

AValiação DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E PETROGRÁFICAS DOS GRANITOS VERMELHO BRASÍLIA E VERMELHO VENTURA E SUA UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL DE REVESTIMENTO EXTERNO.

Suely Machado Barbosa da Silva

Bethania M. S. Pontes

Felisbela Maria da Costa Oliveira

Evenildo Bezerra de Melo

doi:10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n1p37-51

PPGEMinas/UFPE suelymb@gmail.com; bethaniapontes@hotmail.com;

felisbela.oliveira@ufpe.br; evenildodemelo@yahoo.com.br

RESUMO

As rochas ornamentais quando usadas como revestimento externo em edificações sofrem processos de deterioração mais intensos que aquelas colocadas em ambientes internos secos. Por meio de ensaios de caracterização tecnológica, este trabalho visa orientar a aplicação e a previsão do comportamento de dois tipos de granito vermelho, Ventura e Brasília. Estes litotipos apresentam índices físicos e resistência à flexão compatíveis com aqueles indicados pela NBR 15844. A análise mineralógica aponta para rochas com elevado teor de feldspato potássico de coloração rósea (55% para Brasília e 50% para Ventura) responsável pela cor avermelhada destas rochas, acentuada pela alteração natural dos minerais máficos associados. Entretanto o Vermelho Brasília apresenta menor conteúdo em máficos (12%) do que o Ventura (20%) o que se traduz pela menor resistência à ação intempérica deste último. Processos de alteração mais intensos geram redução da sua resistência mecânica e, portanto, menor durabilidade. O grau de microfissuramento e a constituição mineralógica foram os fatores petrográficos mais importantes na determinação da resistência à alterabilidade. A coloração original do Vermelho Ventura não sofre grande mudança uma vez que os produtos decorrentes dos processos de oxidação e hidroxidação natural dos minerais máficos apresentam coloração vermelha, amarronzada e amarelada, não quebrando a reprodutibilidade do aspecto estético desta rocha. Por fim a baixa alterabilidade dos feldspatos potássicos em relação aos demais minerais aumenta a valorização ornamental deste tipo pétreo, sobretudo pelos profissionais da Arquitetura .

Palavras-chave: Vermelho Ventura; Vermelho Brasília; granitos; índices físicos.

ABSTRACT

The dimension rocks when used as an external coating for buildings suffer more intense processes of deterioration than those placed indoors. By tests of technological characterization, this work aims to guide the implementation and performance prediction for two types of red granite, Ventura and Brasilia. These rock types have physical indices and flexural strength that are consistent with those indicated by NBR 15844. Mineralogical analysis indicates rocks with high content of pinkish colored potassium feldspar (55% for Brasilia and 50% for Ventura) which is responsible for the red color of these rocks, enhanced by the natural alterations of associated mafic minerals. However the Red Brasilia has less content in mafic (12%) than the Ventura (20%) which translates less resistance to weathering action of the latter. More intensive alteration processes result in a reduction of its mechanical strength and therefore in a shorter life. The extent of micro-cracking and the mineralogical constitution were the

37

most important factors in determining the petrographic resistance to changeability. The original coloring of the Red Ventura suffers no major change due to the colors of the products resulting from oxidation and hydroxidation processes of mafic minerals are red, brownish and yellowish, not changing so the aesthetic aspect of this rock. Finally, the low changeability of feldspars compared to other minerals increases the ornamental value of this rock type, especially by professionals of Architecture.

Keywords: Red Ventura; Red Brasília; granites; physical indices

INTRODUÇÃO

Os granitos vermelhos são muito usados como revestimento externo em edificações. Sua composição mineralógica, rica em feldspatos potássicos, faz com que este tipo de rocha seja menos susceptível à ação das intempéries e dos poluentes urbanos.

O presente trabalho estuda as características físicas e petrográficas dos granitos Vermelho Ventura e Vermelho Brasília, bastante utilizados como revestimento externo de edificações. A caracterização tecnológica destes materiais possibilitará a prevenção de problemas arquitetônicos como manchas, destacamento, fissuras, decorrentes da deterioração destas rochas e também o uso mais otimizados destes litotipos para aplicação em pisos paredes, áreas externas, internas, secas e úmidas.

As rochas foram usadas na antiguidade como elementos estruturais de construção, de ornamentação, de cunho religioso e também de vedação. Com o surgimento do concreto e domínio da tecnologia do aço, a função da rocha em revestimentos de edificações tornou-se principalmente decorativa e funcional. A rocha tem sido usada no revestimento de paredes, pisos, degraus de escadarias, internos e externos, e como elemento funcional em balcões de cozinhas, banheiros, lavabos e tampos de mesas, dentre outros.

O aspecto estético é o principal condicionante para o uso das rochas de revestimento. Conjugado a este fator, devem ser consideradas as

características tecnológicas da rocha, a tipologia do jazimento, bem como os possíveis defeitos das etapas de extração e de beneficiamento (Frasca & Quitete, 2000).

As rochas ornamentais devem apresentar propriedades que facilitem seu aproveitamento e sua utilização. Quando usadas em ambientes externos, experimentam com maior intensidade, os processos de deterioração que aquelas colocadas em ambientes internos. A redução da sua resistência física e mecânica são alguns processos de alterações mais intensos, gerados por condições adversas, frente à ação dos agentes intempéricos e poluentes atmosféricos do meio ambiente.

O uso de um material pétreo para fins ornamentais está relacionado com fatores intrínsecos da rocha, tais como intensidade e tipo de alteração, presença de tensões confinadas, heterogeneidade textural e suas propriedades físicas e químicas. Também são importantes os fatores externos, relacionados com os processos de extração e beneficiamento, tais como os defeitos resultantes dos processos de serragem, polimento e brilho que podem ocasionar ou amplificar microfissuras pré-existentes (Aires-Barros, 2001).

A determinação dos índices físicos (densidade, porosidade e absorção d'água) assim como o conhecimento de propriedades mecânicas das rochas é de grande importância para a prevenção das patologias associadas a estes materiais de revestimentos externos de edificações. Para diagnóstico das

patologias, é necessário, muitas vezes, submeter o material de revestimento aos agentes causadores das mesmas. A determinação dos índices físicos permitirá a seleção de materiais que sejam mais resistentes à determinada patologia. A densidade traduz a quantidade de matéria por unidade de volume, portanto, quanto mais denso é o material menos poros ele possui e, por conseguinte, menos água ele absorve. Também materiais mais densos apresentam resistência à compressão mais elevada e, consequentemente, maior resistência à flexão. As rochas porosas apresentam maior superfície de ataque para os agentes intempéricos, (por exemplo, a chuva), sendo mais vulneráveis à alteração.

Neste trabalho é feito um estudo petrográfico associado à determinação de parâmetros físicos e mecânicos de granitos vermelhos, que permitam a avaliação da qualidade da rocha para o uso no revestimento de edificações. Serão observados fatores intrínsecos e extrínsecos ao material rochoso que intervêm no comprometimento do

aspecto estético da edificação. As rochas serão observadas in loco macroscopicamente: manchas, fissuras, perdas de cor e brilho, eflorescência ou outros aspectos que interfiram nas características visuais do revestimento.

Rochas ornamentais e “granitos”

Pela definição estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) rocha ornamental é o material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento (bruta, aparelhada, apicoada, esculpida ou polida) utilizado para exercer uma função estética. Comercialmente, as rochas ornamentais são definidas essencialmente em duas principais categorias, que são os “granitos” e os “mármore”, distinguidos com base na sua composição mineralógica. Os “granitos” abrangeriam as rochas silicatadas, ao passo que os “mármore” incluiriam as rochas carbonáticas. (Menezes e Larizzatti, 2005).



Figura 1 - Granito Vermelho Brasília
Fonte: Chiodi Filho, 2009

Para o setor de rochas ornamentais e de revestimento, o termo granito designa um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo monzonitos, granodioritos, charnockitos, sienitos, dioritos, diabásios/basaltos e os próprios

granitos, gerados por fusão parcial de materiais crustais preexistentes. A composição mineralógica desses “granitos” é definida por associações muito variáveis (Figura 1). Seus minerais dominantes são: quartzo, feldspatos, micas (biotita e muscovita),

e anfibólitos (sobretudo hornblenda); sua composição, textura e estrutura representam, assim, parâmetros de muito interesse para a caracterização de granitos e sua distinção dos mármore. Entretanto granitos, do ponto de vista geológico, são rochas magmáticas intrusivas, de textura fanerítica, equigranular podendo ser inequigranulares e até porfíricos, cujos minerais essenciais são feldspato potássico, plagioclásio (normalmente oligoclásio) e quartzo além de muscovita e biotita e minerais acessórios como apatita, magnetita, zircão, rutilo, etc.

As rochas ornamentais comercialmente mais importantes são os "granitos" e a maioria destas foi produzida nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia. Certos "granitos" ornamentais do Brasil são famosos até no exterior. Além de ter beleza visual, são as rochas mais resistentes, não perdendo o brilho de polimento durante longos anos. Desta forma, desde os tempos antigos os "granitos" são tratados como material de luxo na construção. Sobretudo, os "granitos" coloridos são muito procurados no mercado. Como por exemplo, as tumbas dos faraós das pirâmides do Egito foram construídas com "granitos" e o corpo principal das pirâmides, com calcários.

Os "granitos" explotáveis ocorrem tanto em matacões quanto em afloramentos. Os matacões de rochas graníticas com tamanho acima de 2m, muitas vezes, não são blocos rolados, mas sim, in situ. Portanto, após a retirada dos matacões, aparece o afloramento composto da mesma rocha. A exploração de matacões tem menor custo, necessitando menor capital inicial para a produção. Portanto, a maioria dos "granitos" ornamentais brasileiros está sendo explotada a partir do corte de matacões. Por outro lado, a exploração

dos afloramentos necessita de maior capital inicial, equipamentos e tecnologia, sendo assim, encontram-se sob a forma de grandes pedreiras de escala empresarial. (Santiago *et al.*, 2012).

Os "Granitos" Vermelhos

De acordo com a coloração, os "granitos" são classificados em vermelho, marrom, amarelo, azul, verde, preto e cinza. A sua coloração é devido principalmente à cor dos minerais constituintes e da alteração intempérica. Geralmente, são preferidas as rochas de granulação grossa com textura equigranular sem orientação, isto é, típica textura granítica. Entretanto, em certos casos, são preferidas as rochas com fenocristais ou porfiroblastos orientados. Os "granitos" vermelhos têm esta coloração devido ao feldspato alcalino (Santiago *et al.*, 2012).

Rochas representativas deste tipo são o Granito Vermelho Ventura e Granito Vermelho Brasília.

O Granito Vermelho Ventura é uma das variações faciológicas do batólito granítico de Venturosa, pertencente à suíte potássica-calcialcalina metaluminosa de idade neoproterozóica. O Granito Vermelho Ventura típico é lavrado na Mina Peri-Peri. Trata-se de uma rocha granítica, de granulação grossa, de composição alcalina, de textura porfírica, com fenocristais de K-feldspato (microclina) e menos frequentes e menores de plagioclásio. Estes constituem mais de 60% da rocha, enquanto a matriz, formada por quartzo, biotita e plagioclásio ocupa um máximo de 40% da rocha. Destaca-se, como feição estrutural a lineação (ou foliação) irregular marcada pela orientação dos fenocristais de feldspato (foliação de fluxo, paralela ao plano de corte da

rocha - “levantante” ou “alongante”, da terminologia mineira). Em chapa polida, o Vermelho Ventura mostra os K-feldspatos bastante destacados do conjunto, devido às dimensões dos seus cristais com 2cm a 2,5cm de comprimento e 0,8cm de largura. Os megacristais apresentam pequenas fissuras visíveis a olho nu, limitadas aos grãos e que não prejudicam o aspecto estético-decorativo do conjunto. No geral, a rocha é de cor rósea-avermelhada, mas são comuns pequenas inclusões pretas de minerais máficos (biotitas principalmente) passíveis de serem eliminadas pela lavra seletiva, para garantir a reprodutibilidade do material a ser produzido. Em seção delgada a rocha apresenta textura porfirítica levemente orientada pela estrutura de fluxo com matriz hipidiomórfica de granulação média, com variações locais de grossa a fina e, composição biotita granito porfirítico. Mineralogicamente é constituída de microclina, plagioclásio, quartzo, biotita, opacos, apatita, zircão e clorita. No que concerne à microclina mostra-se microfissurada, pouco deformada e os filmes pertíticos, comumente retorcidos (CPRM, 2008), o que sugere deformação sin-cristalização, associada com a orientação de fluxo.

De acordo com Neves (2010), o Granito Vermelho Brasília de natureza magmática é extraído no município de Jaupaci, Estado de Goiás. Sua coloração é avermelhada com estrutura discretamente orientada, inequigranular, de granulação grossa. A granulação oscila desde 0,3 mm até cerca de 5,0 cm ou mais, com predominância entre 0,5 e 3,0 cm, caracterizada por bom entrelaçamento mineral. Os cristais maiores são de microclina, os quais exibem formas variadas, podendo ser irregulares, alongados ou ovalados (com dimensões que podem atingir até 2,5 x 5,0 cm) a prismáticos (nestes casos

apresentam dimensões que vão desde 0,5 x 0,5 x 1,5 cm a 1,5 x 2,0 x 5,0 cm). Apresentam contornos irregulares (devido à corrosão durante cristalização, magmática) e mais raramente retilíneos (situação mais frequente nos cristais prismáticos), o que apesar da granulação grossa da rocha, se reflete em bom imbricamento mineral e consequentemente na coesão da rocha.

Ainda de acordo com Neves (2010), este material apresenta uma estrutura de discreta orientação de fluxo, evidenciada basicamente por leve orientação preferencial dos cristais alongados de microclínio. Microscopicamente exibe textura fanerítica média a grossa, inequigranular, hipidiomórfica. A granulação média oscila entre 0,5 a 1,5 cm sendo que o microclínio representa os cristais com as maiores dimensões. Os contatos minerais variam de interlobados (côncavo/convexos) a parcialmente retilíneo, refletindo, no geral, em bom entrelaçamento mineral. Registra-se que os contatos entre os agregados de quartzo e os cristais de feldspato são irregulares, e que internamente aos referidos agregados os cristais de quartzo exibem entre si contatos preferencialmente retilíneos a levemente lobulados. Já os cristais de microclina e de plagioclásio, estes, predominantemente cedo-cristalizados exibem formas próprias preservadas, automórficas, com contornos externos convexos. Exibem também contornos côncavo/convexos a irregulares, devido a frequentes feições de corrosão magmática, o que contribui para o melhor imbricamento global da rocha. Há um baixo grau de microfissuras, predominantemente intergranular, preferencialmente nos cristais de quartzo. As microfissuras mostram-se tanto fechadas quanto abertas, nestes casos, preenchidas por minerais opacos, sericita e algum epidoto. Fraca a

moderada alteração mineral está presente, caracterizada por sericitização dos feldspatos potássicos, carbonatação dos plagioclásios e argilização, manifestando-se sob forma de manchas pulverulentas, de coloração acastanhada devido ao efeito da pigmentação por óxidos de ferro. Os cristais de plagioclásio são os mais afetados, principalmente em seus núcleos, enquanto nos cristais de microclina, maiores e menos alteráveis, a argilização distribui-se esparsadamente na sua superfície. Os cristais maiores de biotita encontram-se praticamente inalterados, por vezes com discreta cloritização em bordas com texturas simplíticas, além de conterem algumas micro-inclusões lineares de agregados de opacos disseminados dispostos ao longo dos planos de clivagem.

METODOLOGIA

É necessária a realização de ensaios para determinação das propriedades dos materiais pesquisados. Estes ensaios devem estimar as

propriedades que interfiram no seu desempenho como revestimento externo. Assim, o conhecimento de características como densidade, porosidade e absorção de água e também resistência à flexão dos materiais serão primordiais na previsão da durabilidade quando da aplicação em revestimento externo. Tais ensaios serão descritos na sequência.

Materiais

As amostras dos litotipos estudados foram de dois tipos: (1) *in natura* e (2) material usado. Os materiais *in natura* (1) dos dois Vermelhos (Brasília, denominado VB, e Ventura, denominado VV) foram obtidos em marmorarias da cidade do Recife. O material usado (2) foi obtido do descarte de placas pétreas do litotipo Vermelho Ventura, proveniente da manutenção do revestimento externo do Edifício Burle Marx, também em Recife (Fig. 2). Infelizmente não foi possível a obtenção de peças usadas do Vermelho Brasília.



Figura 2 - Edifício Burle Marx, Av. Agamenon Magalhães, 2615, Recife, PE.

Foram confeccionados corpos-de-prova dos materiais *in natura* para a determinação dos índices físicos e da resistência à flexão em quatro pontos.

Foram ainda preparadas lâminas do material *in natura* (Vermelhos Ventura e Brasília) para descrição petrográfica. Estes procedimentos seguiram os

ensaios de caracterização tecnológica para rochas ornamentais normatizados pela ABNT, através da NBR 15845, descritos abaixo, na tabela 1.

Avaliações qualitativas e quantitativas das características petrográficas foram relacionadas com a composição mineralógica, textura, grau ou intensidade de microfissuras intergranular e intragranular, porosidade e natureza dos contatos intergranulares (planos, côncavo-convexos, serrilhados). Todas estas características permitem avaliar preliminarmente a susceptibilidade das rochas a se alterar quando as mesmas são usadas em diferentes situações que geram processos de deterioração (ArtuR *et al.*, 2001 apud Becerra Becerra, 2007).

Análises Petrográficas

Segundo Frascá (2003), a análise petrográfica é uma ferramenta que esclarece frequentemente as diferentes propriedades físicas e/ou mecânicas que a vista desarmada parecem semelhantes. Os principais determinantes da alterabilidade da rocha são grau de microfraturamento, presença de minerais instáveis e/ou alterados,

heterogeneidade textural e granulométrica.

Estas análises foram realizadas através de dois tipos de equipamentos ópticos: a) microscópio binocular e b) lupa digital monocular com aumento de 200x. Todas as amostras – do Vermelho Ventura (*in natura*), do Vermelho Brasília (*in natura*) e do Vermelho Ventura coletada no edifício Burle Marx -, foram analisadas em microscópio binocular em lâminas delgadas.

Caracterização física e mecânica

Os ensaios tecnológicos realizados neste trabalho determinaram os índices físicos (densidade aparente, porosidade aparente e absorção d'água) e a resistência à tração (flexão em 4 pontos).

Os ensaios de índices físicos (Fig. 3) permitem avaliar, indiretamente, o estado de alteração e de coesão em rochas de revestimento, assim como, a possibilidade de infiltração de líquidos na rocha. As dimensões das 10 amostras de ambos os materiais ensaiados foram de 5 x 5 x 2 cm, obedecendo à determinação da norma da ABNT NBR 15845:2010.

Tabela 1 – Ensaios realizados nos granitos Vermelhos

ENSAIOS	
Caracterização Tecnológica ABNT NBR 15845:2010	Análise petrográfica - Anexo A
	Absorção d'água - Anexo B
	Densidade aparente - Anexo B
	Porosidade aparente – Anexo B
	Flexão em 4 pontos - Anexo G

Os ensaios de resistência à tração avaliam a capacidade das placas pétreas a se curvarem ou flexionarem quando submetidas aos esforços de ventos ou

cargas em revestimentos externos de edificações. Este parâmetro foi determinado pelo ensaio de resistência à flexão em 4 pontos (Fig. 4) em 10

amostras de cada litotipo nas dimensões de 2 x 3 x 20 cm.



Figura 3 - Estufa Navetherm (a esquerda) e Balança Marconi



Figura 4 – Prensa Hidráulica SOLOTEST

ANÁLISE DE EFLORESCÊNCIA

Segundo Santos e Silva Filho (2008 apud SILVA 2011), pode-se definir “Eflorescência” como “depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, como piso (cerâmicos ou não), paredes e tetos, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas”.

Foi documentada, através de imagens digitais, a ocorrência de eflorescências (Figura 5) na fachada do Edifício Burle Marx. Este material foi coletado e foram realizadas análises de fluorescência de raios X. O método utilizado para a determinação dos óxidos presentes nas eflorescências foi o da fluorescência de raio-X realizado pelo Laboratório NEG-LABISE/UFPE.



Figura 5 - Eflorescência - Edifício Burle Marx

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ensaios referentes aos índices físicos, à resistência a flexão em 4 pontos tiveram seus resultados comparados com valores determinados pelas normas nacionais ABNT NBR 15844:2010 e internacionais ASTM.

Na descrição da ficha petrográfica, macroscopicamente as duas rochas assemelham-se em suas cores claras, predominantemente avermelhadas a róseas, a textura apresenta-se isotrópica de aparência heterogranular variável, desde submilimétrica a supracentimétrica, formando agregados com até 3,0 cm para o Vermelho Ventura e até 5,0 cm para o Vermelho Brasília. Os minerais félsicos são essencialmente feldspatos potássicos róseos, com raros indivíduos de cor creme e quartzo na cor acinzentada, sendo bastante notável o seu maior conteúdo no tipo Vermelho Brasília (18%) que no Vermelho Ventura (12%). Na análise de lâminas delgadas foi observada maior presença de minerais ferro-magnesianos no

granito Vermelho Ventura (20%), o que explica maior potencial de oxidação que o granito Vermelho Brasília (12%). A composição ferrífera, aparentemente um pouco subordinada, materializa-se nos cristais pelas tonalidades de cor marrom clara a escura avermelhada. As biotitas magnesianas ou ferríferas, às vezes, expressam tênue foliação, sem indício de deformação frágil a dútil (Tabela 2) (Silva, 2014).

O granito Vermelho Ventura, mesmo apresentando um menor volume de quartzo, possui uma maior variedade textural, com graus mais finos, existindo maior chance de continuidade do microfissuramento dos pequenos cristais. A presença do quartzo nestes materiais se repercute na possibilidade de microfissuramento e, consequentemente, em absorção de umidade pela rocha. Há indícios de saussurita (epidoto mais carbonato) e carbonatação em alguns plagioclásios, dado que deve repercutir no brilho mais homogêneo e cintilância localizada após o polimento da chapa.

Tabela 2 – Análise Petrográfica dos Granitos Vermelho Brasília e Vermelho Ventura

Análise Modal:				
	Granito Vermelho Brasília (VB)			
	K-feldspato 55 %	Plagioclásio 15%	Quartzo 18%	Ferro Magnesianos Biotita 11% e Hornblenda 1%
	Granito Vermelho Ventura (VV)			
	K-feldspato 50 %	Plagioclásio 18%	Quartzo 12%	Ferro Magnesianos Biotita 17% e Hornblenda 3%

A análise do material obtido do descarte do Edifício Burle Max (material usado como revestimento externo) foi realizada utilizando-se uma lupa digital monocular. Para isto, fez-se

marcação em quadrantes numerados para tornar mais fácil a análise visual dos pontos escolhidos, conforme Figura 6.

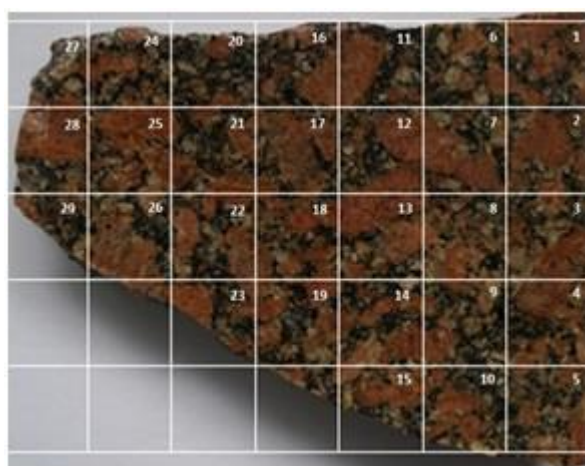


Figura 6 – Granito VV aplicado no Ed. Burle Marx

A composição modal do material descartado do Edifício Burle Marx, consiste em 50% de K-feldspato, de cristais com tamanho de 2 à 5 cm; 20% de minerais escuros cujos cristais variam de 2 mm à 5 mm; e 12 % de quartzo com grãos entre 5 mm e 10 mm; além 18% de discretos cristais de plagioclásios de tamanho milimétrico.

Através da lupa, com capacidade de aumento de 200 vezes, observou-se nesta amostra, quadrante 5, que existem

manchas avermelhadas e de contato difuso na biotita, mineral escuro, no qual ela está ocorrendo (Fig. 7).

Ainda no mesmo quadrante 5 da mesma amostra do granito Vermelho Ventura, pode-se observar que o mineral escuro (biotita) está próximo ao K-feldspato que é um mineral pouco alterável. Todavia, há manchas amareladas que estão, sobretudo, associadas aos minerais máficos de grãos menores, inclusos em quartzo

microfissurado. As microfissuras do quartzo possibilitam a absorção de água que, em contato com os minerais máficos, promove sua oxidação produzindo cores avermelhadas, típicas deste processo, nos cristais de quartzo vizinhos.

Na figura 8 do quadrante 1, há mineral preto, associado com quartzo, mas diferentemente distribuído. Observa-se também que há manchas amarelas nas microfissuras, em maior proximidade dos minerais escuros, o que permite relacionar essas manchas com hidroxidação de mineral ferromagnético.

Na imagem do quadrante 11, da mesma figura, há maior presença relativa de minerais escuros, presença de K-feldspato e quase ausência de quartzo, não havendo a ocorrência de manchas avermelhadas ou amareladas, o que se traduz em pouca alterabilidade, sugestivamente pela falta de microfissuras.

Nos quadrantes 9 e 20, há discreta alteração no mineral claro, microfissurado, para a cor amarelada, demonstrando que neste material ocorreu uma hidroxidação, resultante da associação do microfissuramento com a ação das águas de chuva.

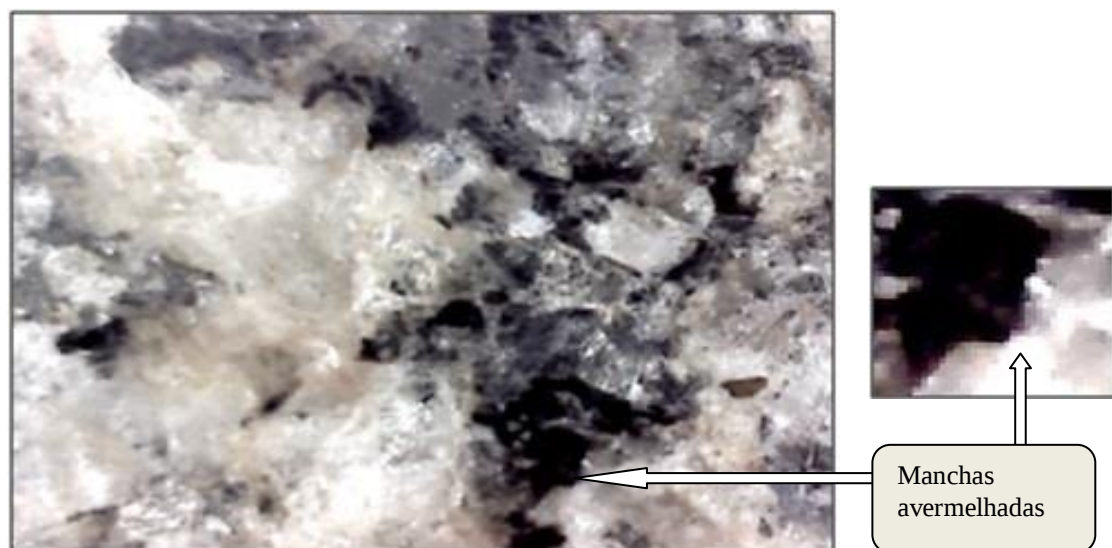


Figura 7 – VV quadrante 5.

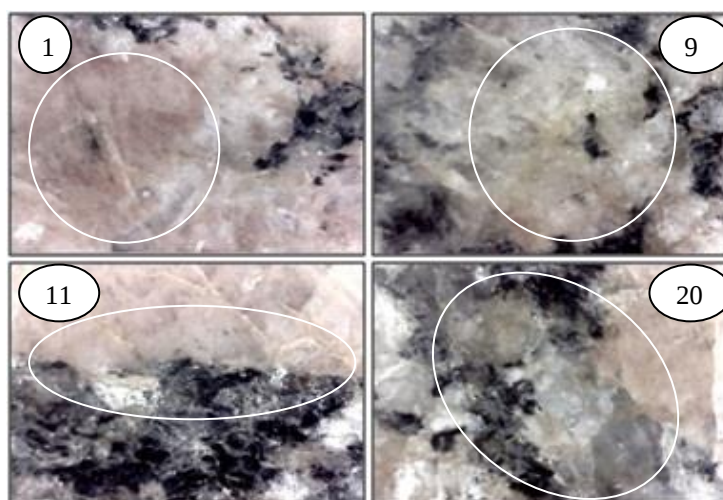


Figura 8- Imagens do granito VV aplicado no Ed. Burle Marx, aumentadas pela lupa digital

Os valores dos índices físicos dos granitos Vermelhos apresentam-se acima dos valores estabelecidos pelas normas ASTM e ABNT 15844:2010, conforme tabela 3:

As rochas graníticas com menor densidade apresentam maior absorção d'água. As propriedades apresentadas nos índices físicos estão diretamente relacionadas entre si. Tal tendência pode ser explicada pelo fato de densidades menores estarem relacionadas a um volume maior de vazios (poros, microfissuras etc.) no material, o que, por sua vez, permite maior infiltração de água.

A resistência à flexão em 4 pontos vai determinar qual o maior tamanho

e/ou menor espessura que uma placa de rocha pode ter para suportar as condições estruturais e atmosféricas locais. Ele tem relevância particular no caso de revestimentos exteriores. O tipo de granulação da rocha vai influenciar diretamente na resistência à flexão, pois quanto maior ela for menor será a resistência.

Os ensaios de flexão em 4 pontos foram realizados nas condições seca e saturada com cargas aplicadas na direção paralela ao plano de fraqueza da rocha. Assim, os corpos de prova foram divididos em dois grupos para cada litotipo estudado e submetidos ao ensaio de tração, cujos resultados se apresentam na tabela 4.

Tabela 3 - Média dos valores dos Índices Físicos dos granitos VB e VV.

LITOTIPO (Nome Comercial)	Densidade Aparente (Kg/m ³)	Porosidade (%)	Absorção (%)
VB - Vermelho Brasília	2628,74	0,45	0,17
VV - Vermelho Ventura	2628,90	0,56	0,21

Tabela 4 - Resultado dos ensaios de Resistência à Flexão em 4 pontos dos granitos VB e VV (seco e saturado), expressos em MPa

Amostras	Vermelho Brasília (VB)		Vermelho Ventura (VV)	
	Grupo I (Seca)	Grupo II (Saturada)	Grupo I (Seca)	Grupo II (Saturada)
1	10,00	12,23	14,45	13,34
2	12,23	12,23	15,56	17,79
3	14,45	12,23	18,90	10,00
4	12,23	13,34	18,90	11,12
5	11,12	12,23	13,34	11,12

A correlação dos resultados obtidos nestes ensaios, com o parâmetro estabelecido pela ABNT NBR 15844:2010 (≥ 8 MPa), expressos na tabela 05, foram satisfatórios em todos

grupos dos litotipos analisados. No entanto, nos ensaios do granito Vermelho Ventura houve uma maior variação em seus resultados, o que sugere haver um grão mineral de maior

granulometria no local de ruptura o que ocasiona maior resistência do corpo-de-prova.

As placas de revestimentos são aplicadas, nesta edificação, a partir do uso de argamassas. Segundo a tabela 5, o percentual de CaO é bastante elevado para uma rocha granítica cujo valor de CaO é da ordem de 0,75%; portanto o alto valor deste óxido presente na eflorescência revela que, certamente, sua origem está na argamassa de assentamento da placa pétrea.

O processo de formação está relacionado à dissolução dos carbonatos presentes nas argamassas pela água e

recristalização na superfície das rochas por evaporação e também escorrimento pelas juntas entre as placas pétreas. Ainda de acordo com Santos e Silva Filho (2008, apud SILVA, 2011), os depósitos acontecem quando os sais solúveis nos componentes das alvenarias, nas argamassas de emboço, de fixação, de rejuntamento ou nas placas cerâmicas são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento. Esses sais em contato com o ar se solidificam, causando depósitos.

Tabela 5 - Resultados de análise semi-quantitativa das eflorescências

Elementos	Resultados(%)
CaO	91,8
SiO ₂	3,7
Al ₂ O ₃	1,8
SrO	1,4
Fe ₂ O ₃	0,6
SO ₃	0,2
K ₂ O	0,2
TiO ₂	0,2
Cr ₂ O ₃	0,1
P ₂ O ₅	tr
ZnO	tr
Total	99,96

CONCLUSÕES

As rochas ornamentais devem apresentar propriedades que agreguem valor principalmente através de suas características estéticas. Além da beleza, outras propriedades devem ser consideradas para que o trinômio beleza-durabilidade-custo seja válido. Características tais como petrografia, índices físicos, resistência mecânica, são extremamente importantes na adequação do material pétreo ao seu uso.

Os materiais Vermelho Brasília e Vermelho Ventura apresentam índices físicos compatíveis com os sugeridos pela ABNT NBR 15844:2010. Suas características se assemelham pelo tamanho dos cristais de K-feldspato róseo com textura heterogranular; entretanto no granito Vermelho Ventura há maior variedade textural, com grãos mais finos, existindo maior chance de continuidade do microfissuramento dos pequenos cristais de quartzo, assim apresentando maior absorção de umidade que o Vermelho Brasília.

As características mecânicas de ambos os materiais, no que se refere à

média geral dos grupos de ensaios (seca e saturada), se apresentaram satisfatórias quanto à normatização da ABNT NBR 15844:2010. O tipo de granulação da rocha influencia diretamente na resistência a flexão sendo o granito Vermelho Ventura mais resistente à flexão em ambiente seco, por conter grãos mais finos.

O Granito Vermelho Ventura demonstra maior susceptibilidade à alteração. Este fato se deve à sua composição mineralógica que apresenta maior quantidade de minerais escuros também e maior variedade textural, com grãos mais finos, que repercutem na alterabilidade das demais espécies minerais por absorção de umidade.

Os diversos ensaios realizados demonstram claramente que os granitos vermelhos são tecnologicamente considerados rochas de boa qualidade, e que podem ser utilizados como material de revestimento para uso interno ou externo na indústria de construção civil.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15845. **Rochas para revestimento** – Métodos de Ensaio. ANEXO A (normativo) Análise Petrográfica. 2010.
- ABNT NBR 15845. **Rochas para revestimento** – Métodos de Ensaio. ANEXO B (normativo) Densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água. 2010.
- ABNT NBR 15845. **Rochas para revestimento** – Métodos de Ensaio. ANEXO G (normativo) Flexão por carregamento de quatro pontos. 2010.
- AIRES BARROS. **As rochas dos monumentos portugueses. Tipologias e patologias**. Lisboa: Min. Cultura, Inst. Port. Patrim. Arquitetônico, 2001, 535p.
- AIRES BARROS, L. Caracterização e Patologias das Rochas Ornamentais. Anais I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais do Nordeste. Olinda, Pernambuco. 1998. p. 01-21.
- Becerra Becerra, J. E.; Costa A. G. 2007. Ensaios de Alterabilidade Acelerada para Avaliação da Durabilidade de Seis Granitos Ornamentais Brasileiros. *Genomos* 15(2): 33 – 42
- Filho, Cid C.; Rodrigues, Eleno de P. 2009 Guia de Aplicação de Rochas em Revestimentos, Projeto Bula – ABIROCHAS. São Paulo
- CPRM em parceria com a UFPE – Programa Geologia do Brasil. Geologia da Folha Venturosa. Pernambuco, 2008. 71 p.
- Frasca, M. H. B. O. 2003. Estudos Experimentais de alteração acelerada em Rochas Graníticas para Revestimento. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia), Universidade de São Paulo,.
- Frasca, M. H. B. O. & Quitete, E. B.; Rochas Ornamentais do Estado de São Paulo – Características Tecnológicas. Rochas de Qualidade, nº 154, p. 154-171; São Paulo. 2000.
- Silva, Isabelly T. dos S.; Identificação dos Fatores que Provocam Eflorescência nas Construções em Angicos/RN, (Monografia) - UFERSA. 2011
- Menezes, Ricardo G., Iarizzatti, João H.; Rochas Ornamentais e de Revestimento: Conceitos, Tipos e Caracterização Tecnológica, UFRJ em associação com o CETEM e CETEMAG (ES), Rio de Janeiro, 2005.
- Neves, Márcia C. Estudo experimental do polimento de diferentes “granitos” e as relações com a mineralogia. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, SP, 2010.
- Oliveira, Felisbela M. C.; Kálix, T. M. F.; Barros M. L. S. C.; Melo, E. B.

- Morais, P. O. B. Rochas Ornamentais Silicáticas do Estado de Pernambuco Revista HOLOS, ano 29, vol. 4 - 2013.
- Peruzzo, Francisco M., Canto, Eduardo L. do; Química na abordagem do cotidiano. Volume 1, Editora Moderna, 1999.
- Silva, Suely M. B.; Estudo das Características Petrográficas, Mecânicas e Colorimétricas dos “granitos” Vermelho Brasília e Vermelho Ventura. Dissertação (Mestre em Engenharia Mineral), UFPE - Recife, 2014.
- Santiago, A. S. et al; Diagnóstico Ambiental das Marmorarias do Estado da Paraíba. 2º Congresso Químico do Brasil. RN. 2012