações de comerciantes do Centro da Cidade foi fundamental para a aceitação e o sucesso do Projeto Corredor Cultural.

Na etapa atual cabe aos técnicos do Corredor Cultural a fiscalização do cumprimento das normas e o assessoramento aos proprietários de imóveis na elaboração de projetos e na execução das obras.

Segundo Pinheiro (1979.p.198-199-200), os problemas que mais ocorrem no processo de recuperação da arquitetura e da ambiência local são detectados pelos técnicos e concentram-se os seguintes pontos:

- A aceitação por parte dos proprietários de que os custos dos investimentos na recuperação dos imóveis podem ser recuperados e exercer um grande atrativo para a valorização das atividades existentes.
- Encontrar a solução adequada para o tratamento de imóveis muito descaracterizados. Nestes casos os técnicos têm encaminhado os projetos no sentido de marcar o período de intervenção, usando materiais e desenhos atuais em substituição àqueles cujo registro se perdeu (esquadrias, ornatos, gradis, etc). Alguns elementos superpostos à arquitetura original, como marquises, são obrigatoriamente retirados, pois além de serem posteriores à construção dos prédios, impedem a visibilidade de elementos morfológicos fundamentais das edificações (bandeiras, portas, ornatos, etc).
- A reposição de alguns elementos originais que com o passar do tempo foram sendo retirados. É o caso das portas (colunas) do térreo que foram suprimidas deixando praticamente livres de quaisquer empecilhos à visibilidade anterior. Inicialmente pensou-se em recuperar tais elementos, o que causou grande repúdio dos proprietários, já que se trata de um traço marcante do comércio local, principalmente no SAARA. Assim, em respeito a essa prática que assume características culturais, é permitido aos proprietários manterem os vãos abertos, sem colunas, desde que não comprometam a arquitetura preservada. A reposição desses elementos é recomendada somente em casos especiais.
- Existe o cuidado especial na implantação de uma nova edificação nos lotes vazios das áreas preservadas considerando projetos que se harmonizem com a linguagem existente, ou seja, com a manutenção do ritmo das fachadas preservadas na vizinhança, e na proporção das alturas dos vãos de abertura e sua manutenção no interior do edifício.
- A pintura das fachadas e o cuidado com as relações entre as cores.
- A coloração de letreiros e anúncios compatíveis com o ambiente preservado e que respeitem os padrões arquitetônicos das edificações.

Na época em face desses problemas foi elaborado um Manual - Corredor Cultural: como recuperar, reformar ou construir (1995), contendo explicações sobre os procedimentos administrativos e técnicos que ocorrem quando da execução de obras no Corredor Cultural.

A proposta do Corredor Cultural, assim como toda ação que visa a preservação de um patrimônio, de um bem cultural, vem se desenvolvendo apesar das inúmeras dificuldades que existem e a idéia de recuperação e revitalização do patrimônio histórico do Centro do Rio de Janeiro está se processando e acaba por englobar os técnicos, os proprietários e usuários dos imóveis e os pesquisadores que, como não poderia deixar de ser, em uma ação conjunta e interdisciplinar, buscam incessantemente soluções mais adequadas para que se efetive as ações de recuperação do Centro da cidade e, principalmente, se concretize a idéia da preservação da Memória da Cidade do Rio de Janeiro.

Criação das APAC da cidade do Rio de Janeiro

Ao longo do século XX, a definição de critérios de proteção de ambientes urbanos extrapolou as fronteiras dos monumentos transformando-se em objeto de reflexões e debates internacionais que geraram importantes referências teóricas acerca da questão da proteção do patrimônio cultural.

A Carta de Veneza de 1964 destacou, pela primeira vez, o sítio urbano como monumento, capaz de dar testemunho de uma civilização ou acontecimento histórico. Propôs ainda, a inédita preocupação da proteção e salvaguarda das “obras arquitetônicas mais modestas”. Aqueles que, em conjunto, assumiram significação cultural e ao fim da década de 70 o pensamento contido na Carta de Veneza evoluiu e chegou até o conceito de “conjunto histórico ou tradicional”.

Segundo a Carta de Nairobi de 1976, a idéia de “conjunto histórico” deve conter construções e espaços urbanos. Arelado a ela, o conceito de “ambiência” contempla paisagens naturais ou construídas, que influenciam na percepção estática ou dinâmica de conjuntos históricos. Esses elementos devem ser levados em consideração quando se pensa na preservação e proteção de áreas históricas.

No Brasil, o debate da questão é materializado na Carta de Petrópolis, fruto do 1º Seminário Brasileiro para a Preservação e Revitalização de Centros Históricos, ocorrido em 1987. Nela foi enunciado o conceito de Sítio Histórico Urbano (SHU) que consiste do contexto formado por paisagens, naturais e construídas, “assim como a vivência de seus habitantes num espaço de valores produzidos no passado e no presente, em processo dinâmico

de transformação, devendo os novos espaços urbanos ser entendidos na sua dimensão de testemunhas ambientais em formação”.

Hoje, temos a consolidação dos critérios adotados anteriormente para esta questão na Carta de Cracóvia 2000, a qual reconhece que “O patrimônio arquitetônico, urbano e paisagístico assim como os elementos que o compõem, são o resultado de uma identificação com vários momentos associados à história em seu contexto sócio-cultural.”

No Rio de Janeiro, a percepção da necessidade de intervir de forma mais abrangente em tecidos urbanos, consolidados em decorrência do questionamento do modelo de planejamento até então adotado, concretizou-se no final da década de 1970, no âmbito da administração municipal, com o Projeto Corredor Cultural. Esta foi a primeira experiência, nesta cidade, na qual a renovação foi condicionada à proteção de conjuntos urbanos comprovadamente significativos. (CARLOS, 2002).

Os limites da área do Corredor Cultural foram determinados por um Projeto de Alinhamento (PA), tendo em vista a inexistência de instrumentos urbanísticos específicos.

Na mesma época ocorreram movimentos sociais organizados no âmbito dos moradores dos bairros da Saúde, Gamboa e Santo Cristo e depois em Santa Teresa, que resultaram na criação de mais duas áreas de proteção.

Em 1986, foi definido e regulamentado o primeiro instrumento urbanístico de proteção de áreas urbanas da cidade: a Área de Proteção Ambiental (APA) que originalmente era utilizada na proteção de ambientes naturais e foi adotada aos propósitos de proteção do patrimônio cultural e urbano.

Mais tarde, em 1992, diante da evolução do conceito de patrimônio urbano e em especial do de ambiência como fora enunciado na Carta de Nairobi, a APA foi aperfeiçoada transformando-se em Área de Proteção do Ambiente Cultural (APAC).

A APAC é um instrumento aplicável em áreas urbanas que apresentem “relevante interesse, cultural e características paisagísticas notáveis, cuja ocupação deva ser compatível com a valorização e proteção da sua paisagem e do seu ambiente urbano e com a preservação e recuperação dos seus conjuntos urbanos”.(CARLOS, 2002).

Agregados ao novo conceito de proteção ambiental urbano, estão conceitos de bem preservado e o de bem tutelado. A criação de mais dois graus de proteção, além do tombamento, possibilitou uma maior abrangência e eficácia na preservação de ambientes urbanos relevantes para a cidade.

Segundo o Plano Diretor da Cidade o bem preservado é a edificação que:

- seja parte de conjunto de bem de valor cultural na área na qual está inserido;
- apresente características morfológicas típicas e recorrentes na área na qual está inserido;
- constitua-se em testemunho de várias etapas da evolução urbana da área na qual está inserido;
- possua inequívoco valor afetivo coletivo ou se constitua em marco na história da comunidade.

Os imóveis tutelados são passíveis de renovação. A nova edificação deverá ser, obrigatoriamente, compatível em termos estilísticos com as demais edificações protegidas.

Atualmente existem mais de 26 APAC que se estendem desde a Zona Sul à Zona Oeste da Cidade e que preservam parte expressiva da memória urbana e arquitetônica carioca. Ao todo são mais de oito mil imóveis preservados em toda a cidade.

Os conjuntos arquitetônicos preservados guardam, quase sempre, inconfundíveis influências de diferentes correntes estilísticas registradas por arquitetos e construtores ao longo da segunda metade do século XIX até meados do século XX.

A vida social que dá conteúdo e empresta identidade dos lugares manifesta-se na defesa de sua existência, de acordo com o seu tempo e sua história. A prática da preservação da herança urbana é recente no nosso país, mas atitudes concretas vêm sendo tomadas contribuindo para a permanência e a compreensão da nossa identidade.

O objetivo desta análise é, partindo da escala da cidade do Rio de Janeiro, chegar aos espaços diferenciados que compõem sua área central, no interior da qual encontra-se localizado o lugar concreto que dará suporte físico e histórico à investigação desta dissertação.

3.2 - Localização Geográfica - Regiões do Corredor Cultural

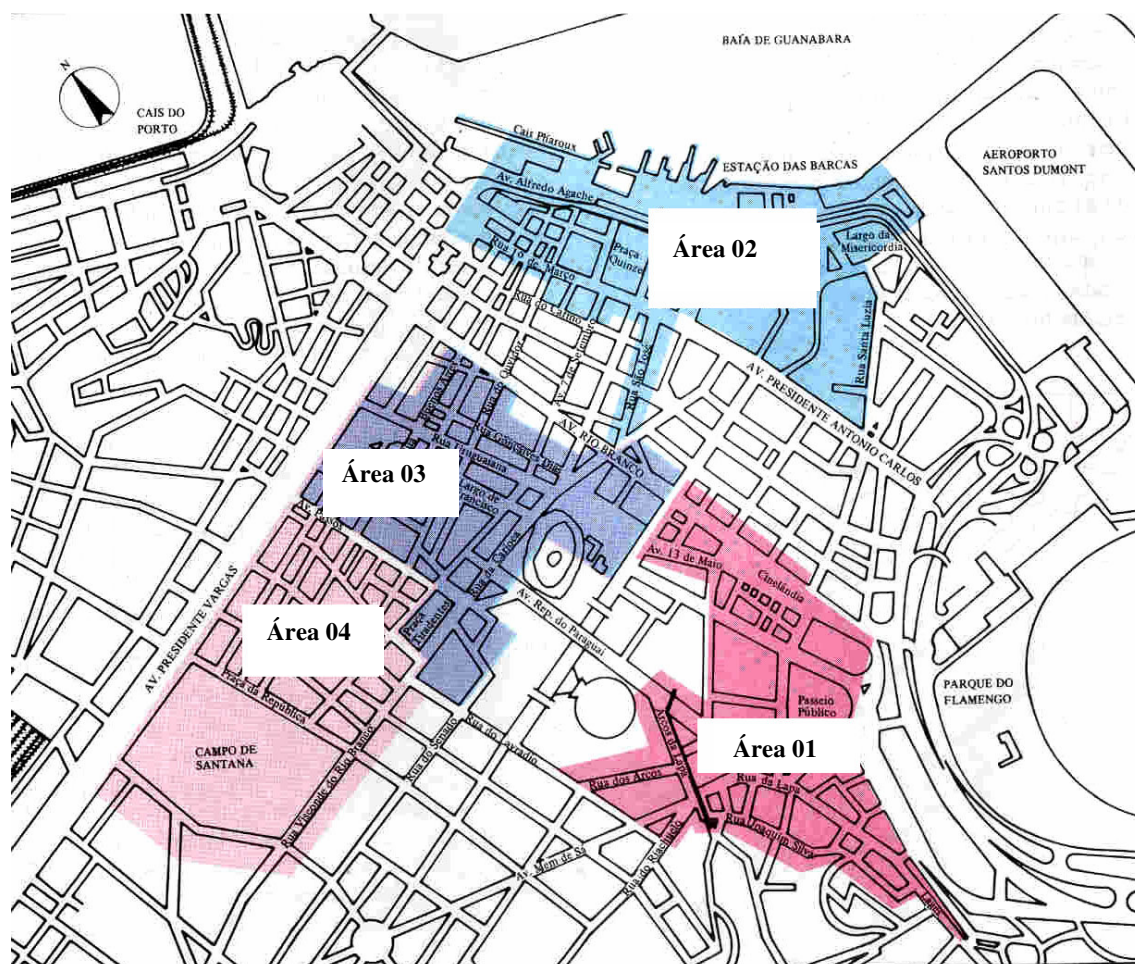


Figura 42- Corredor Cultural: Áreas 1 a 4. Fonte: Corredor Cultural, 1979.

Áreas do Corredor Cultural:

Área 1: Lapa-Cinelandia

Área 2: Praça XV

Área 3: Largo de São Francisco

Área 4: SAARA

4. O SAARA NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

A cidade pode ser considerada como o resultado de acréscimos e substituições sucessivas e, como comenta Blyth (1991. p. 36) é a expressão do acúmulo de tempos, materializada na coexistência de formas de idades diferente, que respondem às distintas necessidades sociais que compõem a totalidade urbana.

Consideramos o SAARA um lugar singular no contexto da área central da cidade do Rio de Janeiro e, por isso, o tomamos como suporte físico para as investigações desta dissertação.

O SAARA é espacialmente constituído pelo quadrilátero compreendido entre a Avenida Presidente Vargas (lado ímpar) e a Rua Buenos Aires, na direção Norte /Sul, e entre a Rua dos Andradas e a Praça da República na direção Leste/Oeste. As demais ruas que compõem a área são: Alfândega e Senhor dos Passos, paralelas cujos traçados percorrem a direção Leste/Oeste e as transversais Conceição, Avenida Passos, Gonçalves Ledo, Regente Feijó e Tomé de Souza. As ruas mais importantes, dada a extensão, são Buenos Aires, Senhor dos Passos e Alfândega.

O recorte, para efeito deste estudo está inserido e delimitado pelo espaço administrado pela SAARA, que vem a ser a sigla da Sociedade dos Amigos da Rua da Alfândega e Adjacências. A partir da fundação da SAARA, em 1962, o lugar tornou-se conhecido pelo nome decorrente desta sigla. Assim sendo, faremos referência à Associação na forma “a SAARA”, enquanto que o lugar geográfico será referido na forma “o SAARA”.

Anteriormente, o lugar integrou a Freguesia do Sacramento, criado em 1826. A partir de meados do século XIX, as freguesias centrais, entre as quais estava incluída a do Sacramento, eram também denominadas de “Cidade velha”. No Plano Agache (1930-1931), que em síntese pretendia introduzir ordem e beleza na cidade, utilizando critérios de estratificação funcional e social, refere-se ao SAARA como o bairro do Sacramento.

No dia 5 de outubro de 1962 formou-se a primeira diretoria da SAARA, que desde então, trata-se de uma entidade sem fins lucrativos, que tem como objetivo administrar os serviços de limpeza das ruas, coleta de lixo, transporte de mercadorias, propaganda e policiamento, além de estabelecer o contato necessário com as autoridades, em nome da comunidade dos comerciantes ali estabelecidos (BLYTH, 1991.p. 61).

É importante destacar que a fundação da SAARA serviu como exemplo de resistência social contra a violência histórica praticada pelo poder público em nome da modernização da cidade, em detrimento da herança urbana. Segundo Blyth (1991.p. 87), a fundação da SAARA constitui-se em fator fundamental para o processo de cristalização do espaço urbano.

Em 1979, na gestão do Prefeito Israel Klabin, iniciou-se os estudos para o projeto, que foi transformado em lei municipal de preservação e revitalização do centro na gestão do Prefeito Jamil Hadad, em 1984.

Com o objetivo de obter subsídios técnicos para a orientação das obras de recuperação dos prédios, foi realizado o “Levantamento Arquitetônico do SAARA”, sob a coordenação do arquiteto Antônio Pedro Alcântara. Foram fichados cerca de 800 prédios, discriminando suas características arquitetônicas, o estado de conservação, as possíveis descaracterizações havidas e detalhes de construção. (BLYTH, 1991.p. 69).

A arquiteta Blyth (1991) relata em sua dissertação “Cristalização Espacial e Identidade Cultural: Uma abordagem da herança urbana” que foi promovida pelo Instituto Municipal de Arte e Cultura, no âmbito do projeto Corredor Cultural, em 1982 a exposição “Museu de Rua – História do SAARA”, na Praça Monte Castelo. Grande parte do material fotográfico foi cedida pela comunidade, que contribuiu, também, com inúmeros depoimentos de imigrantes que se radicaram na área. As fotos reproduziram não apenas aspectos arquitetônicos ou o comércio da área, mas incluíam, também, imagens de famílias inteiras reconstituindo o ambiente e a culturas locais.

O patrimônio cultural adquire uma nova concepção e novos contornos começam a surgir. Deixa-se de considerar como merecedores de proteção apenas os objetos definidos com obras de arte, relíquias e edificações representativas de fatos oficiais memoráveis e datados de valor excepcional. O aspecto social ganha importância, ao considerar-se a necessidade da preservação de todos os bens de natureza material e imaterial, potencialmente capazes de servirem de referência à manutenção da memória, da identidade e da ação dos diferentes grupos humanos.

No âmbito do espaço urbano, o patrimônio cultural é concebido como sendo composto por sítios ou conjuntos arquitetônicos que não podem ser dissociados de seu conteúdo humano, enquanto expressão de modos de vida específicos.

A preservação do tecido espacial, enquanto suporte físico de atividades tradicionais e vitais para um determinado grupo humano, possibilita a preservação da integridade do próprio tecido social.

4.1 - O SAARA

A ocupação urbana da área ocorreu no fim do século XVIII. A configuração espacial, entretanto, é originária do início do século XIX, quando ocorre o primeiro processo de expansão da cidade, embora ao longo daquele século tenha havido retificação e alargamento de ruas estreitas, com quadras divididas em lotes estreitos e de profundidade extensa, configurando a malha viária.

Predominam edificações de dois e três pavimentos, sendo na atualidade ocupadas, em sua maioria, por estabelecimentos que têm como atividade o comércio.

Os comerciantes estabelecidos se apropriam de modo singular da estrutura espacial configurada pela malha viária e pelas edificações. Utilizam a rua como elemento fundamental para o tipo de comércio praticado, com as atividades de vendas desenvolvidas no pavimento térreo com integração entre o interior dos estabelecimentos e a rua, de uso exclusivo de pedestres. (exceto a Rua Buenos Aires).

Como observa Blyth (1991.p. 73) existe relativa homogeneidade quanto às formas arquitetônicas, não apenas pelas dimensões dos prédios, mas também pelo predomínio estilístico do ecletismo, cuja principal característica é a profusão de ornamentos sobre as fachadas.

Configura-se uma mescla de estilos originários de distintos países europeus e apropriam-se de elementos formais, produzidos em diferentes momentos da história da arquitetura. O Ecletismo vigorou no Rio de Janeiro último quarto do século XIX e na primeira década do século XX. Constituiu-se no resultado da conjugação do trabalho de operários imigrantes: portugueses trouxeram a arte do trabalho de cantaria (pedra aparelhada) e da marcenaria; italianos dominavam a arte dos ornatos em estuque. Este aspecto contribuiu de forma significativa para a formação social da cidade, bem como representa a expressão do domínio de determinadas técnicas construtivas.

Blyth (1991.p. 73) destaca também que embora predomine no conjunto edificado do SAARA o estilo eclético, não se pode afirmar que todos os prédios tenham sido construídos no período correspondente à sua vigência, enquanto valor estético dominante no Rio de Janeiro. Isto porque, muitas vezes, os elementos formais que caracterizam este estilo foram superpostos à fachada de edificações originárias do período em que vigorou o estilo

neoclássico, introduzido pela Missão Francesa, na primeira metade do século XIX. Por sua vez, em muitos casos, os elementos característicos deste último estilo já haviam sido acrescidos a fachadas de prédios construídos no período colonial. Pode-se encontrar prédios que apresentam elementos dos três períodos citados, conferindo à área importante significado como testemunho da dinâmica da história da arquitetura no Rio de Janeiro.

Ocorreram mudanças nos usos das edificações a partir da década de 50 e, apesar de terem sofrido alterações na aparência dos prédios, as características básicas foram mantidas, devido, paradoxalmente, aos próprios elementos modernizadores utilizados em maior intensidade como as placas que encobriam as fachadas. Pelas características técnicas de fixação destas placas que eram superpostas às fachadas, de um modo geral, os ornatos característicos do ecletismo permaneceram praticamente intactos.

Com a implantação do Projeto Corredor Cultural, no final da década de 80, cerca de 30% das fachadas haviam recuperado suas características ecléticas, revelando a relativa homogeneidade arquitetônica do SAARA.

4.2 - A questão do uso no SAARA

O valor atribuído ao SAARA pelos comerciantes está claramente vinculado à possibilidade da permanência das atividades econômicas, desenvolvidas naquele espaço específico.

Percebe-se que o significado do lugar ultrapassa os limites das motivações estritamente comerciais. A história de vida de grande parte dos comerciantes constitui a história do lugar e, ao mesmo tempo, o lugar é parte integrante da vida das pessoas.

Os comerciantes do SAARA o definem como “o maior e mais antigo Shopping Center do Brasil”.

Predominam prédios de dois ou três pavimentos, sempre contíguos e de reduzida largura. As lojas localizam-se, basicamente, ao nível das ruas, sendo estas estreitas e, em sua maioria, de uso exclusivo de pedestres. Os pavimentos superiores, em geral vinculados à própria loja, são utilizados como depósitos para a estocagem de mercadorias, como escritórios, ou para a produção de artigos comercializados no local.

Existe uma estreita relação entre a afluência de visitantes, de consumidores e de trabalhadores no SAARA, no que se refere à intensidade e ao papel sócio-econômico, e à

localização desta área central, face à acessibilidade decorrente dos diversos meios de transporte coletivos que a ligam às distintas partes da Região Metropolitana.

É comum os comerciantes pendurarem mercadorias nos vãos de entrada das lojas, ou exporem-nas em balcões removíveis dispostos na rua, oferecendo aos potenciais consumidores a possibilidade de tocá-las. Este apelo ao consumo confere ao SAARA uma atmosfera singular tanto no aspecto visual quanto no aspecto sonoro.

Os vendedores colocam-se em pé, à entrada das lojas, muitas vezes anunciando em alta voz as ofertas a bom preço e convidando os transeuntes a entrarem. Suas vozes se misturam às músicas e anúncios publicitários transmitidos, ininterruptamente, pelo sistema de alto-falantes dispostos ao longo das ruas. A programação sonora começa com o Hino Nacional e, pelos alto-falantes, são dadas as boas-vindas aos trabalhadores e aos visitantes e clientes, inclusive em outros idiomas.

As ruas do SAARA são percorridas a pé, servindo de ligação entre terminais que atendem a diversos meios de transporte – trem, metrô, ônibus. De um modo geral, são os segmentos de baixo e médio poder aquisitivo que utilizam diariamente estes terminais. O intenso fluxo de pedestres nas ruas do SAARA está relacionado à localização destes terminais nas suas imediações.

No entender de Blyth (1991), o ritual de compras no SAARA denota contraste em relação a outros centros comerciais. No SAARA a competição é explicitada em todos os momentos e configura-se em característica cultural do lugar.

Quanto aos produtos comercializados, predominam os artigos de vestuário, tecidos, armarinho e brinquedos. As atividades produtivas encontram-se presentes sob a forma de confecção de peças de vestuário e artigos de couro ou similares (bolsas, sapatos e cintos). Ocorre uma proximidade entre o local de produção e o local de comercialização – geralmente no mesmo prédio.

A atividade comercial no SAARA tem sua existência desde o final do século XIX.

Outro aspecto que confere singularidade ao SAARA é com relação aos segmentos sociais que transitam por suas ruas e também pela presença entre os comerciantes de diversas origens étnicas, provenientes de vários continentes, o que configura a característica essencial da identidade cultural do lugar.

Diante disto, Blyth (1991.p 95) analisa: “A interação entre os grupos étnicos que compartilham o espaço de construção e reconstrução constante da cultura e da identidade

étnica, que se manifestam nas decisões, tanto ao nível do cotidiano quanto em situações dramáticas, gerando então, a resistência pela auto-preservação coletiva”.

4.3 - Uso comercial - SAARA e imediações

O Corredor Cultural, situado no centro do Rio de Janeiro, será o suporte para o desenvolvimento da pesquisa por ser considerado uma área de valor histórico e cultural de grande importância para a preservação da memória da cidade. Buscou-se delimitar dentro do Corredor Cultural uma área específica, a região do SAARA, que inclui edifícios comerciais em cujas fachadas foi utilizada a pedra como material de embasamento, corpo e coroamento.

As principais características da região do SAARA são as seguintes:

- Setor de Comércio.
- Limitado pelas Ruas Visconde do Rio Branco, Praça de República, Presidente Vargas e Av. Passos.
- Caracteriza-se por sua área tradicional de comércio varejista do Centro da cidade, abrigado em prédios de 2 pavimentos (em sua maioria do início do século XX) e com intensa movimentação, o que confere a ambiência especial que lhe é característica.
- Há inúmeras ruas de pedestres recentemente pavimentadas.
- Muitos bares e restaurantes típicos complementam a imagem da área.
- Possui 4 Igrejas em seu interior e uma Praça (Tiradentes) em torno da qual se distribuem em terminal de ônibus, cinema, teatro, restaurantes, gafieiras e bares.
- A estação Presidente Vargas do Metrô está localizada em seu interior (Rua Regente Feijó) com movimento previsto de 7.300 passageiros por hora.
- Existe, para um segmento de área (Alfândega e Senhor dos Passos) uma Associação dos comerciantes (SAARA) que contribui para a manutenção e dinamização das atividades comerciais instaladas.
- Comércio Varejista de roupas e utilidades domésticas

O comércio diversificado, principalmente varejista, fica distribuído ao longo das ruas de pedestre e define a característica desta área. Em algumas ruas ocorre o agrupamento de atividades similares: na Rua República do Líbano existe o comércio de artigos e equipamentos eletrônicos, na Rua da Alfândega e Senhor dos Passos, o comércio de roupas e assim por diante.

- Este espaço urbano destaca-se do resto da cidade pela geometria de repartição de seus lotes e pela regularidade de seu traçado com a divisão das quadras em lotes estreitos e de grande profundidade.

- A transição entre as altas edificações modernas na Área Central de negócios e o conjunto arquitetônico do SAARA e do Largo de São Francisco é feita pela Rua Uruguaiana e seu limite extremo é constituído pelo Campo de Santana, que divide a parte mais antiga da cidade e sua expansão em direção à Zona Norte.

- A presença de espaços como o Largo de São Francisco, Praça Tiradentes, Largo da Carioca e Campo de Santana são recortes nesta paisagem que servem como ponto de referência para seus usuários.

4.4 - Região do SAARA: Área em estudo

Rua da Alfândega, Rua Senhor dos Passos, Rua Buenos Aires e Rua da Conceição.

A área em estudo neste trabalho compreende as Ruas da Alfândega, Senhor dos Passos e Buenos Aires, delimitadas em um extremo pela Praça da República e no outro pela Rua dos Andradas, estando ainda incluída nesta avaliação a Rua da Conceição no trecho que vai desde seu início na Rua Luis de Camões até a Rua da Alfândega.



Figura 43 - Região do SAARA em destaque: Rua da Alfândega, Rua Senhor dos Passos, Rua Buenos Aires e Rua da Conceição. Fonte: Guia de ruas Maptel 2003.

Inseridos na área em estudo, bem como no seu entorno mais imediato, destacamos a existência de elementos de grande beleza e valor religioso, artístico e arquitetônico que apresentam com destaque o uso da pedra em seus elementos de fachada e em seu interior.

Este conjunto de bens carrega consigo evidências físicas de um tempo passado e foi incorporado aos hábitos da população que com ele interage. Nesta área é possível identificar monumentos individuais ou conjuntos arquitetônicos que caracterizam sua unidade potencial, ou seja, evocam o “espírito” do lugar.

Estão localizados nesta área vários bens patrimoniais, alguns inclusive tombados nas estâncias municipal, estadual e federal, entre os quais podemos citar:

- o Real Gabinete Português de Leitura, construído a partir de 1880, e que tem como destaque em sua fachada diversos elementos decorativos, nos quais foi utilizada a pedra lavrada (mármore de lioz), vidros policromados e ferro,
- o Centro Cultural Hélio Oiticica, construção em estilo eclético e fachada revestida em gnaisse,
- a Igreja do Santíssimo Sacramento da Antiga Sé, construída entre 1816 e 1859, que apresenta elementos decorativos de fachada tipo pináculos em forma de agulha e embasamento em gnaisse,
- a Igreja N. Sra. Mãe dos Homens, construída em 1774,
- a Igreja de São Gonçalo Garcia e São Jorge, de 1758 e
- a Igreja de São Elesbão e Santa Efigênia, de 1754.

Estes, porém, não serão os bens patrimoniais eleitos para estudo neste trabalho. Apesar de indiscutível valor histórico e cultural, estes bens normalmente já são objeto de análises e discussões de preservação. Buscaremos, outrossim, aplicar um enfoque diferenciado que analisa os elementos arquitetônicos que sofrem um intenso consumo pelo uso imobiliário, representado pelo conjunto arquitetônico comercial do SAARA.

Nesta etapa da análise, procuramos complementar a pesquisa, interagindo com a população do local por meio de entrevistas, gerando, com a compilação dos dados coletados, o que denominamos “Dados do Lugar”.

A interpretação desses dados deixa explícita a necessidade básica de se preservar o lugar de trabalho, através do qual torna-se possível a sobrevivência econômica, ou seja, a garantia da satisfação das necessidades materiais e das necessidades imateriais como história, cultura e modo de vida.

Com base na compilação dos dados de entrevistas realizadas pela autora junto aos comerciantes e comerciários da região, no período de setembro a novembro de 2003, ficou comprovado que a idéia de preservação da memória do lugar e sua importância para a história da cidade está presente de forma contundente em todas as afirmações dos entrevistados.

De modo semelhante, ficou evidenciada a importância em se envidar esforços no sentido da revitalização do lugar, por meio de ações concretas sobre o espaço físico com a finalidade de valorização local, desenvolvimento econômico e atração do público consumidor do espaço.

Com a finalidade de respeitar o direito à privacidade inerente aos bens particulares e, não havendo explícita autorização por parte dos detentores do direito, nesta análise serão omitidos os nomes de fantasia dos estabelecimentos comerciais bem como seus endereços, proprietários ou responsáveis. Considera-se ainda, que estes dados não são objeto da pesquisa, nem são essenciais para o desenvolvimento da mesma.

Algumas opiniões destacadas da enquete e que explicitam as afirmações acima são listadas a seguir.

“... a beleza do Rio está na sua História”.

“... a história do Rio está aqui”.

“... revitalizar é importante para atrair público, gerar emprego e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores”.

“... o reconhecimento e valorização do lugar passam pela manutenção da história e pelo resgate da memória”.

A interpretação dos itens questionados mostra que:

1°. Os entrevistados são, na sua maioria, jovens na faixa de 20 a 30 anos, o que é coerente com a faixa da população economicamente ativa. A outra faixa mais frequente de idade é a dos adultos acima dos 50 anos.

2°. A maioria dos entrevistados possui formação de ensino médio, caracterizando um grau de instrução relativamente bom, o que não supre a necessidade de informação acerca da preservação da edificação e de todos os elementos da fachada.

3°. Há grande variedade de funções dos entrevistados, mas a maioria exerce atividades gerenciais e administrativas o que facilita a divulgação de ações e cuidados com a manutenção.

4°. Todos os entrevistados residem fora da região central da cidade, na região da Baixada Fluminense. Apesar de não residirem no local, observa-se grande afinidade dessa população com o lugar do qual percebem peculiaridades e ao qual atribuem importância.

5°. A maior parte dos entrevistados utiliza sistema de transporte coletivo para acessar o trabalho.

6°. O público consumidor do espaço é na sua maioria o visitante, tanto de procedência nacional quanto internacional. Dessa forma, os entrevistados associam seus clientes a turistas, que ali buscam lazer e contato com a cultura local. Este dado reforça a idéia de que o SAARA pode ser considerado como um importante recurso turístico.

7°. A maior parte dos entrevistados associa a importância da preservação à história e beleza do lugar. Isto reforça a idéia de que se conserva aquilo de que se conhece e se aprecia.

8°. A maioria considera que a revitalização da área trará benefícios econômicos ao comércio, sendo, portanto importante gerador da sustentabilidade local e trazendo resultados positivos também no aspecto social da população.

9°. Os pontos positivos destacados são relacionados à atração do público ao comércio e ao recebimento de incentivos fiscais. Os pontos negativos são referentes à infra-estrutura das edificações que consideram precárias, com falta de autonomia e liberdade para realizar obras de reforma e manutenção.

10°. A maior parte dos entrevistados considera mais importantes os incentivos fiscais ao comércio e o maior apoio técnico na realização de reformas que visem à preservação dos imóveis.

A compilação das entrevistas a qual se denominou “Dados do Lugar” está apresentada de modo anexo, ao final deste trabalho.

Na região do SAARA, o uso comercial pode ser considerado um fator de alteração extrínseco-antropológico do material pétreo. Os principais danos relacionados ao uso destas edificações são verificados nas fachadas e, principalmente, nos elementos em pedra que as compõem.

No intuito de contribuir para a preservação deste patrimônio arquitetônico será realizado no Capítulo 4, um estudo tomando como princípio os danos e degradações que se fazem presentes nos elementos em pedra das fachadas dos edifícios. Esta análise será sempre no sentido de reconhecer o problema e propor soluções para, senão eliminá-lo, ao menos minimizar seu efeito sobre o patrimônio.

Capítulo 4

ESTUDO DE DANOS E MODELOS ALTERNATIVOS DE PREVENÇÃO

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE DANOS E MODELOS ALTERNATIVOS DE PREVENÇÃO

A seguir, será abordada a metodologia proposta anteriormente de maneira sistemática e teórica, aplicada à região onde se insere a área em estudo.

Nesta análise, foi realizada a identificação do uso da pedra na composição das fachadas, seguida de uma caracterização visual do tipo de pedra usado, bem como dos indicadores de alteração. Propõem-se, ainda, prováveis mecanismos e agentes causais das diversas deteriorações observadas.

Inicialmente, pesquisou-se a formação geológica da cidade do Rio de Janeiro, com a finalidade de caracterizar o material pétreo utilizado na composição das fachadas dos imóveis da área do SAARA.

A seguir, serão descritos indicadores de degradação observados nas fachadas em estudo, constatados de modo visual *in situ* a partir de visitação e documentação fotográfica dos imóveis.

Posteriormente, serão discutidos os fatores geradores das patologias, tanto os de natureza extrínseca (ambiental), quanto os de natureza intrínseca do material pétreo, bem como serão estimados possíveis mecanismos de alteração da pedra produzidos nas edificações.

Finalmente, propostas alternativas de prevenção e conservação serão tecidas para os casos observados, algumas destas, inclusive, podendo ser generalizadas e aplicadas em outros objetos arquitetônicos constituído de pedra e de interesse da preservação patrimonial.

1. CARACTERIZAÇÃO DA PEDRA NATURAL

A caracterização visual da pedra usada nas fachadas da área em estudo indicou o Gnaisse como o principal tipo de rocha empregada. Reforçando esta avaliação, temos importante fonte, que é o manual “Como recuperar, reformar ou construir seu imóvel”,

documento do Escritório Técnico do Corredor Cultural, que cita o Gnaisse como a pedra predominante nas fachadas da região em questão.

Como regra, para a definição de materiais e métodos eficazes para o tratamento da pedra, a caracterização aqui realizada, deveria ser considerada apenas preliminar, ou seja, apenas o ponto de partida, para uma análise laboratorial mineralógica e petrográfica precisa e detalhada.

Uma vez que o presente trabalho visa a demonstrar a ocorrência de degradações relacionadas ao uso intenso do bem, assim como propor medidas de prevenção, generalizadas e aplicáveis a outros objetos arquitetônicos, e não serão efetuados detalhamentos de técnicas e produtos indicados, foi considerada adequada a caracterização visual e embasada na literatura citada.

Assim, será abordada apenas de modo teórico, as características geológicas e petrográficas do Gnaisse, bem como sua ocorrência na cidade do Rio de Janeiro.

1.1 – Aspectos geológicos do Rio de Janeiro

Os Gnaisses do Estado do Rio de Janeiro estão inseridos na unidade lito-estratigráfica Arqueana denominada complexo costeiro (HASUI et al, 1982 apud HIPPERT, 1990) que se estende por toda a costa sudeste do Brasil, entre os vales dos rios Paraíba (RJ) e Itajaí (SC), no setor central da província estrutural Mantiqueira (ALMEIDA, 1977 apud HIPPERT, 1984).

Na cidade do Rio de Janeiro, segundo Valeriano e Magalhães (1984) e Hippert (1990), os primeiros estudos geológicos dos principais tipos petrográficos, da estratigrafia e da geologia local podem ser encontrados em Pissis (1888), Paes Leme (1910-1912), Labourial (1917), Lima e Silva (1920), Backeheuser (1926), Moraes et al (1935) e Lamego (1938). Hippert destaca ainda que, em 1937, Alberto Ribeiro Lamego produziu um artigo clássico onde faz a interpretação petrogenética para as rochas granito-gnáissicas arqueanas da região da baía da Guanabara – a “teoria do protognaisse”.

Helmbold et al (1965) reconheceu primeiramente uma sucessão estratigráfica dos gnaisses do então Estado da Guanabara. A partir de 1977, o DRM-Rio de Janeiro subdividiu o estado em unidades litológicas: Catalunha, Bela Joana, Santo Eduardo, Angelim e Cassorotiba.

Em estudo posterior, Nissen (2000) considerou que, na região da cidade do Rio de Janeiro foram definidas duas seqüências gnáissicas principais de idade pré-cambrianas, cortadas por granitóides da idade Ordoviciano-Siluriana, diques de diabásio de idades Cretácico-jurássicas e intrusivos alcalinos plutônicos hipabissais de idades Cretácias-terciárias.

As seqüências Gnáissicas integram duas séries distintas:

- A série inferior, como a idade Arqueana, formada por granodiorito e quartzidiorito, gnaisses, com intrusões básicas e intermediárias associadas, interpretadas como ortogniasses, e
- A série superior, de idade provavelmente Proterozóica, formada por paragnaisses e biotitagnaisses, kingzitos, leptinitos, quartzitos, calcisilicáticas, charnockitos, anfíbolitos, granodioritos e quartzodioritos gnaissificados (HELMBOLD et al, 1965).

O contato entre as duas séries ocorre na parte central do município.

Os tipos litológicos predominantes são gnaisses de estrutura bandada e facoidal, migmatitos e granitóides. Minoritariamente são encontrados quartzitos, rochas calcico-silicáticas, mármore, corpos máfico-ultramáficos, xistos e rochas alcalinas (HIPPERT, 1984,p.13).

As rochas da cidade do Rio de Janeiro enquadram-se no grupo das eruptivas, das metamórficas e das sedimentares.

Das eruptivas, algumas são muito antigas, como os granitos, que representam o embasamento fundamental da crosta terrestre de idade arqueana. Outras são mais modernas e foram formadas nos tempos secundários, como os sienitos nefelínicos, fomelitos e os diques de diabásio e basalto.

As metamórficas são os gnaisses, rochas também muito antigas, de estrutura cristalina com pronunciada xistosidade que formam espessas camadas dobradas e falhadas e repousam sobre a base do granito arqueano. A maior parte dos gnaisses da cidade do Rio de Janeiro parece ter sido originariamente um sedimento posteriormente metamorfozido por eruptivas e por ações dinâmicas, embora existam alguns tipos cuja origem atribuída é plutônica.

As sedimentares são as camadas de areia, limo e argila, materiais não consolidados modernos, que datam do quaternário e formam leitos de pequena espessura.

Quanto à gênese das rochas, o grupo das eruptivas é formado por rochas abissais que se consolidaram em profundidade como o granito, as rochas efusivas ou de transbordamento que se consolidaram quando atingiram a superfície, como os fonolitos e as intrusivas que se intrometeram através de outras rochas, como os diabásios e sienitos nefelínicos.

De acordo com a composição química elas se diferem em rochas ácidas – as que contêm mais de 65% de sílica como os granitos, rochas básicas – as que contem menos de 55% de sílica como os diabásios, e as rochas neutras, como os sienitos, quando o teor de sílica está compreendido entre os limites referidos.

As rochas eruptivas e metamórficas cobrem mais da metade da área da cidade do Rio de Janeiro. O gnaiss biotítico ocupa a maior extensão, seguindo-lhe a área granítica.

No caso da cidade do Rio de Janeiro, as metamórficas mais comuns são os gnaisses que se apresentam sob vários tipos, muitas vezes com xistosidade apreciável e dão origem às formas mais características do relevo carioca, como por exemplo, o Pão de Açúcar.

1.2 – Os Gnaisses

Os gnaisses são rochas metamórficas com estrutura orientada ou bandada (gnáissica). A composição mineralógica desta rocha original depende da composição da rocha original. Assim, encontramos o gnaiss granítico, o gnaiss diorítico e o gnaiss sienítico. São chamados de ortognaisses quando derivam de rochas ígneas e paragnaisses quando derivam de rochas sedimentares.

Os gnaisses são formados de quartzo, feldspatos e mica com proporções diferentes desses componentes nas diversas variedades.

Como pedras de revestimento apresentam características de durabilidade quase iguais às do granito, salvo quando apresentam lentes espessas de biotita, por onde acontece uma maior alteração.

Sua resistência mecânica varia de acordo com a direção de aplicação dos esforços em relação à sua estrutura. Por exemplo: sua resistência à compressão uniaxial é maior quando a aplicação da carga se dá perpendicularmente e menor quando inclinada em relação à gnaissificação. Na flexão, sua resistência será menor quando a

linha de aplicação de cargas coincidir com o plano de gnaissificação e maior quando for ortogonal a ela (ABREU, 1957).

Os gnaisses são rochas usualmente quartzo-feldspáticas, de granulação média a grossa e com moderada a forte orientação planar, denominada estrutura ou foliação gnáissica, fornecida pela isorientação de minerais placóides ou de hábito prismático.

Podem ser rochas derivadas da deformação de rochas graníticas submetidas a um metamorfismo dinâmico, ou da total reorganização mineralógica e textural de rochas sedimentares, em especial as pelíticas, sob condições metamórficas de alto grau. Ao serem atingidos determinados valores de temperatura e pressão, as rochas pelíticas podem se fundir na presença de água (processo de anatexia), gerando compostos dos quais se cristalizam quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, com granada e muscovita como acessórios.

Os gnaisses são rochas resistentes e apropriadas para a maioria dos propósitos de engenharia, desde que não alteradas e não apresentem planos de foliação (em geral, ricas em minerais micáceos, como a biotita) em quantidade e dimensões que possam configurar descontinuidades ou planos propícios a escorregamentos.

Os Gnaisses na cidade do Rio de Janeiro

Os gnaisses na cidade do Rio de Janeiro apresentam vários tipos. Os mais característicos são o gnaisse facoidal, o gnaisse biotítico, o leptinito, o gnaisse quartzo monozolítico, o gnaisse quartzítico e o gnaisse granítico.

A faixa gnáissica do Rio de Janeiro foi determinada por Lima e Silva (apud ABREU, 1957.p. 100) do ponto de vista de material de construção: Gnaisse Porfiróide – Gnaisse tipo Urca, Gnaisse Semi-porfiróide – Gnaisse tipo Guanabara, Gnaisse Semi-porfiróide – tipo Engenho Novo, Gnaisse escuro muito finamente granulado – Gnaisse tipo Ipanema, Gnaisse escuro granodífero – tipo Sumaré e Gnaisse claro leptinito – tipo Assunção.

Os principais tipos de gnaisses encontrados na cidade do Rio de Janeiro serão sucintamente descritos a seguir.(Abreu, 1957).

a) Gnaisse Facoidal

O Gnaisse facoidal, também chamado de gnaisse lenticular ou augen-gnaisse, tem um aspecto muito característico, e é uma rocha clara (leucocrática), apresentando megacristais amendoados (facóides), geralmente de K-feldspato, creme ou róseo

(microclina), bem orientados entre camadas relativamente escassas de mica preta. Esta rocha é considerada por muitos como tendo sido originada por injeções graníticas através dos leitos de um sedimento antigo.

Este gnaisse ocorre principalmente no maciço da Tijuca e nos morros entre os Dois Irmãos e o Pão de Açúcar, Zona da Urca, Morro da Viúva, Morro da Conceição e Babilônia, aparecendo também em algumas pedreiras de Guaratiba e Campo Grande.

É uma pedra de construção muito usada no Rio e a mais comum nos grandes edifícios e calçadas do centro da cidade, onde predomina.

Composição aproximada: Feldspato 43,6%; Quartzo 39,5%; Mica 12,5%, Amandita 0,8%, Apatita 0,1%.

b) Leptinito

O leptinito é um gnaisse claro formado por quartzo e feldspato com pequena quantidade de mica e algumas vezes com abundância de granadas. São rochas quase sempre intensamente foliadas, de granulometria fina, poligonizadas e de composição granítica.

Forma a encosta meridional da Serra da Carioca, desde Santa Teresa até o Corcovado e foi muito explorado na pedreira da Rua Assunção.

Composição aproximada: Quartzo 51,0%; Feldspato 43,3%; Granada 1,6%, Mica 0,1%.

c) Gnaisse Biotítico

O gnaisse biotítico é uma rocha micácea, escura, bastante laminada que constitui a variedade predominante na região da cidade do Rio. Estende-se com algumas interrupções desde a Serra da Carioca até a região de Santa Cruz, formando a parte central do maciço da Tijuca e a borda do maciço da Pedra Branca.

Composição aproximada: Mica 37,1%; Quartzo 21,5%; Feldspato 19,5%; Silimanita 12,2%; Granada 7,5%, Andaluzita 0,1%.

d) Gnaisse Quartzo-Monzolítico

O gnaisse quartzo-monzolítico, menos comum, é uma rocha escura de textura semelhante ao gnaisse lenticular, formado por quartzo e plagioclásio. Estende-se principalmente numa faixa que ocupa uma porção de Inhaúma, Méier, serra do Engenho Novo.

e) Gnaisse Quartzítico

O gnaisse quartzítico é um gnaisse bem laminado, muito rico em quartzo, assemelhando-se a um quartzito, porém, revelando ao microscópio sua natureza gnáissica. Ocorre em pequenas extensões podendo ser observada a sua presença sob a forma de camadas quartzosas no corte da Avenida Niemeyer. Pequenas faixas de gnaisse quartzítico são comuns no Alto da Boa Vista, dentro do gnaisse biotítico.

f) Gnaisses Graníticos

Os gnaisses graníticos mostram xistosidade pouco pronunciada e efeitos evidentes das injeções graníticas. Foram explorados em várias pedreiras da cidade e têm a estrutura gnáissica muito modificada por intensa granitização.

1.3 - Usos e aplicações do gnaisse em edificações da cidade do Rio de Janeiro

Segundo o Escritório Técnico do Corredor Cultural, o gnaisse foi largamente empregado como material construtivo das fachadas de inúmeros imóveis no centro do Rio de Janeiro, compondo suas cantarias em pedra aparelhada.

Para os trabalhos de cantaria, os mais usados foram os Gnaisses Porfiróides do tipo Facoidal, a “Pedra de Galho” que é a mais comumente observada nos antigos edifícios e calçadas da parte histórica da cidade.

O Escritório Técnico registrou que estes gnaisses do tipo facoidal são procedentes da pedreira do Morro da Viúva. Atualmente esta pedreira, localizada entre os bairros do Flamengo e do Botafogo, está desativada, mas foi preservada.

O Gnaisse do tipo Leptinito, pela cor clara e grande resistência ao esmagamento foi também muito usado nas construções da cidade, enquanto que as variedades muito micáceas além de apresentarem cor menos atraente, tendem a se desagregar mais facilmente, são menos facilmente talháveis e, por isso, não foram muito empregados como revestimento.

Como aplicação do gnaisse em edificações no Rio temos o do tipo Facoidal no edifício da Câmara dos Vereadores, na fachada e entrada do prédio da Alfândega, em frente à Candelária, na fachada do Ministério da Educação, na Igreja da Cruz dos Militares, na fachada e colunas do edifício do Correio Geral, na fachada do Banco do Brasil da Rua Primeiro de Março, no patamar e parte lateral da Igreja da Candelária,

bem como nas lajes das calçadas da Rua Primeiro de Março, antiga Rua Direita, e em outras ruas da parte mais antiga da cidade. Foi geralmente usado apenas cortado, sem preferência de direção e sem polimento. .

O Gnaisse Leptinito foi usado na fachada, escadaria e ornamentos da Biblioteca Nacional e do Teatro Municipal, na base da fachada da Igreja da Candelária e nas partes laterais em reentrâncias, nas colunas do Ministério da Educação e em muitas outras colunas dos modernos edifícios construídos sobre pilotis.

Muitas rochas decorativas usadas em edifícios da cidade foram importadas como os Mármore Belgas, os Calcários Fossilíferos de Portugal (Pedra de Lioz), os Calcários de coloração creme da variedade travertino importados da Itália e da Argentina.

2. INDICADORES DE ALTERAÇÃO DO GNAISSE NAS EDIFICAÇÕES

Ao se realizar a inspeção visual nas edificações da região em estudo – Centro do Rio de Janeiro - SAARA, área explicitada no Capítulo anterior e que compreende trechos das ruas da Alfândega, Senhor dos Passos, Rua Buenos Aires e Rua da Conceição, observa-se, nas edificações escolhidas e que apresentam a pedra como elemento significativo na composição de suas fachadas, modificações superficiais pontuais, como alterações cromáticas de forma enegrecida que se produzem de forma gradual pela deposição de sujidades.

Observa-se, ainda, a coloração amarelo ferruginosa em regiões próximas à estruturas metálicas, além da presença de pichações e do uso de produtos como vernizes e tintas aplicados na superfície da pedra.

É importante destacar a ausência de eflorações perceptíveis, o que está de acordo com a natureza da pedra procedente do metamorfismo pela incapacidade de movimento que possuem os sais como característica própria deste material, com alta compacidade e pouca conexão entre os poros.

As superfícies sofrem alterações com eliminação de matéria gerada pelos agentes atmosféricos que incidem sobre elas, encontrando-se as superfícies erodidas e corroídas. São zonas que perderam seus relevos originais ficando sua superfície afetada pela ação mecânica das partículas sólidas transportadas pelo vento.

2.1 – Indicadores de alteração, provocada pelo uso intenso, verificados na região do SAARA.

Os danos classificados no presente estudo são aqueles que foram identificados por inspeção visual e que se encontram nos elementos em pedra constituintes das fachadas dos prédios comerciais na região do SAARA.

Os principais elementos constituídos de pedra, componentes das fachadas avaliadas, podem ser identificados no esquema abaixo são:

- Elementos de embasamento: Ombreira, Verga e Sacada (Consolo).
- Elementos do corpo: Sacada (Guarda Corpo) e Verga.
- Elementos do coroamento: Arquitrave, Friso (cimalha), Cornija e Platibanda.

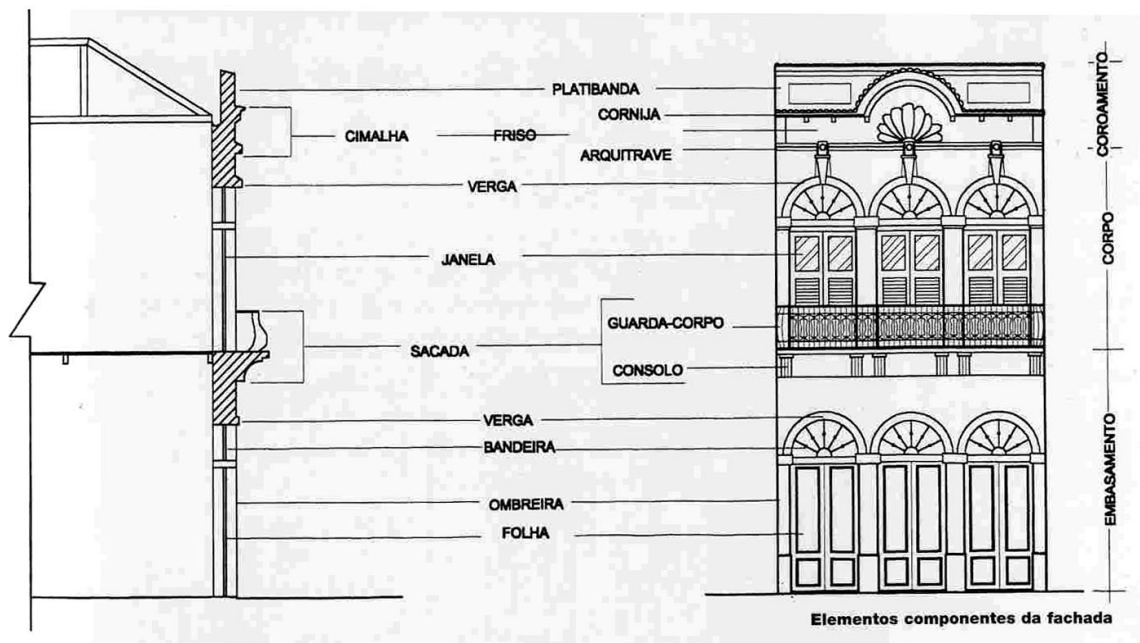


Figura 44 – Elementos componentes de uma fachada.

Fonte: Corredor Cultural: Como recuperar, reformar ou construir seu imóvel. Rio de Janeiro, 1995.

A apresentação dos casos seguirá uma seqüência de organização segundo os principais grupos de indicadores de alteração verificados.

A – DEGRADAÇÕES INDICADAS POR ALTERAÇÕES CROMÁTICAS

A.1 - INDICADOR DE ALTERAÇÃO: MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL POR DEPÓSITO DE MATERIAL ESTRANHO - USO DE TINTA OU VERNIZ SOBRE A PEDRA.

CASOS OBSERVADOS: FACHADAS “A”, “B”, “C” e “D”

FACHADA “A”

- Principal elemento afetado: Consolo.
- Indicador de alteração: depósito de material estranho, pelo uso de tinta sobre a pedra.



Uso de tinta
sobre a pedra

Fonte: Ghetti, 2003.

FACHADA “B”

- Principal elemento afetado: Verga e Consolo.
- Indicador de alteração: depósito de material estranho, pelo uso de tinta sobre a pedra..



Uso de tinta
sobre a pedra

Fonte: Ghetti, 2003.

FACHADA “C”

- Principal elemento afetado: Consolo.
- Indicador de alteração: depósito de material estranho, pelo uso de tinta sobre a pedra.



Uso de tinta
sobre a pedra

Fonte: Ghetti, 2003.

FACHADA “D”

- Principal elemento afetado: Ombreira, Verga e Consolo.
- Indicador de alteração: depósito de material estranho, pelo uso de tinta e verniz sobre a pedra.



Fonte: Ghetti, 2003.

A.2 - INDICADOR DE ALTERAÇÃO: MODIFICAÇÃO SUPERFICIAL PELO GRAFITISMO.

FACHADAS “E” E “F”

- Principal elemento afetado: Ombreira e Verga.
- Indicador de alteração: modificação por depósito de material estranho pelo grafitismo.

FACHADA “E”



FACHADA “F”



Fonte: Ghetti, 2003.

Pichação

A.3 - INDICADOR DE ALTERAÇÃO: ALTERAÇÃO CROMÁTICA POR MODIFICAÇÃO DE TEXTURA

FACHADAS “G” E “H”

- Principal elemento afetado: Ombreira e Verga.
- Indicador de alteração: Diferença de textura entre os materiais e alterações cromáticas. Observa-se o uso de material incompatível com a natureza da pedra, na recomposição de partes.

FACHADA “G”



Fonte: Ghetti, 2003.

Reconstituição e uso de material incompatível

FACHADA “H”



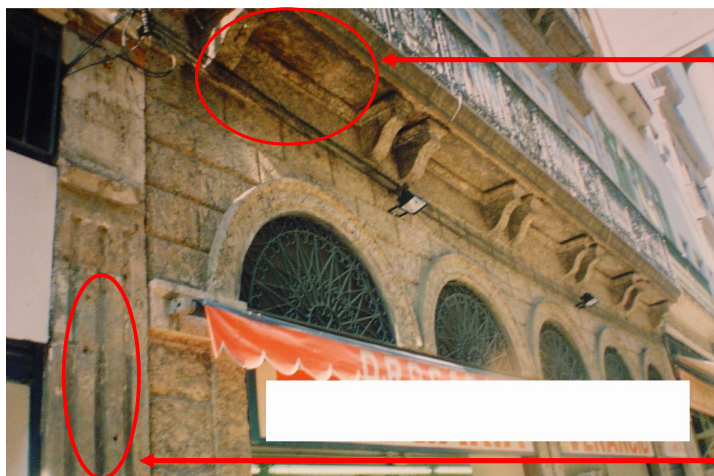
Fonte: Ghetti, 2003.

B – DEGRADAÇÕES INDICADAS POR MAIS DE UM TIPO DE ALTERAÇÃO

FACHADAS “T”, “J”, “K” e “L”

FACHADA “T”

- Principal elemento afetado: Consolo e Ombreira.
- Indicadores de alteração: 1) alteração cromática por umidade e pelo acúmulo de sujidades e 2) presença de cavidades.



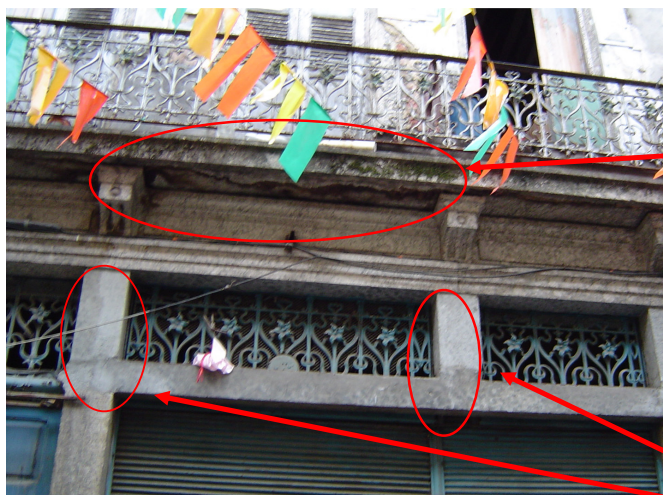
Alteração cromática por umidade.

Cavidades por ação mecânica

Fonte: Ghetti, 2003.

FACHADA “J”

- Principal elemento afetado: Ombreira, Verga e Consolo.
- Indicador de alteração: 1) modificação superficial pela presença de biocrosta e 2) reconstituição e preenchimento com material incompatível.



Biocrosta pela presença de algas e musgos.

Reconstituição com material incompatível

Fonte: Ghetti, 2003.



Figura 45 - Detalhe da biodegradação pelo crescimento de algas e musgos. Fonte: Ghetti, 2003.

FACHADAS “K” E “L”

- Principais elementos afetados: Ombreira e Verga.
- Indicador de alteração: 1) Presença de cavidades e perfurações e 2) Presença de manchas amarelo-ferruginosas.

FACHADA “K”



Fonte: Ghetti, 2003.

Cavidades por ação mecânica

FACHADA “L”



Fonte: Ghetti, 2003.

Alteração cromática por oxidação de ferro.

Quadro 12 - Principais indicadores de alteração observados na área em estudo.

Indicadores de alteração	Tipo de alteração
Manchas: Ferruginosas (amareladas) Modificação de Textura	Alterações cromáticas
Biocrosta	Crostas
Sujidades Pichação Tintas e vernizes	Depósitos
Cavidades	Eliminação de matéria

3. FATORES GERADORES DAS PATOLOGIAS

Os trabalhos de conservação e/ou restauração mal planejados e executados podem ter como conseqüências, por exemplo, procedimentos de limpeza inadequados, a introdução de sais solúveis através de rejuntamento com cimento tipo Portland ou outros produtos, a inserção de elementos em ferro que se oxidam e dilatam, fraturando material, o uso de resinas que se oxidam e amarelecem modificando a coloração original da pedra ou ainda endurecendo sua camada superficial que termina por quebrar-se e desprender-se.

A descaracterização de uma fachada com a eliminação de alguns de seus componentes e a troca de materiais com composição e porosidade distintas das do material original podem criar zonas de acumulação de umidades que trazem consigo problemas com sais e a proliferação de algas, musgos, fungos e bactérias.

O uso de tintas, vernizes à base de soluções betuminosas, ou de spray, compostos principalmente por corantes/pigmentos ou tendo como veículo resinas afetam os poros das pedras, dificultando limpezas posteriores.

As degradações verificadas ocorrem como decorrência da existência de um conjunto de fatores que interagem de modo associado e íntimo. Resumidamente, estes podem ser reunidos em Fatores Extrínsecos e Fatores Intrínsecos de degradação.

Os Fatores Extrínsecos são as condições ambientais que ocorrem de modo independente da natureza do material pétreo. Podem ser naturais bem como

antropológicos, decorrentes da ação do homem, seja no uso ou na manutenção do material.

Os Fatores Intrínsecos são aqueles relacionados à natureza mineralógica do material e às suas características físicas e químicas.

Para uma correta avaliação dos fatores geradores das patologias no material pétreo, é necessário:

- estudar as condições ambientais – Fatores extrínsecos,
- conhecer as características mineralógicas da pedra – Fatores intrínsecos ao material,
- identificar o possível uso de métodos inadequados de limpeza, e
- observar a existência materiais inadequados como elementos de fixação de placas, uso de argamassas e outros.

3.1 - Estudo das condições ambientais (das edificações) – Fatores Extrínsecos

A - Fatores Ambientais Naturais

O principal fator ambiental natural a ser considerado é o clima. O clima do Rio de Janeiro é quente e úmido, com temperaturas que oscilam entre 18-19°C no inverno e 29 a 30°C no verão. A precipitação máxima em 24 horas é de 170 mm no mês de dezembro, tendo 77-79% de umidade relativa.

À ação do clima combina-se às ações da água, dos gases atmosféricos produzidos pelo intenso tráfego de veículos bem como à ação da salinidade (maresia).

Aqui serão expostos dados referentes ao clima, à contaminação e suas prováveis interações com o material pétreo no contexto da cidade do Rio de Janeiro. A partir dos dados climatológicos se consegue conhecer as condições ambientais às quais estão expostas as edificações.

CLIMA

O Rio de Janeiro pertence à região climática tropical, com amplitude de variação térmica entre 5 a 6°C. As montanhas formam uma barreira aos ventos carregados de umidade, procedentes dos quadrantes do sul, provocando uma alta pluviosidade.

Os dados de 1 a 5 que serão apresentados a seguir têm como fonte o SIMERJ (Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro) e se referem às médias dos valores acumulados no período de 1961-1990, para a Região Metropolitana – Centro da cidade – estação meteorológica do Aterro. Os dados relativos a Ventos têm como fonte a INFRAERO, estação Aeroporto Santos-Dumont.

1. Temperatura

As trocas bruscas e repetidas de temperatura podem afetar as pedras provocando tensões entre a camada superficial e o interior da pedra nas regiões de fortes variações térmicas ocasionando a dilatação diurna e a contração noturna apesar das pedras apresentarem uma baixa condutividade térmica.

A temperatura média anual é de 27,2°C, sendo a média anual de temperaturas máximas diárias de 29,8°C e de temperaturas mínimas diárias de 18,5°C. O mês mais quente é fevereiro, com uma temperatura média de 30,2°C. O mês mais frio é julho, com uma temperatura média de 18,4°C.

2. Insolação

Pode comprometer de modo significativo a velocidade de alteração do material pétreo de acordo com sua orientação na edificação. Uma orientação desfavorável pode comprometer o aspecto estético, como a mudança de coloração e também provocar tensões entre a camada interior e o exterior da pedra.

O mês mais ensolarado é o mês de fevereiro, com uma média de 208 horas de insolação, e setembro o mês com uma menor insolação de em torno de 135 horas.

3. Umidade Relativa

A exposição à variação da umidade ambiental pode provocar deterioração na pedra. Em geral são as trocas que causam os maiores danos e os efeitos da variação da umidade acontecem quando a água se introduz entre as lâminas dos minerais argilosos separando-as, especialmente nas denominadas argilas expansivas. É preciso considerar também os efeitos químicos da água provocados pela hidrólise. O efeito químico na degradação da pedra pode ocorrer também mediante a reação da água com os componentes da pedra, como os provocados pelos sais solúveis quando geram as eflorescências e criptoflorescências.

O ataque à pedra por uma atmosfera ácida devido a contaminação pode chegar a hidrolizar os feldspatos liberando álcalis e cálcio que junto com os íons sulfato produzem os sais solúveis.

A umidade também favorece a presença de colônias de organismos como bactérias, fungos, líquens e algas que promovem uma deterioração lenta e constante na pedra.

A umidade relativa média anual é de 79 %, com valores bastante estáveis durante todo o ano e variação entre 77–80%. Os meses mais secos são julho e agosto, com médias de 77%.

A proximidade do mar é muito prejudicial para o material pétreo visto que a presença de cloreto de sódio, um sal muito higroscópico, produz a condensação da água atmosférica com 70% de umidade relativa.

4. Precipitação

A precipitação média anual é de 98 mm/mês, sendo dezembro o mês com média pluviométrica mais alta de 170 mm/mês e agosto o mês com média mais baixa de 51 mm/mês.

5. Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica média reduzida ao nível do mar toma valores que vão desde 1011,3 hPa em janeiro a 1019,6 hPa em julho.

6. Ventos

O vento arrasta partículas que golpeiam contra a pedra produzindo um desgaste por abrasão. O efeito do impacto depende da energia cinética da partícula que é função do tamanho, da densidade e da velocidade das partículas. O tamanho de partícula máximo que pode ser arrastado para uma determinada densidade, depende da velocidade do vento, que é uma característica climática.

Os efeitos mais característicos do vento sobre a pedra podem ser: Polimento da pedra; Abrasão das partes inferiores das edificações; Aparecimento e aumento de alvéolos (cavidades).

As direções dominantes variam segundo as estações, porém geralmente a direção é a Sul/Sul-sudeste. O primeiro vento predominante é o da direção sul (frequência média anual de 18,73%, com velocidades entre 5,6 e 6,1 m/s) e o segundo vento

predominante é na direção sul-sudeste (frequência média anual de 13,66%, com velocidades entre 6,6 e 7,1 m/s).

CONTAMINAÇÃO

Existem fatores próprios das grandes cidades, que no Rio de Janeiro se apresentam de forma singular, como o efeito da contaminação proveniente dos motores à combustão que se multiplicaram nas últimas décadas.

A cidade conta com uma industrialização de certo modo intensa e desordenada, que, com sua relativa proximidade faz com que toda a cidade se encontre submetida à sua influência.

Os efeitos de emissões atmosféricas de um local podem ser carreados para outros lugares e a avaliação dos custos ambientais com a poluição do ar passa pela avaliação dos custos associados de forma direta como a deterioração de materiais causando danos aos monumentos e edificações, e de forma indireta com o monitoramento e implementação de tecnologias para seu controle e de seus efeitos.

A poluição do ar provoca, além de danos diretos à saúde humana, importante deterioração de materiais (borracha, materiais sintéticos, tecidos, metais, pedras naturais e outros), o que implica em prejuízo econômico devido à necessidade de substituição e/ou manutenção.

O aumento do índice da contaminação atmosférica é a causa principal das alterações rápidas da pedra. Os principais contaminantes são o anidrido sulfuroso e o anidrido carbônico seguidos na ação destrutiva pelos cloretos e nitratos. Estas substâncias participam de modo importante na alteração das pedras, atuando por ação direta ou como catalizadores das reações químicas, tanto exteriores, como com os próprios componentes dos materiais pétreos.

Para o presente estudo não foi possível acessar dados quantitativos da emissão de poluentes atmosféricos especificamente na região do SAARA. Entretanto, é importante registrar a relevância de serem estudados os efeitos da contaminação atmosférica sobre o material pétreo que compõe a fachada de edificações.

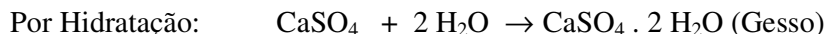
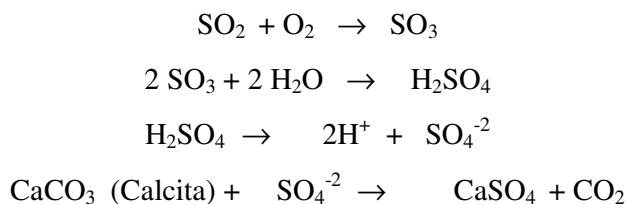
Entre os materiais poluentes atmosféricos mais relevantes podemos destacar o Dióxido de Enxofre, os Materiais Particulados e o Dióxido de Carbono.

1. Dióxido de enxofre (SO₂)

Os maiores valores de concentração de SO₂ são decorrência de processos de geração de calor industrial e queima de resíduos e de combustíveis fósseis de veículos motores e de outras fontes móveis.

Os maiores danos dos derivados de enxofre ao material pétreo, ocorrem principalmente sobre as rochas calcárias, devido à ação do ácido sulfúrico formado a partir da reação dos óxidos de enxofre com a água do ar.

As principais reações químicas do processo são:



Os efeitos que estas reações químicas produzem sobre as pedras são as seguintes (MIGUEL et al. apud Mesones, 2003.p.234):

- A pedra é coberta por uma pátina de tonalidade escura entre cinza e preta, devida principalmente à presença de substâncias carbonosas. Esta pátina contém geralmente sulfatos.
- Posteriormente se produz um aumento de espessura da pátina e as camadas imediatamente inferiores à crosta perdem a coesão e se decompõem em seus grãos originais, pois perderam seus componentes de cimentação.
- Por fim, a crosta se desprende e a nova superfície se torna mais vulnerável aos agentes exteriores.
- O sulfato de cálcio é formado como produto da reação entre o ácido sulfúrico e o cálcio da Pedra: nos granitos, procedentes de anfibólitos e plagioclásios, nos calcários de calcita e dolomita.
- Os feldspatos se hidrolisam a minerais argilosos, com facilidade em meio ácido.
- Os carbonatos se dissolvem.

2. Materiais Particulados

Os principais materiais particulados são a Fuligem e óxido de ferro. Os valores máximos de contagem de partículas ocorrem correspondendo aos meses de inverno, já os mínimos ocorrem nos meses do verão.

A porcentagem de Chumbo na matéria em suspensão é alta, havendo uma relação direta desta com a intensidade do tráfego.

As partículas mais danosas são aquelas iguais ou inferiores a $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entretanto as informações disponíveis (World Bank. "Brazil: Managing Pollution Problems". Volume I: Policy Report. p.7.) apenas permitem estipular a emissão de partículas iguais ou superiores a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Provocam graves danos à saúde humana, e no material pétreo levam à formação de alterações cromáticas superficiais e até de depósitos.

No quadro abaixo, são mostrados valores que demonstram a qualidade do ar nas cidades brasileiras com maiores valores de material particulado suspenso (PM 10), bem como níveis de dióxido de enxofre no ar.

Quadro nº 13- Qualidade no ar em cidades do Brasil. Fonte: World Bank. "Brazil: Managing Pollution Problems". Volume I: Policy Report. p.7.

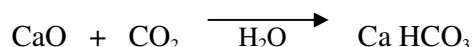
Qualidade do Ar em Cidades Seleccionadas

Médias das estações por diversos períodos	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Diretrizes da OMS e padrão ambiental para a média anual	50	40
Área Metropolitana de São Paulo (SP)	70	20
Cubatão (SP)	90	15
Rio de Janeiro (RJ) (Bacia III)	88	38

3. Dióxido de Carbono (anidrido carbônico)

O anidrido carbônico é produzido para a atmosfera por desintegração de matéria orgânica por intervenção bacteriana (ciclo da biosfera) ou é procedente das atividades industriais e da queima de combustíveis fósseis.

O dióxido de carbono participa na alteração das pedras acentuando a ação dissolvente das águas das chuvas. Estas se tornam ácidas e com isso o carbonato de cálcio praticamente insolúvel, se transforma em bicarbonato solúvel. A presença de água de chuvas provoca alterações na pedra que são causadas pela reação química de dissolução do calcário na presença do anidrido carbônico.



B - Fatores Ambientais Antropológicos

Os Fatores Ambientais Antropológicos, decorrentes da ação do homem se mostram de modo muito intenso na área em estudo, por ser esta uma área característica da intervenção humana pela frequência por moradores, trabalhadores e visitantes.

Os fatores ambientais de degradação de origem antropológica têm origem no uso do material e até mesmo nas próprias ações de manutenção e restauração, muitas vezes inadequadas.

Este excesso de frequência e de uso implica, geralmente, em danos que se manifestam em indicadores de alteração do material pétreo como rupturas, perda de matéria, grafitismo, entre outros.

Os fatores ambientais antropológicos mais observados na área em estudo são: os Fatores de Tensão, os Fatores de Incompatibilidade e os Fatores de Uso.

FATORES DE TENSÃO

Na área em estudo, o material pétreo, em particular os gnaisses, se encontra submetido a fatores como golpes para a inserção de elementos metálicos para a colocação de toldos e propagandas, o que pode causar certa tensão, além das próprias tensões geradas pela sua extração e trabalho de acabamento.

FATORES DE INCOMPATIBILIDADE

O mais grave fator de incompatibilidade que se apresenta são as reposições e preenchimento de partes faltantes feitas com o uso de argamassa de cimento que geram graves indicadores.

É preciso considerar a compatibilidade térmica entre os materiais a repor e os materiais originais quando se efetua uma intervenção. O cimento Portland, por exemplo,

tem uma maior dilatação térmica que as pedras naturais e o mesmo ocorre com as resinas termoendurecíveis (epóxidos, poliéster, etc.). O que ocorre é que materiais muito heterogêneos neste aspecto criam tensões que com o tempo darão problemas.

Quadro 14 - Dilatação Linear Térmica (DLT) de materiais distintos.

Fonte: MIGUEL et al. apud MESONES, 2003.

Material	DLT
Calcário	0,150
Mármore	0,150
Cerâmica	0,175
Argamassa de Cal	0,175
Granito	0,250
Ferro	0,300
Vidro	0,300
Concreto	0,350
Alumínio	0700
Plásticos reforçados	0,700
Resinas termoplásticas	2,250

FATORES DE USO

O processo de mudança dos usos e sua intensidade causaram alterações na aparência dos prédios. Desenvolveu-se a tendência, entre os comerciantes, de encobrir as fachadas, parcial ou totalmente, com letreiros e placas, com o objetivo de dar aos estabelecimentos aspectos mais superficiais de modernização. Também, com grande intensidade ocorre a colagem de panfletos com propagandas nas fachadas.

Outro procedimento de descaracterização das fachadas foi a inclusão de marquises de concreto armado, metal ou plástico, sobre as portas das lojas, que ocupam a pavimento térreo, bem como a retirada de pilares de cantaria do pavimento térreo, com o objetivo de obter a máxima abertura para a rua. Ocorreu também a eliminação da função das sacadas dos pavimentos superiores, nas quais ocorreu o emparedamento parcial ou total destas.

Ocorre, com alguma frequência, o uso de tintas sobre alguns elementos em pedra, principalmente nas sacadas, bem como a presença de pichações. O uso de solventes na tentativa de eliminar as tintas e as pichações pode levar a efeitos inesperados e favorecer uma nova migração dos produtos da tinta e da pichação para o interior dos poros da pedra, tornando as limpezas posteriores ainda mais difíceis.

FATORES VIBRACIONAIS

As vibrações podem afetar uma edificação de modo dependente da própria vibração (amplitude e frequência) e das características da edificação (densidade dos materiais, forma e tipo de construção).

As causas das vibrações podem ser naturais como os sismos ou antropológicas como as devidas ao tráfego. As vibrações relacionadas ao tráfego são, em geral, de baixa intensidade. Sua frequência está compreendida entre 10 e 30 Hz, enquanto que sua amplitude alcança entre 5 a 25 mm podendo chegar a 50 mm para veículos pesados. (MIGUEL et al apud MESONES, 2003.p.230).

Quando esta vibração coincide com as vibrações próprias da edificação, é produzido o fenômeno da ressonância, e ocorre aumento da amplitude da vibração original, podendo chegar a produzir gretas de morfologia distinta.

As irregularidades no calçamento por onde circulam os veículos influenciam de forma decisiva as vibrações.

3.2 - Fatores Intrínsecos

Na região em estudo verificamos a predominância do uso do Gnaisse como material de revestimento das fachadas e daremos prioridade à avaliação dos fatores intrínsecos de degradação, decorrentes das características físico-químicas da rocha gnáissica.

Na composição dos gnaisses, o Feldspato destaca-se como principal constituinte, especialmente quando se considera sua relevância no comportamento físico-químico da pedra.

A – O FELDSPATO

Os feldspatos são silicatos de alumínio e de outros metais alcalinos ou alcalinos terrosos como o potássio, o sódio e o cálcio.

$KAlSi_3O_8$ – Silicato de Alumínio e Potássio

$NaAlSi_3O_8$ – Silicato de Alumínio e Sódio

$CaAl_2Si_2O_8$ – Silicato de Alumínio e Cálcio.

Os megacristais de Feldspato Potássico constituem a aspecto mais notável das rochas granito-gnáissicas da região do Rio de Janeiro, podendo atingir até 20 cm de comprimento. Em média, quando vistos em seções perpendiculares à foliação, têm de 3 a 6 cm de comprimento por 1 a 3 cm de largura. O tamanho médio dos megacristais na rocha varia grandemente com a deformação.(HIPPERT, 1990).

Segundo o mesmo autor, ao que parece a razão da cor nestes megacristais é de natureza estrutural, haja visto que sempre acontece em megacristais deformados, lenticulares, com bordas recristalizadas, enquanto que os não deformados são brancos ou incolores.

Os feldspatos são os primeiros minerais a se decompor em uma matriz rochosa, seja granítica ou gnáissica e depende da natureza do feldspato e do clima em que se encontram. Em um clima frio e seco o feldspato se transforma em um mineral argiloso micáceo. Nesta reação são lixiviados 80% do potássio e 53% do silício (MIGUEL et al apud MESONES, 2003.p.238).

Na região do Rio de Janeiro e outras com clima quente e úmido, a principal alteração físico-química que afeta a estabilidade do material gnáissico é a reação de dissolução com mudança da forma química, que leva a um processo de caulinição do feldspato e sua conseqüente transformação em argila.

Estes mecanismos de alteração serão tratados com mais profundidade no item a seguir.

4. MECANISMOS DE ALTERAÇÃO PRODUZIDOS NAS EDIFICAÇÕES

Como mecanismos de alteração relacionados aos principais indicadores visualizados nas fachadas dos edifícios comerciais em estudo na área do SAARA, podemos destacar os mecanismos decorrentes da Abrasão Externa, das Alterações de

Volume da Pedra, da Dissolução e Mudança da forma química, da Atividade Biológica e da Mudança de Volume nos Capilares e Interstícios.

4.1 - Abrasão Externa

A localização, orientação e o uso intenso da maioria destas edificações fazem com que os processos de abrasão externa sejam os mais característicos nesta situação.

Existem mudanças de textura ao longo de todas as fachadas devido à própria constituição da pedra, das condições climatológicas e da exposição ao ambiente contaminado.

Estas mudanças estão associadas a trocas químicas do material pétreo com o meio, principalmente nas áreas mais expostas à ação da água de chuva e da erosão do vento, o que pode produzir perda superficial de matéria.

4.2 - Alterações de volume da Pedra

Este mecanismo de alteração é produzido no contato da pedra com materiais diferentes como o caso da inserção de elementos metálicos que pode gerar fragmentação e fraturação nestas zonas.

4.3 - Dissolução e mudança da forma química

É o mecanismo que pode afetar o gnaíse quando combinado com os mecanismos gerados pela abrasão externa, já que a pedra está situada em um ambiente de uso intenso e exposto a ações agressivas do homem e do próprio meio.

A mudança química é derivada de:

- hidrólises/hidratação, provocando a caulínização de Feldspato;
- aumento de volume provocado pela presença de água e ácido fraco (húmico);
- dissolução parcial da água em H^+ e OH^- ; e
- quebra da estrutura cristalina.

A reação de hidratação do Feldspato, conhecida como caulinição, acontece com a formação da caulinita, de hidróxido de potássio e de ácido sulfúrico, como na reação a seguir:



Nesta reação são eliminados 66% do silício e 100% do potássio. O pH está regulado em parte pelo clima, porém também por outros fatores como a natureza da pedra, o tipo de argamassa e cimentos, tratamentos e pátinas e contaminantes atmosféricos.

Esta reação é favorecida pela presença de SO_2 e de CO_2 na atmosfera. Processa-se muito lentamente na natureza, porém uma vez iniciada, o processo se acelera de forma notória a partir da sua colocação em obras.

Por esta razão, este tipo de rocha deve ser estudado mediante o exame microscópico para verificar se o processo de caulinição, de transformação em argila, está ou não iniciado.

A solubilidade dos elementos que o feldspato contém, como o Ferro, por exemplo, depende da acidez do meio. Em meios ácidos assim como nos alcalinos, aumenta a solubilidade do Ferro e do Alumínio, enquanto que em meio neutro, estes são praticamente insolúveis. A sílica se dissolve melhor em meio alcalino.

4.4 - Atividade Biológica

Devido às deficiências de manutenção das fachadas em pedra dos imóveis estudados, é comum a visualização de crescimento de vegetação, de algas e musgos, bem como a presença de manchas e a incrustação de origem microbiológica.

O crescimento de vegetação, de algas e de musgos ocorre preferencialmente em locais úmidos, com acúmulo de sujidades e protegidos da chuva que exerce ação de lavagem da pedra.

A luz artificial é um dos fatores que induzem ao crescimento de microorganismos.

No ambiente construído temos as algas e musgos, fungos e cianobactérias como os principais agentes de deterioração nas fachadas das construções. Estes deteriorogênicos necessitam de luz e CO_2 . As algas e musgos são típicos de zonas úmidas e seu efeito

degradante consiste em afetar o aspecto do material, sendo que o musgo pode degradar até 1cm ou mais por baixo da superfície da pedra.

As condições alcalinas, como a presença de cal ou cimento, favorecem sua presença. A melhor forma de combater seu aparecimento é, sempre que possível, eliminar a umidade que permite que se manifestem. Para isso deve-se fazer uma manutenção periódica.

4.5 – Mudança de Volume nos capilares e interstícios

Os depósitos que ocorrem na superfície da pedra, pela presença de material estranho, como as tintas à base de soluções betuminosas e os sprays que têm geralmente como veículo resinas, não se limitam à formação de um filme superficial, mas afetam a estrutura dos poros. Desta forma relaciona-se a porosidade, a compactidade e porometria com a alterabilidade da pedra.

5. MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO BEM PATRIMONIAL: DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Para se enfrentar racionalmente e de forma ampla a questão da preservação do patrimônio cultural, é preciso considerar uma série de estudos cujo conjunto nos proporcionará uma imagem do problema real a se enfrentar.

Uma análise do entorno, considerando o fator climático, por meio dos quais se desenvolvem os processos de alteração, as influências da contaminação ambiental na degradação recente do bem patrimonial, bem como os fatores antropológicos como os aspectos urbanísticos que causam sensíveis modificações na matéria constitutiva do patrimônio edificado, certamente contribuirão de forma decisiva e importante para o estabelecimento de um **Plano de Manutenção Periódico**, se possível, dentro dos programas de conservação e restauração.

5.1 - Ações preventivas e soluções possíveis contra a degradação

A salvaguarda dos monumentos em pedra de valor histórico é um problema que atualmente se põe com grande acuidade e muitos são os organismos e instituições de caráter internacional que se dedicam ao seu estudo.

Apesar da pedra ser um material de uso milenar, a conservação e o restauro de monumentos envolvem estudos complexos, freqüentemente multidisciplinares. As pessoas que trabalham neste domínio cada vez mais sentem a necessidade de se apoiar em métodos científicos para encontrar as soluções adequadas à sua rotina.

A deterioração das pedras é um fenômeno inevitável, mas muitas das causas que estão na sua base podem ser eliminadas ou minimizadas, retardando-se assim o processo de degradação, sendo este justamente o primeiro passo para a sua conservação. Só depois disso é que se deve recorrer a tratamentos e intervenções de restauro, se tal for julgado necessário e conveniente.

As presentes recomendações de maneira alguma constituem um tratado científico ou um manual de prática de conservação de monumentos em material pétreo, e visam somente chamar a atenção para alguns pontos importantes. Deve-se sempre ter em conta que os problemas de conservação e restauro implicam em estudos em conjunto, que necessitam muitas vezes da participação de especialistas de diversos domínios.

As ações preventivas e as possíveis soluções para a conservação dos monumentos partem de cuidados bem simples que não demandam grandes recursos, apenas a consciência, o planejamento, a boa vontade e o respeito ao patrimônio.

5.2 – Aplicação de ações preventivas

A intervenção sobre qualquer monumento ou conjunto histórico realizado em pedra é indispensável não separar a investigação sobre o material pétreo e a alteração que apresenta, dos possíveis trabalhos de conservação a se efetuar sobre o mesmo.

Nada se questiona hoje em dia sobre a necessidade de realizar estudos com a maior precisão e critério possível, antes de qualquer atuação.

A ação de conservação é, essencialmente, um processo que tem como objetivo prolongar a vida de um objeto para a sua utilização, no presente e no futuro, através da

interrupção, ou pelo menos da redução da intensidade dos mecanismos de alteração atuantes e de tornar menos provável o surgimento de novas manifestações.

As considerações que a seguir se apresentam procuram dar uma idéia aproximada deste tema. Existe uma apreciável diversidade de conceitos sobre conservação do patrimônio, alguns são isentos de controvérsia. O grande interesse por este assunto já introduziu alguma ordem na filosofia geral e nos princípios que devem estar na base das intervenções.

A individualização das intervenções de conservação é necessária, ou seja, o conhecimento do que deve ser feito, bem como a seleção dos métodos, das técnicas e dos materiais (como se deve executar) contribui concretamente para o sucesso da intervenção no bem patrimonial.

O conhecimento da edificação arquitetônica que se quer conservar, as condições ambientais às quais está exposto e a história de destruição indireta como o simples abandono do monumento à própria sorte, ou o conhecimento de intervenções anteriores, indicam quais os procedimentos cabíveis para uma intervenção segura e eficaz.

Após o adequado conhecimento do objeto a intervir, procede-se à definição da intervenção de conservação, existindo apenas dois caminhos a seguir, que não se excluem um ao outro: a intervenção sobre o ambiente e a intervenção sobre o objeto.

A primeira possibilidade corresponde, por exemplo, a tomar medidas no sentido de modificar as condições microclimáticas às quais o objeto está exposto, procurando reduzir ao mínimo os desequilíbrios que estão na base dos processos de alteração presentes.

No caso das edificações do Corredor Cultural, por exemplo, é importante manter o trânsito de veículos afastado para reduzir as vibrações e o índice de poluição nas proximidades das edificações e principalmente melhorar as condições de drenagem de águas pluviais.

Qualquer intervenção sobre o objeto a ser conservado deve ser reduzida ao mínimo necessário, uma vez que praticamente não existe nenhuma intervenção que não envolva alguma redução do seu valor, em termos culturais, mesmo quando justificada pelo objetivo de se preservar para o futuro.

Com relação à intervenção de limpeza sobre a pedra, é necessário eliminar através desta, os produtos de alteração e depósitos presentes sobre a pedra que possam prejudicar a sua futura conservação. Para que um sistema de limpeza possa ser considerado como aceitável no contexto dos elementos de interesse histórico, como é o

caso do Corredor Cultural, é essencial que possua os seguintes requisitos: ação suficientemente lenta de modo a permitir o seu controle, ausência de subprodutos nocivos e ação reativa mínima em relação à pedra.

Os tratamentos de proteção têm essencialmente a finalidade de reduzir a penetração da água ao interior da estrutura porosa sem, no entanto, preencher totalmente os espaços vazios acessíveis à água, mas, principalmente, reduzindo as características hidrófilas das paredes dos capilares e da superfície externa da pedra.

A redução da penetração da água no interior da estrutura porosa traz como consequência a redução da possibilidade de desenvolvimento de todos os fenômenos relacionados com a presença da água, seus movimentos (cristalização de sais, por exemplo), tornando-se mais difícil qualquer interação química entre os constituintes da pedra e substâncias exteriores, por exemplo, os ácidos contaminantes da atmosfera.

A recomposição de partes faltantes pode ser conseguida com a colocação das partes destacadas mediante a inserção de pinos metálicos ou com aplicação ou não de produtos adesivos. Os pinos metálicos utilizados devem ser de aço inoxidável ou mesmo de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro. O adesivo, geralmente contendo produtos epoxídios, pode exercer uma função protetora do pino metálico, impedindo ou reduzindo a penetração eventual de água para o interior da pedra. A inserção do pino no interior da pedra implica na perfuração da mesma o que, quando possível, deve ser evitada.

A correção ou reparação de orifícios e descontinuidades na superfície da pedra tem como finalidade reduzir a penetração de água, dos elementos agressivos e dos componentes da atmosfera.

A substituição de elementos justifica-se quando eles se apresentam em um estado de alteração de tal modo avançado que qualquer das intervenções anteriores seja incapaz de remediar o dano presente.

Qualquer intervenção de conservação deve obedecer a certos princípios:

- Ser reversível,
- Não prejudicar uma eventual intervenção futura,
- Não impossibilitar o posterior acesso a qualquer elemento incorporado ao bem,
- Permitir a manutenção da maior quantidade possível de material original,
- Não gerar variações de aspecto visual,

- Manter todas as evidências históricas, não destruindo, falsificando ou removendo,
- Ser reduzida ao mínimo necessário, e
- Ser claramente documentada.

Nos exemplos a seguir, observados na área do SAARA, no Corredor Cultural do Rio de Janeiro, os imóveis sofreram ação de limpeza recente realizada por firmas terceirizadas.

No dois casos foi verificada a ausência de registros e documentação quanto aos procedimentos adotados, bem como quanto à capacitação da mão de obra que executou a intervenção.

FACHADAS “M” E “N”

ELEMENTOS DA FACHADA EM PEDRA: Embasamento: Ombreira, Verga e Consolo.

FACHADA “M”



Fonte: Ghetti, 2003.

ELEMENTOS EM PEDRA: Embasamento, Corpo e Coroamento.

FACHADA “N”



Fonte: Ghetti, 2003.

5.3 – Recomendações para a conservação de bens patrimoniais

“O Patrimônio é todo seu Cuidado”.

A – Colocação De Pedras Novas – Restauração Mecânica

“Nunca duas peças serão exatamente iguais, por se tratar de uma obra-prima da Natureza.” (FRANGELA, 2003).

A idéia de partida é, segundo Mesones (2003), que não existem pedras boas ou más, e sim pedras mal utilizadas, portanto, para a utilização da pedra na Arquitetura é necessário que se faça um correto dimensionamento da pedra. Quando uma pedra é bem dimensionada a chance de se ter problemas se reduz bastante e na maioria dos casos ao se proporcionar a secção adequada da pedra, se reduz também o seu custo.

CUIDADOS COM A COLOCAÇÃO

- ✓ É importante escolher o material mais adequado de natureza semelhante e se possível localizar a pedreira de origem para fazer a reposição.
- ✓ Deve-se levar em conta também o corte da Pedra, suas características texturais (planos de estratificação, foliação), não somente por questões estéticas, mas pelo fato de que as rochas são materiais geralmente anisótropos que variam suas propriedades (porosidade e resistência mecânica), de acordo com a sua orientação.
- ✓ Limpar e remover a granalha que fica na pedra após sair do tear. . Esta medida evitará o processo de oxidação indesejada, dependendo do tipo de mineral ferroso que possuam.
- ✓ É aconselhável no caso de assentamento de pedras novas, aplicar um hidrorrepelente numa face da pedra bruta, que fará o contato de assentamento. Esta medida evitará que a pedra absorva umidade da argamassa, provocando mudança na coloração e até mesmo um processo de oxidação indesejada.
- ✓ Assentar a pedra com argamassa de assentamento clara formulada sem o uso de cimento Portland.
- ✓ Para rejuntamento, aconselha-se evitar o uso do rejunte com epóxi, por este sofrer ação da radiação solar e ser do tipo termoestável.

B - Limpeza

CUIDADOS PARA A LIMPEZA

- ✓ Ter o controle da ação da limpeza. O grau de limpeza deverá ser controlado para que não seja excedido o ponto desejado e o aspecto da superfície limpa seja homogêneo.
- ✓ O processo de limpeza não deverá produzir materiais que possam causar futuras deteriorações, por exemplo, os sais solúveis.
- ✓ A superfície limpa deve ficar tanto quanto possível isenta de fissuras ou outra alteração que possa resultar na aceleração da taxa de meteorização.

Infelizmente vários processos de limpeza para fachadas de edifícios podem causar danos ou se constituir num perigo potencial para o futuro. Alguns desses

processos podem conduzir a perdas consideráveis de material, quando não forem aplicados com a devida sensibilidade.

Os métodos aconselháveis para a limpeza de monumentos que exigem delicadeza de atuação, são mais demorados e necessitam de pessoal especializado o que os torna mais caros do que os métodos comerciais de limpeza.

Chama ainda atenção o fato de que não existem métodos de limpeza eficazes e não nocivos, independentemente da forma como são aplicados. A sua escolha deverá ser estudada em cada caso e muitas vezes pode ser indicada a utilização de mais de um método.

A escolha do método, o planejamento da técnica de aplicação e a execução do trabalho deverão estar a cargo de pessoal qualificado e experiente, pois disso depende o sucesso da limpeza.

Não é aconselhável proceder a execução de limpeza em dias muito úmidos, pois os ciclos de molhagem-secagem da pedra dão lugar a fenômenos periódicos de dissolução e cristalização de sais que são uma das causas principais da formação de crostas nas pedras.

As particularidades e especificidade de cada tratamento deverão ser estudadas pelos técnicos responsáveis pelos trabalhos de conservação.

A limpeza por jato de partículas abrasivas (com ou sem água) é um método que, por ser rápido e eficaz tem sido usado, sobretudo quando há grandes extensões a limpar em pouco tempo, mas pode provocar erosão da superfície e modificações em seu acabamento, o que não é aceitável em pedras de valor histórico ou artístico.

C – Consolidação

CUIDADOS PARA A CONSOLIDAÇÃO

- ✓ Os procedimentos de consolidação só estão indicados quando a pedra perdeu a coesão e está em estado de desagregação.
- ✓ É necessário que a superfície da pedra esteja limpa e, tanto quanto possível, isenta de fraturas, fissuras, material incoerente, etc.
- ✓ Após a consolidação é necessário aplicar um tratamento de proteção, que freqüentemente forma uma película sobre a superfície consolidada, protegendo-a.

- ✓ Na maioria dos casos, o produto consolidante não é capaz de preencher fratura e fissuras de maiores proporções e estas devem ser reparadas por processos específicos. O mesmo acontece com fragmentos ou lascas de maiores dimensões que necessitam de colagem. O não cumprimento destes requisitos pode causar o insucesso de um tratamento de consolidação.
- ✓ Quando a pedra se encontra erodida superficialmente, mas ainda está suficientemente resistente e conserva a coesão não é necessário um tratamento consolidante, podendo ser indicado, eventualmente, um tratamento de proteção.

CUIDADOS NO TRATAMENTO DE FISSURAS E JUNTAS

- ✓ O caso de preenchimento de fissuras e fixação de fragmentos destacados trata-se de uma restauração química, sendo necessário recorrer a processos que utilizam pastas e colas. Este procedimento é importante e necessário para cessar a penetração da água ou de outros agentes agressivos. Se não forem cessados, a deterioração continuará após a consolidação.
- ✓ O cimento é completamente desaconselhável para o preenchimento de fraturas e fissuras porque não só é muito rico em sulfatos e sais alcalinos susceptíveis de originarem sais solúveis, como também produz pastas demasiadamente compactas em relação a muitas pedras de maior porosidade o que dificulta o movimento da água e a evaporação desta e a cristalização dos sais acontecerá através da pedra adjacente à argamassa de cimento, danificando a pedra.
- ✓ É extremamente necessário limpar a pedra antes de fazer o preenchimento das fendas ou fissuras.
- ✓ Todas as fissuras devem ser preenchidas e não somente as mais largas para que a superfície da pedra fique homogênea e não ofereça pontos fracos que facilitem a entrada dos agentes de deterioração.

D – Manutenção e Proteção

CUIDADOS PARA A MANUTENÇÃO E PROTEÇÃO

- ✓ Nenhum tratamento de conservação tem uma duração ilimitada, sendo necessárias várias inspeções periódicas e cuidados de manutenção permanentes como limpeza, preenchimento de lacunas, fissuras, fraturas, reparação das juntas e renovação dos tratamentos de proteção.

- ✓ No caso de se proceder a tratamentos de proteção deve se ter em mente que o tempo de vida destes tratamentos é limitado e devem ser renovados periodicamente.
- ✓ Estes cuidados dispensados a tempo evitarão desgastes e diminuirão o ritmo da deterioração de modo mais eficaz do que trabalhos de restauração espetaculares e caros realizados quando o estado de deterioração da pedra já é avançado.
- ✓ A degradação da pedra nos edifícios é um fenômeno natural e inevitável, devendo ser feitas somente intervenções reconhecidamente necessárias. Casos não naturais decorrem muitas vezes da ação nociva e direta do homem através do contato repetido sobre a superfície da pedra como o vandalismo e o depósito de dejetos e lixo nas proximidades do embasamento dos edifícios.
- ✓ Deve ser enfatizado que não só o estudo como o planejamento e a execução dos trabalhos deverão estar sob a responsabilidade de técnicos qualificados para este fim, porque o sucesso da intervenção dependerá dos conhecimentos, experiência, perícia e, principalmente, da sensibilidade dos que trabalham com o Patrimônio.
- ✓ Todas as intervenções de conservação ou restauro deverão ser sempre registradas em documentação que relate de forma precisas e detalhadas, se possível com a ajuda de desenhos e de fotografias, os trabalhos realizados.
- ✓ Os resultados obtidos deverão ser objeto de apreciação crítica quando terminados os trabalhos e ao longo do tempo para que se possa acumular experiência e colher ensinamentos para os casos futuros.

Um trabalho de pesquisa não se esgota em si mesmo, além de procurar responder a um questionamento, abre espaço para outros estudos e provoca várias e novas reflexões.

A presente dissertação não foge a esta regra. As limitações impostas impediram a exploração de outras dimensões relevantes ao objeto de estudo. Algumas lacunas se apresentaram, mas não puderam ser preenchidas.

Neste contexto outras possibilidades de estudo certamente merecem ser vislumbradas e algumas sugestões poderão despertar futuras pesquisas, conforme destacadas a seguir:

- Até que ponto o uso intenso do patrimônio cultural, no Brasil, pode concorrer para a sua sustentabilidade, enquanto fonte de recurso para projetos de restauração e manutenção?

- Seria possível obter indicadores de sustentabilidade e índices de capacidade de suporte de carga para o uso intenso do patrimônio edificado?

- Seria possível transformar o uso do patrimônio cultural em um produto sustentável?

- Seria possível desenvolver uma metodologia de preservação baseada no fortalecimento da idéia de que é necessário cuidar do patrimônio, prevendo impactos a diferentes níveis de profundidade – físico, social, ambiental; e assim considerar o patrimônio como solução e como recurso para o desenvolvimento sustentável das cidades?

Esta dissertação, bem como as questões aqui sugeridas sinalizam para a possibilidade de trilhar caminhos até então não muito iluminados e muito pouco percorridos.

CONCLUSÃO

A matéria – a pedra – foi escolhida como veículo e suporte para registrar a presença do Homem na terra, desde os primórdios de sua existência e traz consigo a força das civilizações, imbuída de valores estéticos, históricos, arquitetônicos e culturais.

Sem dúvida podemos afirmar que o uso da pedra nasceu com o homem e, ao longo do tempo temos comprovado que a pedra tem acompanhado cada momento da evolução humana, satisfazendo vários requisitos técnicos, funcionais e estéticos.

O território – as cidades, os edifícios, as praças, ruas e calçadas – os núcleos e os fragmentos históricos constituem a memória e a herança da cultura de seus habitantes. Também é visível o impacto causado pelo uso intenso do patrimônio construído. A conscientização de seus riscos e perdas deve nortear sempre as intervenções de conservação do patrimônio arquitetônico.

A preocupação com a preservação do bem patrimonial nos remeta a aspectos ligados à questão antropológica, ou seja, como o uso intenso de um lugar e de objetos arquitetônicos pode provocar alterações e degradação no material pétreo que constitui, de modo significativo, a fachada de suas edificações.

Existe consolidada a relação preservação-patrimônio no centro da cidade do Rio de Janeiro. Esta relação está caracterizada no projeto Corredor Cultural e é perceptível na singularidade do SAARA, lugar que cristalizou a identidade daquela região.

A questão da preservação do lugar é muito forte e poderíamos dizer que se constitui em motivo de preocupação para os comerciantes do SAARA a questão da conjugação funcional, ou seja, do uso intenso e da manutenção da identidade do lugar.

Considerando as profundas e cada vez mais rápidas transformações do meio ambiente, dos grupos sociais e da matéria-prima constitutiva do bem patrimonial, faz-se necessário, a elaboração de normas que estabeleçam os limites aceitáveis de exposição ao uso e se torna imprescindível realizar um diagnóstico da situação, identificando as causas determinantes da degradação da pedra natural que compõe a fachada dos imóveis na região e implementar o uso de materiais e técnicas cada vez menos agressivas e de caráter reversível.

O resultado imediato de uma intervenção de conservação pode ser avaliado por indivíduos que possuam pouco conhecimento do processo e dos riscos envolvidos, mas que possuam boa perspectiva do que não devem ser os resultados. Sendo assim, uma avaliação

objetiva é sempre difícil devido ao fato de não existirem procedimentos normalizados de controle de qualidade, nem testes e ensaios reconhecidos.

Os resultados finais de qualquer processo de conservação só podem ser avaliados após longo período e a extrapolação de resultados com base em estudos laboratoriais, nem sempre corresponde ao comportamento real do processo de conservação.

As inúmeras variáveis associadas ao estudo de uma intervenção de conservação, a impossibilidade de seu controle, particularmente quando se trata de fachadas de edifícios, e o fato de se verificar danos severos em curto espaço de tempo, dificultam as tomadas de decisão, com base em estudos desenvolvidos em laboratório.

Como conseqüência, são freqüentes os fracassos associados a intervenções de conservação, sendo a situação agravada pelas polêmicas a que conduzem, na medida em que um grande número de intervenções são efetuadas sob o olhar da comunidade.

O progresso da metodologia disponível hoje para a conservação da pedra, em relação ao que era feito no passado, conta com a adoção de progressivas melhorias, não só nos materiais disponíveis, como também e principalmente, na metodologia para a sua correta aplicação, que hoje não se baseia na procura de um “produto milagroso”, panacéia para todos os males.

A descoberta do tratamento eterno e perfeito é algo irreal e inatingível, uma vez que a pedra é um material instável à superfície da Terra, como também acontece com quaisquer outros materiais que sejam produzidos. Sendo assim, qualquer produto de tratamento será, necessariamente, temporário.

Podemos considerar como único aspecto realmente inovador, em relação ao que era realizado no passado, a percepção de que nenhuma intervenção de conservação, mesmo sendo realizada com todos os conhecimentos atuais, pode durar indefinidamente e que, portanto, não pode ser dissociada da questão da intensidade do uso do material.

A única medida real de conservação do patrimônio histórico e artístico, que se deve tornar é programar, simultaneamente à intervenção de conservação de caráter extraordinário, um **Plano de Inspeção Periódica**, que permita conhecer antecipadamente a eventual necessidade de novas intervenções, antes que se produzam danos mais severos e certamente mais caros, seja em termos econômicos, seja na perda irreversível de partes da obra que se pretende conservar.

No estado atual de conhecimentos em que se encontra a área de conservação da pedra, a vida das construções pode ser grandemente prolongada com o estabelecimento de rotinas de manutenção, com o objetivo de detectar modificações nas características iniciais

dos materiais, provocadas pela necessidade de restabelecerem o equilíbrio com as novas condições do ambiente e as novas condições impostas pelo homem no uso/ abuso das construções.

No entanto, é necessário desenvolver materiais e métodos que conduzam não só a soluções mais econômicas, mais eficazes e que conduzam a uma maior vida útil com facilidade de aplicação, como também melhores resultados técnicos e estéticos.

Os sintomas de deterioração da pedra resultam da ação simultânea de numerosos fatores, obrigando o conservador a conhecê-los uma vez que a intensidade da sua intervenção dependerá das condições em que se encontra o objeto arquitetônico e das propriedades da pedra que o constitui. Por isso, a seleção dos métodos e técnicas de conservação a serem utilizadas em uma dada intervenção, deve ser sempre ditada pelos mecanismos e causas de alteração e pela natureza das pedras constituintes.

Os métodos de conservação que têm como objetivo a prevenção das deteriorações e a limitação da influência dos fatores que a provocam são conhecidas como métodos profiláticos e sempre devem ser preferidos, na medida em que são o caminho correto para evitar a ocorrência desastrosa da degradação do patrimônio.

A idéia principal desta abordagem é despertar e tornar perceptível aos olhos do técnico restaurador-conservador que é preciso relacionar vários pontos, é preciso ver de vários ângulos a questão da preservação e, mais concretamente a matéria (pedra), objeto que sofre diretamente as conseqüências do uso e das intervenções.

O fato de não existirem recursos disponíveis às instituições responsáveis pela preservação do patrimônio, a falta de equipamentos e tecnologias, não invalida a necessidade de que seja feita uma abordagem científica e metodológica dos problemas da degradação dos materiais e do patrimônio como conseqüência.

Como ficou explicitado neste trabalho um enfoque puramente na matéria, detectando seu estado de alteração e determinando seus vários tipos de patologias, não é suficiente para a solução da degradação, se não forem relacionados a ela todas as possíveis causas e mecanismos de degradação, inclusive as causas antropológicas, ou seja, as ações e interações do homem com a matéria constitutiva do patrimônio.

A conservação e o restauro do patrimônio constituído em pedra envolve estudos complexos, freqüentemente interdisciplinares, devendo envolver arquitetos, engenheiros, historiadores, conservadores-restauradores, geólogos, químicos, etc. Estas pessoas cada vez mais sentem a necessidade de se apoiar em métodos científicos para encontrar as soluções adequadas à sua rotina e assim a ciência através do estudo dos materiais e dos

processos mediante os quais se transformam, se torna cada vez mais aliada às ações de preservação, visto que exerce sua dimensão mais importante – a previsibilidade.

Diante disso, é necessário unir esforços e multiplicar as ações de preservação do patrimônio cultural para que, nos antecipando em minimizar os danos e os riscos a que o patrimônio está exposto, possamos reverter o quadro de degradação e abandono de obras que nada nem ninguém poderá recriar.

Finalmente, ter a cidade como um laboratório, um lugar de trabalho e reflexão, se traduz em uma experiência intensa e gratificante. O contato com o conhecimento da realidade do passado e do presente, e com a memória socialmente compartilhada que se materializa no patrimônio construído, nos faz perceber e ter a certeza plena da importância da preservação, objetivo principal para o qual este trabalho levanta subsídios, propõe reflexões e indica soluções.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, S. F. **O Distrito Federal e seus Recursos Minerais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1957.

AGUILERA, J. **Restauração: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: PROARQ/UFRJ/FUJB, 2001.

ALMEIDA, J. et al. **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora THEX, 1999, pp. 34/51.

ALLSOPP, D. **Biodeterioração e Conservação do Patrimônio Cultural**. Niterói: UFF, 2003.

AMENDOLA, G. **La ciudad postmoderna**. Madrid: Ed. Celeste, 2000 p.233/250.

BARATA, M. F. **Algumas reflexões sobre Patrimônio**. In Revista Estudos/ Patrimônio nº 3. Lisboa: IPPAR, 2002.

BASTIDES, R. **Arte e Sociedade**. São Paulo: Ed. Martins, 1945.

BLYTH, A. **Cristalização Espacial e Identidade Cultural: Uma Abordagem da Herança Urbana**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. IGEO.UFRJ, 1991.

BRAGA, M. D. **Conservação e Restauro**. Rio de Janeiro: Editora RIO, 2003.

BRANDI, C. **Teoria de la restauración**. Madrid: Alianza Editorial, 1989.

CARDÃO, C. **Técnica da Construção**. Belo Horizonte: Ed. Engenharia e Arquitetura, 1 Vol. 6ª Ed., 1983.

CARLOS, C. A. S. L. **A Arquitetura das Áreas de Proteção do Ambiente Cultural da Cidade do Rio de Janeiro - Seminário Visões Contemporâneas dos Sítios e Centros Históricos**. Rio de Janeiro: 2002.

- CARVALHO, M.L. O Corredor Cultural. Rio de Janeiro: Revista Módulo Nº 77, 1983.
- CASTRO, E. **Tratamento de Conservação das Pedras em Monumentos**. Lisboa: LENEC, 2001.
- CASTRO, S. R. **O estado na preservação de bens culturais**. Rio de Janeiro: Ed. Renovar, 1991.
- Catálogo de Rochas Ornamentais do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: DRM-RJ, 2003.
- CAVALCANTI, A. M. S. **Tecnologia da Pedra**. Rio de Janeiro: PONGETTI, 1951.
- CHOAY, Françoise. **A alegoria do Patrimônio**. São Paulo: Ed. UNESP, 2001, p.205/237.
- COELHO, O. G. P. **Do Patrimônio Cultural**. Rio de Janeiro: 1992.
- Conservação de Pedras em Edificações: Medidas contra a alteração da Pedra**. Grupo de Trabalho Português de conservação de pedras em edificações, Lisboa, 1982.
- CORREDOR CULTURAL: Projeto Básico** – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Rio de Janeiro: 1979.
- CORREDOR CULTURAL: Como recuperar, reformar ou construir seu imóvel**. Rio de Janeiro: Publicação Prefeitura do Rio de Janeiro, 1995.
- COSTA, J. B. da. **Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico**. 3ª Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1969.
- COSTA PINTO, R. **Patrimônio cultural e turismo**.
- CURY, I. (org). **Cartas Patrimoniais**. 2 ed. Rio de Janeiro: IPHAN, 2000. 383p.

D'ANGELO, A. G. D.. **Subsídios para uma Metodologia destinada à Conservação e Restauração do Patrimônio Cultural em Pedra Sabão.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: FAU UFRJ, 1998.

DAVID, H. **Conservação da arte rupestre pré-histórica: Um trabalho interdisciplinar.** XI Congresso da ABRACOR. Rio de Janeiro: Anais, 2002.

DE MASY, M. C.. **Conservación y restauracion de monumentos.** Barcelona: Vanguard Gràfic, 1993.

Estudos / patrimônio Nº 3. Instituto Português do Patrimônio Arquitetônico. Lisboa, 2002.

FERRARI, C. **O uso das rochas ornamentais em projetos urbanos arquitetônicos.** 1º Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais/ 2º Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste. Salvador: Anais, 2001.

FERREIRA PINTO, A P. **Conservação de Rochas Graníticas: Estudo da Ação dos Hidrófugos.** Lisboa: LENEC, 1994.

FITCH, J. M. **Preservação do Patrimônio Arquitetônico.** São Paulo: FAU USP, 1981.

FONTES, L. H. et al. **Preservação e Desenvolvimento Rio de Janeiro:** Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1986.

FONTES, M. P. F. **Introdução ao estudo de Minerais e Rochas.** Departamento de Solos. Viçosa: UFV, 1984.

FRANGELLA, J. **Caracterização tecnológica, usos e aplicações.** Rio de Janeiro: CETEM, 2003.

FRANQUEIRA, M. L. M.. **A inserção da Arquitetura Contemporânea em conjuntos históricos.** Dissertação. PROARQ, FAU, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

FRASCÁ, M. H. B. de O. **Caracterização Tecnológica, Usos e Aplicações de Rochas Ornamentais**. Rio de Janeiro: 2003.

FRAZÃO, E. B. **Tecnologia de Rochas na Construção Civil**. São Paulo: ABGE, 2002.

FRÉDÉRIC, L.. **Manual Prático de Arqueologia**. Coimbra: Livraria Almedina, 1980.

GAMA, H. B.. **Principais patologias associadas ao uso de rochas ornamentais**. 1º Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais/ 2º Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste. Salvador: Anais, 2001.

GOMES, R. J. **Nota sobre o problema da alteração da pedra em monumentos de interesse histórico e artístico**. Lisboa: LNEC, 1961.

GUARDIOLA, M. G. G. T. e MORENO, M. A. **Metodología de estudio de la alteración y conservación de la piedra monumental**. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2000.

HALL, C. M. **Planejamento Turístico. Políticas, processos e relacionamentos**. São Paulo: Contexto, 2001.

HARDOY, J. E., GUTMAN, M.. **Impacto de la urbanización en los centros históricos de iberoamerica**. Madrid: Ed. Mapfre, 1992, p.28/85.

HIPPERT, J. F. M. **Contribuição à Geologia e Petrologia dos “Augen”-gneisses de Niterói- RJ**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. USP, 1990.

ICOMOS - Heritage e Tourism. Counterbury, UK. 27 – 30 março 1990.

IPHAN. GT MONUMENTA BID. **Manual de Arqueologia Histórica em projetos de restauração**. Brasília, 2002.

IPHAN, **Manual de conservação de cantaria**. Rio de Janeiro: Publicação Ministério da Cultura, 1999.

JANSEN-VERBEKE, M. e LIEVOIS, E. **Análise de recursos históricos para turismo urbano em cidades européias.** São Paulo: Contexto, 2000, p.105/133.

LAGES, A. M. G. **O Turismo como instrumento de preservação do Centro Histórico de Penedo, Alagoas.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: FAU UFRJ, 1999.

LAZZARINI, L. e TABASSO, M. L. **Il restauro della pietra.** Padova: Offset Invicta, 1998.

LEAL, F. M. **Restauração e Conservação de Monumentos Brasileiros.** Centro de Artes e Conservação. UFPE, 1977.

LE GOFF, J. **Documento/Monumento.** In: História e Memória. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992. p. 535-549.

LICHT, O. A. B. **Prospecção geoquímica. Principais técnicas e métodos.** Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

LORENZI, R.. **Turistas e descaso estão destruindo o que resta das ruínas incas.** US Today. 22 de agosto de 2000.

MACCHU Picchu pode desaparecer nos Andes. **FOLHA DE SÃO PAULO.** 08 de março de 2001.

MARTINI, A. **Restauro das Obras de Arte em pedra.** Centro Europeo di Formazione degli Artigiani per la Conservazione del Patrimonio Architettonico. Veneza, Italia.

MARTINS, A. M. M. **Turismo realmente sustentável: um conceito a desenvolver,** In MUNIZ, I.N. e GOMES, E.C. Participação social e gestão pública. As armadilhas da política de descentralização. Viçosa, UFV, 2002, pp. 53/63.

MESONES, F. L. G. **La utilización y el dimensionamiento de la piedra natural en las obras de arquitectura.** Rio de Janeiro, 2003.

MOTTA A. B. de S. **Manual de Manutenção de Obras de Arte para encarregados de Igrejas e Casas Históricas.** Rio de Janeiro: IPHAN, 1996.

MOURA, A. C. (Coord). **Granitos e rochas similares de Portugal.** Porto: Marca-Artes Gráficas, 2000.

NISSEN, A de E. **Estudo das Potencialidades de Exploração de Rochas Ornamentais no Bairro de Campo Grande, Zona Oeste do Município de RJ.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: IGEO. UFRJ, 2000.

OLIVEIRA, M. M., SANTIAGO, C. C., LEAL, J. L. **Rudimentos para Oficiais de Conservação e Restauração.** ABRACOR. 1996.

OLIVEIRA, M. M. de. **Tecnologia da Conservação e da Restauração - Materiais e Estruturas - um roteiro de estudos Bahia:** Editora da UFBA, 2002.

PAES LEME, A B. **Os Gneisses do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Papelaria Macedo, 1912.

Pedra e Cal – Revista do Grêmio das empresas de conservação e restauro do patrimônio arquitetônico. Nº 13, JAN/ FEV/ MAR. Lisboa, 2002.

Pedras do Brasil – Nov. 2003. Vitória: Rede Opinião de Comunicação e Editora, 2003.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de construção.** Porto Alegre: Editora Globo, 1978.

PINHEIRO, A.I. de F. **Corredor Cultural, um projeto de preservação para o centro do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro, 1979.

PONS, A P. e NONELL, J. B. **Restauración de Monumentos.** Barcelona: Escola Técnica Superior de Arquitectura , 1993.

PRUDÊNCIO, W. J. **Restauração de Patrimônio Cultural Arquitetônico.** Rio de Janeiro: Empresas Concremat, 2001.

PUCCIONI, S. et al. **Consolidação Estrutural da Toca da Entrada do Pajaú do Parque Nacional Serra da Capivara: diagnóstico.** SAB 2001 – A Arqueologia no novo milênio. Resumos, 2001.

RIBEIRO, R. T. M. **Técnicas de Conservação e Restauração.** Rio de Janeiro: UFRJ-FAU-PROARQ, 2001.

Rochas de qualidade. Jul / Ago. São Paulo: EMC Editores, 2003.

SEGRE, R.. **América Latina. Fim de Milênio. Raízes e perspectivas de sua arquitetura.** São Paulo: Studio Nobel, 1991.p. 283/300.

SETÚBAL, M. B. **“Preservação na gestão das cidades”** in Revista do Patrimônio, nº24. Rio de Janeiro: IPHAN, 1996.p. 165-174.

SIGAUD, M. e PINHO, C. M. **Morro da Conceição: da memória o futuro.** Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio, 2000.

SILVA, M. G. L. **Os Cenários do Lazer: Turismo e Transformação da Paisagem Urbana.** Tese de Doutorado. São Paulo: FAU/USP, 2003.

SIMÕES, G. **Limitação no Parque Estadual do Ibitipoca está funcionando.** Jornal ECO. Além Paraíba, Minas Gerais, Março de 2002.

VALERIANO, C. de M. e MAGALHÃES, A C. **Geologia Estrutural da Área do Pão de Açúcar e Adjacências, Rio de Janeiro, Brasil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências. Vol. 56, Nº 3, 1984.

VASCONCELLOS, P. **Interiores: Corredor Cultural - Centro Histórico do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Sextante, 2002.

VERGARA, S. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** São Paulo: Atlas, 2004.

WILLIAMS, M. A **“cidade perdida” do Peru está sendo amada até a morte.** Cox News Service. 30 de Abril de 2001.

WAHRHAFTIG, A. M. **La Portada del Corregidor**, Dissertação de Mestrado, Ilhas Canárias: Universidade de Las Palmas de Gran Canária, 1995.

WINKLER, E. M. **Efeitos de endurecimento nas rochas.** 3º Congresso Internacional de Deterioração e Preservação de pedras. Veneza, 1979.

Sites

HOME-PAGE: Antología: Dois Pontos. Interdisciplinaridade – Um novo paradigma curricular (partes I e II). www.aescola.com

HOME-PAGE: La cave de Lascaux – www.mistral.culture.fr/arcnat/lascaux/fr/index

HOME-PAGE: **Serra da Capivara** – www.defensoresdanatureza.com.br/turismo/cientificos

HOME-PAGE: ECOPORTAL.net: **Ambiente, turismo y preservación del patrimonio natural y cultural**

HOME-PAGE: **La cave de Lascaux** – www.mistral.culture.fr/arcnat/lascaux/fr/index

HOME-PAGE:Ministerio das Relações Exteriores – www.mre.gov.br/revista/numero05/cavern.p.htm

ANEXO 1

“DADOS DO LUGAR”

Compilação das entrevistas realizadas junto aos comerciantes e comerciários da região do SAARA, no período de setembro a novembro de 2003.

1) INFORMAÇÕES GERAIS

1 – Idade do entrevistado:

IDADE	QUANTIDADE	%
20 a 30 anos	15	50
Acima de 50 anos	09	30
30 a 40 anos	03	10
40 a 50 anos	03	10

OBS: Os entrevistados são, na sua maioria jovem na faixa de 20 a 30 anos, seguida dos adultos acima dos 50 anos.

2 – Grau de escolaridade do entrevistado:

NÍVEL	QUANTIDADE	%
2° Grau	18	60
1° Grau	09	30
Superior	03	10

OBS: A maioria dos entrevistados possui formação de ensino médio.

3 – Função do entrevistado:

FUNÇÃO	QUANTIDADE	%
Gerente	15	50
Vendedor	6	20
Cabeleireira	3	10
Serviços Gerais	3	10
Diretor	3	10

OBS: Devido à diversidade de atividades comerciais praticadas nos estabelecimentos, verifica-se grande variedade de funções dos entrevistados.

4 – Bairro de residência do entrevistado:

BAIRRO	QUANTIDADE	%
Baixada Fluminense	18	60
Zona Oeste	6	20
Zona Norte	6	20

OBS: Todos os entrevistados residem fora da região central da cidade.

5 – Meio de transporte utilizado pelo entrevistado para o trabalho:

MEIO DE TRANSPORTE	QUANTIDADE	%
Ônibus	9	30
Carro de passeio	6	20
Metrô	6	20
Trem e ônibus	3	10
Metrô e ônibus	3	10
Transporte alternativo	3	10

OBS: A maior parte dos entrevistados utiliza sistema de transporte coletivo para acessar o trabalho.

2) DADOS DE FREQUÊNCIA E PRESERVAÇÃO

1 – Tipo de público que compra no estabelecimento:

PÚBLICO	QUANTIDADE INFORMADA	%
Público de proximidade		
Morador do bairro	8	21
Trabalhador do bairro	8	21
Visitantes		
Estrangeiros	8	21
De outros estados	6	16
De outras cidades	6	16
De outros bairros	2	05

OBS: A maior parte do público consumidor do espaço é o visitante, tanto de procedência nacional quanto internacional.

2 – Opinião quanto à importância em se preservar a memória:

MOTIVO CITADO	QUANTIDADE	%
Importância histórica	09	30
Manutenção da beleza	09	30
Importância turística	06	20
Importância cultural	03	10
Importância comercial	03	10

OBS: A maior parte dos entrevistados associa a preservação à história e beleza do lugar.

3 – Opinião quanto à importância em se revitalizar a área:

MOTIVO CITADO	QUANTIDADE	%
Econômico	12	40
Importância histórica	06	20
Valorização local	06	20
Atração de público	06	20

OBS: A maior parte dos entrevistados associa a preservação à história e beleza do lugar.

4 – Pontos positivos e negativos do comércio se localizar em área de APAC:

	OPINIÃO	QUANTIDADE	%
Positivos	Facilidade de acesso	09	30
	Incentivos fiscais	06	20
	Mais movimento de pessoas	06	20
	Não sabe	09	30

Negativos	Infra-estrutura precária	06	20
	Alagamentos	03	10
	Falta de segurança	03	10
	Nenhum	12	40
	Não sabe	06	20

OBS: Os pontos positivos destacados são relacionados à atração do público ao comércio e ao recebimento de incentivos fiscais. Os pontos negativos são referentes à infra-estrutura das edificações que consideram precária, com falta de autonomia e liberdade para realizar obras de reforma e manutenção.

5 – Sugestões para a preservação da área:

	SUGESTÃO	QUANTIDADE	%
Incentivos	Isonção de impostos municipais	06	20
	Incentivos aos comerciantes	06	20
Obras de exterior	Realizar reforma externa nos imóveis	06	20
	Pintar as fachadas da mesma cor	03	10
Outros	Transformar em rua de pedestres	03	10
	Retornar ponto de ônibus para a proximidade	03	10
	Investir em áreas verdes e manutenção de ruas e praças	03	10

OBS: A maior parte das sugestões para a preservação da área considera mais importantes os incentivos fiscais ao comércio e a realização de obras nos imóveis.

ANEXO 2

GLOSSÁRIO

ANIDRIDO - Substância derivada de um ácido pela eliminação de uma ou mais moléculas de água.

ANISOTROPIA - Qualidade peculiar de certas substâncias cristalizadas, de reagir diferentemente segundo a direção de propagação de um determinado fenômeno físico, como a propagação da luz ou do calor, o crescimento do cristal, a dureza. Opõe-se a isotropia.

BACTÉRIAS NITRIFICANTES - Transformam o amoníaco ou os sais amoniacaais em nitritos e depois em nitratos, introduzindo um grupamento NO_2 na molécula.

CAPILARIDADE - Conjunto de fenômenos que se passam, quando num capilar se forma uma interface líquido-vapor.

CARBONATAÇÃO - Saturar de gás carbônico; converter em carbonato.

CARBONATO - Qualquer sal do ácido carbônico

CORROSÃO - Desgaste ou modificação química e estrutural de um material, provocada pela ação química ou eletroquímica espontânea de agentes do meio ambiente, podendo ser ainda decomposição e destruição de rochas, resultante da ação química dissolvente da água.

CIANOACTÉRIAS - Bactérias verde-azuladas, que crescem em ambientes úmidos e ricos em gás carbônico e luz, muitas vezes confundidas com algas.

CRIPTOCRISTALINA - Textura cristalina tão fina que é impossível distinguir-lhe os componentes, mesmo com o auxílio do microscópio.

DETERIOGÊNICOS – Agentes que provocam a biodeterioração.

DIÁCLASE – Plano que separa ou tende a separar em duas partes uma unidade rochosa, sem haver separação das bordas.

DISSOLUÇÃO - Ato ou efeito de dissolver; decomposição pela separação dos elementos constituintes.

EFLORESCÊNCIA - Depósito esbranquiçado e pulverulento de sais minerais que, se forma à superfície das rochas em consequência da evaporação da água.

ENDOLÍTICOS - Microorganismos que se desenvolvem no interior da pedra, dando início ao processo de deterioração.

FENOCRISTAIS - Cristal que, por sua dimensão relativamente maior, sobressai na massa fina vítrea ou microcristalina de uma rocha magmática ou eruptiva.

FILÃO - Enchimento dos fendilamentos da crosta terrestre por substâncias de origem hidrotérmica; veio.

FRESAS - Engrenagem motora constituída de um cortador giratório de ângulos diversos, em movimento rotativo contínuo e que serve para desbastar ou cortar metais e outros materiais.

GRANALHA - Pequenos fragmentos de metal em forma de grânulos ou de palhetas provenientes do tear na serragem da rocha.

HIDRATAÇÃO - Associação de uma ou mais moléculas de água a uma espécie química.

HIDRÓLISE - Reação da água sobre um composto com fixação de íons hidrogênio ou de íons hidroxila.

HIDRÓXIDO - Composto de um elemento eletropositivo com grupamento monovalente OH -hidroxila ou oxidrila.

LITOSFERA - Parte externa consolidada da Terra; crosta terrestre.

METEORIZAÇÃO - Transformação das rochas em solo sob a ação dos fenômenos climáticos e biológicos ou ainda, ação ou efeito dos agentes climáticos sobre os materiais.

MOVIMENTOS OROGÊNICOS - Movimentos que produzem os relevos da crosta terrestre; deformações.

OXIDAÇÃO - Processo em que ocorre o aumento de cargas positivas de um íon, ou seja ocorre a perda de elétrons; processo de combinação de uma substância com o oxigênio.

PICNÔMETRO – Frasco aferido destinado à medição da massa específica de sólidos ou líquidos.

PRESSÃO HIDROSTÁTICA - Pressão relacionada ao equilíbrio de líquidos e gases sujeitos à ação da gravidade.

SULFATO - Qualquer sal do ácido sulfúrico.