

PADRÃO TECNOLÓGICO DO “GRANITO PRETO PIRACAIA” – SP, COMO ROCHA ORNAMENTAL.

Antonio Misson GODOY², Julio César de Pinheiro ARRAIS¹, Antonio Carlos ARTUR² e Tamar Milca Bortolozzo GALEMBECK²

¹ Mestrado na Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

² Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Petrologia e Metalogenia.

Av. 24-A, 1515 - Bela Vista. 13.506-900, Rio Claro, SP. Fone (19) 526 28 23, Fax (19) 524 96 44, e-mail: mgodoy@rc.unesp.br

RESUMO

O “Granito Preto Piracaia”, denominação da rocha ornamental do Maciço Piracaia, é representado por monzonitos inequigranulares homogêneos com pequenas variações composicionais locais. Apresentam granulação fina, fina/média e média e coloração cinza médio a cinza escuro, fraca alterabilidade dos seus minerais constituintes e encontram-se cortados por veios de composição quartzo-feldspáticas, quartzosas ou sieníticas.

Estas rochas exibem fraca anisotropia, definida por foliação milonítica NE-SW de médio a alto ângulo e famílias de fraturas que apresentam orientações principais NNE-SSW/subvertical, E-W/subvertical, NW-SE/subvertical e subhorizontal.

Os parâmetros tecnológicos físicos e físico-mecânicos são semelhantes ou mesmo superiores aos valores dos melhores “granitos pretos” brasileiros, que aliados às suas características petrográficas, valorizam o seu padrão estético e permitem indicá-lo como ideal para revestimentos tanto em ambientes internos quanto externos.

INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas dimensionais e materiais de cantaria, abrangem tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiadas através de esquadrejamento, polimento, lustro, etc.

Essas rochas definem na atualidade uma das mais promissoras áreas setor mineral. Tal incremento foi determinado tanto pelos novos tipos de utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas, principalmente no que se refere a obras de revestimentos, quanto por novas tecnologias de extração, manuseio, transporte e beneficiamento de blocos. Além destas características que aprimoram a exploração e otimizam a produção, conseqüentemente com redução dos custos, o mercado consumidor cada vez mais exigente requer uma padronização das características tecnológicas das rochas ornamentais destas jazidas. Neste sentido, os estudos visam a caracterização tecnológica dos monzonitos e monzodioritos da jazida comercialmente denominada “Granito Preto Piracaia”.

O Maciço Piracaia (Janasi, 1986) situa-se nos arredores da cidade homônima, extremo ENE do Estado de São Paulo. Constitui um corpo com forma de gota alongado e orientado segundo N30E, medindo cerca de 14,5 km de extensão, largura máxima de 3,5 km, perfazendo uma exposição da ordem de 28 km². Encontra-se intrusivo quer nos granitos cálcio-alcálicos do Complexo Granitóide Socorro, quer nos metassedimentos de médio a alto grau metamórfico, mais ou menos migmatizados do Complexo Metassedimentar Itapira (Figura 1).

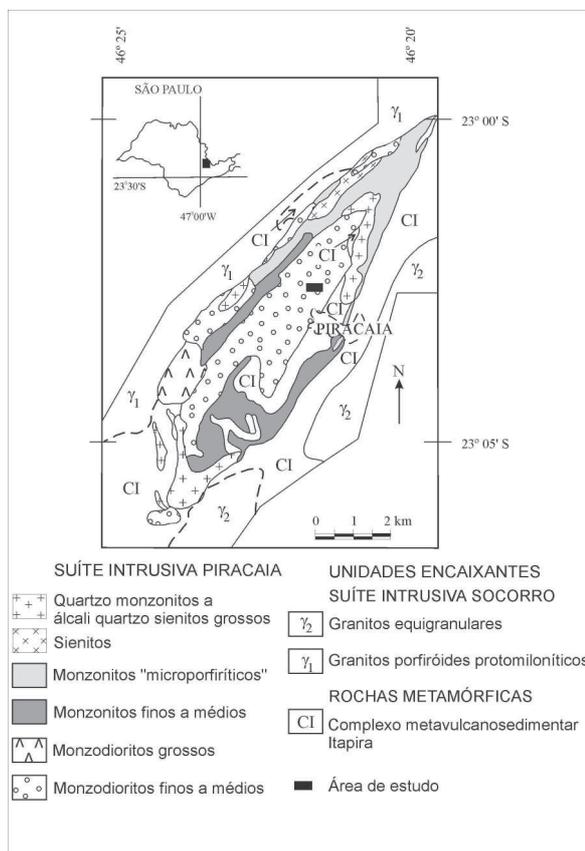


FIGURA 1– Mapa geológico esquemático do Maciço Piracaia (Janasi, 1986; modificado).

Janasi (1986) reconheceu para o Maciço Piracaia cerca de trinta faciologias petrográficas que foram reunidas em seis associações de fácies mapeáveis na escala 1:25.000. Entre as rochas dominam monzonitos, monzodioritos, quartzo monzodioritos e quartzo monzonitos, ao lado de dioritos, quartzo dioritos, álcali-sienitos, quartzo-álcali-sienitos e álcali-granitos.

As rochas das diferentes fácies petrográficas do Maciço Piracaia incluem termos texturais equigranulares (muito finos, finos, médios e grossos), inequigranulares médios a grossos, porfíricos e megaporfíricos, apresentando índices de coloração modal variando entre mais de 30% até menos de 10%. São rochas portadoras de plagioclásio, feldspato alcalino, biotita, hornblenda/fe-hastingsita, augita e em alguns casos ortopiroxênio.

Marcante é o efeito da deformação regional, vinculada principalmente à Zona de Transcorrência de Extrema. Esta zona é responsável tanto pelo formato alongado do maciço, quanto pela geração de uma foliação de caráter tectônico intenso nas áreas de maiores deformações miloníticas e/ou de uma tênue foliação presente em quase todas as litologias.

GEOLOGIA LOCAL

A jazida de rochas ornamentais “Granito Preto Piracaia”, com Alvará de Pesquisa do Ministério das Minas e Energia de nº 47, de 17 de janeiro de 1972 (Figura 2), localiza-se acerca de 2 km a norte da Cidade de Piracaia, no Sítio Boa Vista, porção nordeste do Estado de São Paulo. Encontra-se inserida nas Folhas Topográficas Fazenda Santa Maria (SF-23-Y-D-I-1-WE-A) na escala 1:10.000 e Piracaia (SF.23-Y-D-I-1) em 1:50.000 e faz parte do Maciço Monzonítico-Monzodiorítico Piracaia.

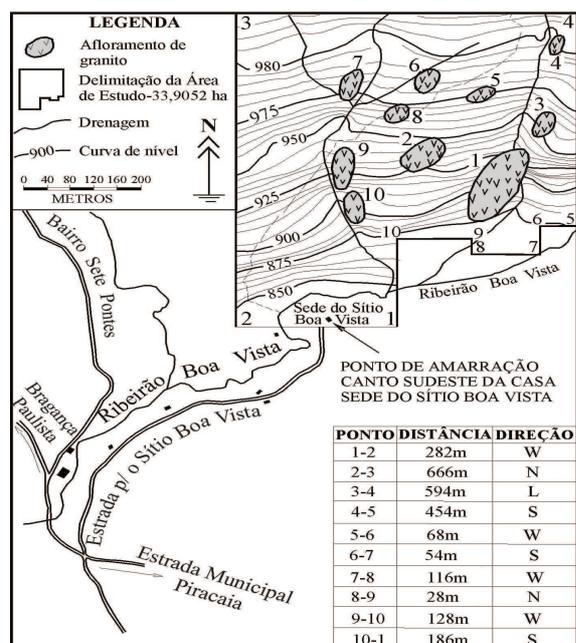


FIGURA 2 – Mapa de localização e da disposição dos corpos do polígono da área de estudo

A área caracteriza-se por um espesso manto de intemperismo com cobertura vegetal, onde ocorrem afloramentos de rochas frescas dispersas na forma de matações e lajeados, que apresentam dimensões variadas desde 40 m até 200 m ao longo do eixo maior. No geral exibem formatos ovalados e alongados e lajeados, alguns expostos por erosão e outros por decorrência de explorações.

O “Granito Preto Piracaia”, localmente é constituído por rochas de composição predominantemente monzonítica a localmente monzodiorítica, inequigranulares, com variedades de granulação fina, fina/média e média, localmente porfirítica caracterizada pela presença de esparsas ripas de plagioclásio branco a rosado com dimensões de até 1,5 cm. Apresentam coloração cinza clara a cinza escura com índice de coloração de 30%, variando até cerca de 40%.

Devido ao processo de diferenciação magmática e/ou variação no processo de resfriamento e consolidação ocorrem, freqüentemente, nos três tipos de monzonitos encontrados, variações locais denotadas por manchas alongadas e menos freqüentemente por diques de coloração rósea de composição sienítica e/ou feldspática. Observa-se ainda a presença de filetes, raramente veios mais longos, normalmente descontínuos, com espessuras sub-centimétricas a centimétricas de composição sienítica e quartzo-sienítica.

As principais feições que distinguem as três variedades faciológicas que constituem o “Granito Preto Piracaia”, são descritas abaixo. Para as análises petrográficas levou-se em consideração a sugestão da norma NBR 12768 (ABNT 1992a).

A **variedade de granulação fina ou grana fina** é constituída por rochas de composição monzonítica, inequigranulares, de coloração cinza escura com finas porções dispersas de cor rosa esbranquiçada, definidas por concentrações de feldspatos que podem atingir até 2,0 mm. Exibem granulação fina, com grãos entre 0,2 - 2,0 mm, média entre 0,3 - 0,5 mm. Os grãos minerais apresentam contatos predominantemente dos tipos côncavo-convexos, imbricados e, por vezes, planos; microfissuramento moderado, representado por fraturas não preenchidas, intragrão e intergranulares, dispostas de forma mais ou menos orientada. Geralmente apresentam discreta anisotropia definida principalmente pela sutil orientação de biotitas, que pode chegar a mais intensa devido a zonas de deformações localizadas. Os minerais que compõem estas rochas são principalmente plagioclásio do tipo andesina, biotita, microclínio e, secundariamente, hornblenda, titanita, apatita, allanita, opacos, epidoto, carbonatos, sericita e clorita; as transformações minerais se expressam pela sericitização e saussuritização do plagioclásio, cloritização incipiente das bordas das biotitas e anfibólios;

A **variedade de granulação fina/média ou grana fina/média** é representada por rochas de composição monzonítica, inequigranulares, de coloração cinza escura, granulação fina a média (0,2-3,0 mm), com predominância dos cristais entre 0,5 - 0,7 mm, ocorrendo freqüentemente cristais tabulares de feldspatos de cores brancas a rosadas, atingindo até 1,5 cm; com freqüente processo de microgranulação dos cristais, principalmente plagioclásio e microclínio. O tipo de contato que prevalece entre os cristais é o côncavo-convexo, com bom engrenamento, podendo ocorrer também o plano. A anisotropia é incipiente ou localizada, verificada principalmente através de fraturas descontínuas preenchidas por um material muito fino de coloração cinza escuro, resultado da fragmentação de minerais, definindo um padrão amendoado. A composição mineralógica destas rochas é muito semelhante à da variedade de grana fina, apresentando hornblenda e hastingsita;

A **variedade de granulação média ou grana média** é representada por rochas de composição monzonítica, inequigranulares, de coloração cinza média com tons rosa esbranquiçados, configurando textura “sal e pimenta”. Apresentam granulação média, com dimensões dos cristais entre 0,3 - 4,0 mm e predominância de 0,5 - 0,8 mm, porém alguns cristais esparsos pela rocha podem atingir até 2 cm. O tipo de contato que prevalece entre os cristais é o côncavo-convexo, podendo ocorrer o tipo plano. O microfissuramento é moderado, caracterizado como fraturas parcialmente preenchidas, intergranulares e não comunicáveis, as quais seguem uma orientação preferencial dentro dos minerais, atingindo maiores proporções nas porções mais deformadas. Apresentam leve anisotropia, no geral mais acentuada do que nas duas variedades anteriores, realçadas pelos seus constituintes maiores. A composição é muito semelhante à da variedade de granulação fina/média, inclusive com a hastingsita.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

As rochas ornamentais e de revestimento, quando em uso, são submetidas às mais variadas solicitações, tais como: atrito ou desgaste, impacto, ação das intempéries, ataques por produtos de limpeza, líquidos agressivos, etc. Assim, a precisa caracterização tecnológica desses materiais torna-se fundamental para sua utilização correta e econômica.

A análise comparativa entre os resultados obtidos dos diferentes ensaios tecnológicos e os parâmetros pré-fixados pelas normas possibilita a quantificação e qualificação dos materiais.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é a entidade normatizadora dos parâmetros de qualificação de rochas ornamentais, sendo que normas de outras associações como a da American Society for Testing and Materials–ASTM, são utilizadas principalmente para comparações dos resultados obtidos para o “Granito Preto Piracaia”.

O Quadro 1 mostra os resultados médios dos principais ensaios tecnológicos realizados nos três tipos petrográficos comercializados como “Granito Preto Piracaia”, caracterizados por variações texturais e representados pela variedades de granulação fina ou grana fina; de granulação fina/média ou grana fina/média; e, granulação média ou grana média. As análises foram realizadas no Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM – ICGE - UNESP.

Quadro 1 - Resultados dos ensaios físicos e mecânicos do “Granito Preto Piracaia”

Ensaio Tecnológico	Grana Fina	Grana Fina/Média	Grana Média
Massa Específica Aparente (kg/m ³)	2.877	2.836	2.827
Poros. Aparente (%)	0,34	0,35	0,38
Absorção d'água (%)	0,12	0,12	0,13
Compressão Uniaxial ao Natural (Mpa)	210,4	225,7	204,9
Flexão 3 Pontos (MPa)	24,85	28,61	15,09
Flexão 4 Pontos (MPa)	23,40	21,10	16,49
Desgaste Amsler (mm)	0,98	0,83	1,01
Impacto de Corpo Duro (cm)	67	66	65
Velocidade de Propagação de Ondas (m/s)	5455	5318	5183

O Quadro 2 apresenta os valores limítrofes dos ensaios tecnológicos especificados pela norma C-615 da ASTM (1992) e os sugeridos por Frazão e Farjallat (1995) para rochas graníticas utilizadas como rochas ornamentais e de revestimentos. Estes valores sugeridos foram utilizados como parâmetros balizadores em termos comparativos e da avaliação qualitativa das três variedades petrográficas do “Granito Preto Piracaia”. O Quadro 3 apresenta os parâmetros de ensaios tecnológicos de granitos ornamentais preto brasileiro.

Quadro 2 – Parâmetros limítrofes especificados para granitos ornamentais para revestimento.

Ensaio Tecnológico	C 615 ASTM (1992)	Frazão e Farjallat (1995)
Massa Esp. Aparente (kg/m ³)	≥ 2560	≥ 2550
Porosidade Aparente (%)	--	≤ 1,0
Absorção d'água (%)	≤ 0,4	≤ 0,4
Velocidade de Propagação de Ondas (m/s)	--	≥ 4000
Dilatação Térmica Linear (10 ⁻³ mm/m °C)	--	≤ 12,0
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤ 1,0
Compressão Uniaxial (MPa)	≥ 131,0	≥ 100,0
Flexão (mód. de ruptura-MPa)	≥ 10,34	≥ 10,0
Módulo de deformidade estático (GPa)	--	≥ 30,0
Impacto de Corpo Duro (cm)	--	≥ 0,4

Quadro 3 - Ensaio tecnológico: 1 - Preto Piracaia (Hornbl.-Biot. Monzodiorito) 2 - Preto Apiaí (Gabro); 3 - Preto Bragança (Quartzo Monzonito); 4 - Cofresa (Olivina Gabro); 5 - São Gabriel (Norito); 6 - Preto Total (Grabronorito).

Ensaio	1*	2*	3*	4**	5***	6***
Massa Espec. Aparente. (kg/m ³)	2.844	3.065	2.770	2.952	2.920	2.931
Porosid. Aparente (%)	0,50	0,54	0,44	0,06	0,16	0,20
Absorção d'água %	0,18	0,18	0,16	0,02	0,05	0,07
Compres. Uniaxial cong/deg. (MPa)	149,5	-	176,1	-	143,6	115,7
Compres. Uniaxial (MPa)	167,1	195,5	178,9	-	128,9	113,3
Flexão 3 Pontos (MPa)	15,75	26,4	25,1	-	25,71	22,43
Desgaste Amsler (mm)	1,05	0,76	0,85	0,82	1,14	2,02
Impacto Corpo Duro(cm)	88	61	73	-	98	88
Mód. Def. Estática (MPa)	32,96	47,13	42,45	-	73,54	64,20
Dil. Térm. 10 ⁻³ mm/m.°C	6,3	5,4	6,6	-	9,1	9,7
Velocid. Propag. de Ondas (m/s)	5010	6040	5330	-	-	-

Fontes: *IPT 2000; **IPT 1993; ***DNPM 1998.

Os resultados obtidos dos ensaios tecnológicos do “Granito Preto Piracaia” que se encontram sintetizados nas (Figura 3), mostram que os parâmetros analisados situam-se dentro dos limites padrões estabelecidos pelas normas vigentes e que às vezes superam os valores médios dos melhores “Granitos Pretos” brasileiros, obedecendo satisfatoriamente os valores limítrofes fixados pela norma C615, da American Society for Testing Materials – ASTM para granitos, utilizados em revestimento, quer para ambientes internos, quer para externos. Concluímos, portanto, que os Monzonitos Piracaia satisfazem plenamente e refletem a adequação dos materiais estudados para o uso como rocha ornamental em quaisquer situações, como por exemplo, revestimentos e pavimentos externos e internos.

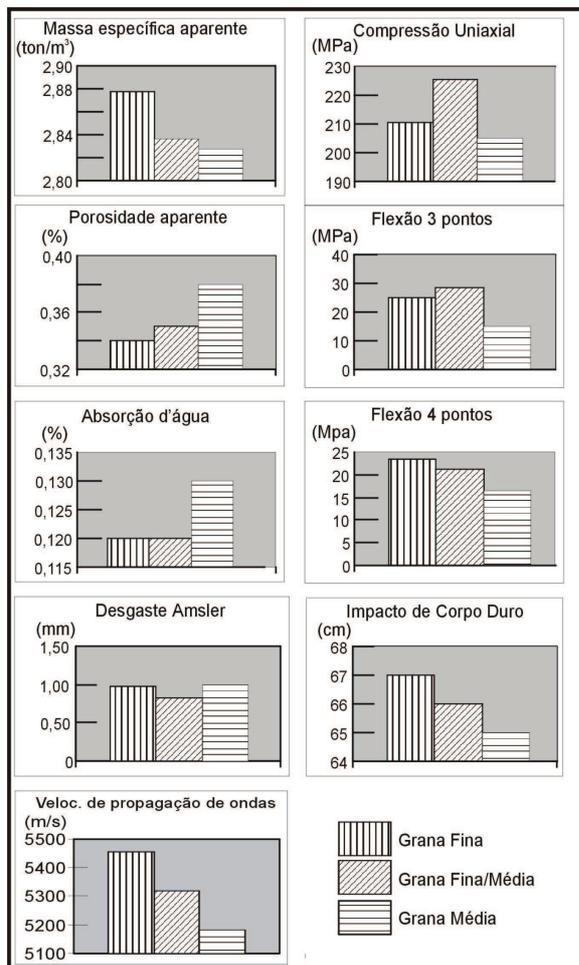


FIGURA 3 – Síntese dos Ensaios Tecnológicos do “Granito Preto Piracaia”.

CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS

No geral os resultados físicos e mecânicos fornecidos pelas rochas do “Granito Preto Piracaia” mostram boas correlações com os aspectos petrográficos (mineralógicos, texturais e estruturais) exibidas pelas três variedades estudadas e abaixo comentadas.

Os valores obtidos para os *ensaios físicos*, incluindo os resultados da *massa específica aparente*, *porosidade* e *absorção d'água* aparentes, efetuados

segundo a norma *NBR 12766* (ABNT, 1992b), apresentam-se dentro dos limites esperados. Os valores de *massa específica aparente* semelhantes para as três variedades de rochas estudadas (Quadro 1) refletem a similaridade composicional entre os referidos tipos petrográficos, sendo que a massa específica pouco mais elevada para a variedade de grana fina deve-se ao seu maior teor de minerais máficos. A *porosidade aparente* e a *absorção d'água* dos três tipos analisados apresentam-se no geral baixos, sendo que a grana média apresenta valores discretamente maiores, considerados como decorrentes da sua granulação pouco mais grossa e, principalmente, devido à foliação mais pronunciada em relação aos outros tipos petrográficos. Os bons resultados dos índices físicos fornecidos pelos referidos materiais refletem a homogeneidade petrográfica da rocha; o bom entrelaçamento mineral, caracterizado por cerca de 85% de contatos dos tipos côncavo-convexos e imbricados; baixo grau de microfissuramento intergranular e granulação geral relativamente fina das três variedades de rochas estudadas. Os baixos índices de porosidade e absorção d'água, aliados à composição mineralógica desses materiais, permitem qualificar estas rochas como bastante resistentes ao ataque de líquidos agressivos.

Os valores de resistência à *compressão uniaxial* das três variedades analisadas, obtidas segundo a norma *NBR 12767* (ABNT, 1992c), apresentam boa resposta, o que reflete a elevada coesão exibida pelas rochas e que pode ser atribuída ao bom entrelaçamento dos grãos minerais, baixos graus de microfissuramento e baixa a moderada alteração mineral. Para a variedade de grana média os menores valores refletem a razão direta da maior granulação e principalmente a anisotropia mais acentuada deste material. Os resultados obtidos para a rocha de grana fina divergem dos resultados esperados, no geral, menores em relação aos da rocha de grana fina/média, fato este creditado ao seu microfissuramento pouco mais pronunciado.

Os valores de *resistência à flexão 3 pontos* mostram-se diretamente dependentes das relações texturais e estruturais exibidas pelos materiais rochosos. Os ensaios foram efetuados segundo a norma *NBR 12763* (ABNT, 1992d). Neste ensaio os resultados apresentados pelas três faciologias foram muito satisfatórios, superiores aos limites estabelecidos pela norma *ASTM C 615*, (>10,34 MPa) e aos da média dos limites sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). Entretanto, a rocha de grana média apresenta um valor inferior à média aferida para os demais materiais pretos brasileiros (normalmente superiores a 20 MPa), o que deve estar relacionado com a estrutura moderadamente foliada exibida por esta variedade petrográfica.

Os valores da resistência à *flexão 4 pontos* são igualmente elevados e refletem a alta resistência mecânica destas rochas. Os ensaios foram efetuados segundo as normas *C880* (ASTM, 1980). O melhor valor é o exibido pela rocha de grana fina, sendo que o resultado relativamente menor fornecido pela variedade de grana média deve-se, à semelhança dos resultados dos ensaios de flexão 3 pontos e de compressão uniaxial, aos efeitos da estrutura foliada mais evidente deste tipo petrográfico.

Os valores dos ensaios de *desgaste abrasivo*

Amsler, realizados segundo a norma NBR 12042 (ABNT, 1992e), apresentam bons resultados do ponto de vista tecnológico, com valores de desgastes próximos ao máximo sugerido por Frazão & Farjallat (1995). Os desgastes relativamente elevados relacionam-se à ausência e/ou baixíssimos teores de quartzo (no máximo entre 1 e 2% de quartzo intersticial). Por outro lado, os valores considerados como muito bons para materiais dessa natureza refletem a granulação relativamente fina e a homogeneidade textural exibidas por estas rochas e, em termos gerais, principalmente em função do bom entrelaçamento dos seus minerais, discretos graus de microfissuramento intergranulares e baixa intensidade da alteração mineral. O valor um pouco mais elevado apresentado pela variedade de grana média é atribuído à sua granulação nitidamente mais evoluída em relação às outras duas variedades petrográficas.

Os valores de *impacto do corpo duro* situam-se na média aferida para os granitos pretos brasileiros. Os ensaios foram executados segundo normativas contidas na norma NBR 12764 (ABNT, 1992f). Devemos considerar que os fatores determinantes na resistência ao fraturamento por impacto relacionam-se principalmente à granulação da rocha, microfissuramento mineral e presença de estruturas planares tais como foliação e gnaissificação. Os resultados são satisfatórios, sendo que a rocha de granulação mais fina é mais resistente ao impacto do que rocha de grana média, com anisotropia mais evidente, como é o esperado para este ensaio.

Os valores das velocidades de propagação das ondas *ultra-sônicas*, realizados com base nas normativas da norma D2845 (ASTM, 1990), estão diretamente relacionados com a granulação da rocha, entrelaçamento mineral e com o grau de anisotropia do material rochoso. Os resultados fornecidos pelas três variedades monzoníticas situam-se bem acima do valor limítrofe mínimo sugerido por Frazão e Farjallat (1995). A rocha de grana média exibe o menor valor, o que se deve à sua anisotropia estrutural e maior granulação em relação aos outros dois tipos petrográficos.

CONCLUSÕES

Os estudos de cunho geológico, petrográfico e estrutural, aplicado e direcionado ao enfoque de caracterização das rochas ornamentais das diferentes faciológicas da jazida do “Granito Preto Piracaia” e correlacionados aos ensaios tecnológicos, permitiram tecer considerações acerca da qualificação e quantificação destas rochas, apontando para a importância deste tipo de investigação na adequação dos materiais utilizados como rocha ornamental.

A seqüência litológica presente na área de domínio da pedreira está representada por monzonitos inequigranulares de coloração cinza médio a cinza escuro de granulação fina, fina/média e média, com um determinado padrão de homogeneidade e pouca alterabilidade dos seus minerais constituintes, sendo que na variedade de granulação média o padrão é mais heterogêneo. Todos esses fatores propiciam a utilização dos Monzonitos Piracaia como rochas ornamentais e de revestimento.

Os aspectos negativos estão associados a presença de veios, feições deformacionais e de feições locais porfíricas, que levam a desvalorização dos blocos, pela perda de homogeneidade da rocha.

Os parâmetros de ensaios tecnológicos dos Monzonitos Piracaia foram obtidos para as amostras de granulação fina, fina/média e média, conforme abaixo relacionado:

Quanto aos índices físicos, os valores obtidos foram, respectivamente: *massa específica aparente* (2,877; 2,836, e 2,827 kg/m³); *porosidade aparente* (0,34%; 0,35% e 0,38%) e *absorção d'água aparente* (0,12%; 0,12% e 0,13%);

Quanto ao *índice de resistência à compressão uniaxial* os valores obtidos foram de (210,4; 225,7 e 204,9 MPa);

Quanto ao *índice de resistência à flexão 3 pontos* os valores obtidos foram de (24,85; 28,61 e 15,09 MPa);

Quanto ao *índice de resistência à flexão 4 pontos* os valores obtidos foram de (23,40; 21,10 e 16,49 MPa);

Quanto ao *índice de resistência ao desgaste abrasivo Amsler* os valores obtidos foram de (0,98; 0,83 e 1,01 mm);

Quanto ao *índice de resistência ao impacto do corpo duro* os valores obtidos foram de (66; 63 e 67 cm);

Quanto à *velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas* os valores obtidos foram de (5.455; 5.318 e 5.183 m/s).

Os resultados dos ensaios tecnológicos obtidos satisfazem plenamente os objetivos em termos da qualificação dos materiais estudados e refletem a adequação das referidas rochas para o uso como material ornamental e de revestimento nos mais diversos ambientes externos e internos em edificações civis.

Os padrões tecnológicos dos Monzonitos Piracaia apresentam os valores dos parâmetros petrográficos, físicos e físicos-mecânicos próximos e às vezes superiores aos valores médios dos melhores “Granitos Pretos” Brasileiros e obedecem satisfatoriamente aos valores limítrofes fixados pela norma C615 (ASTM, 1992) e àqueles sugeridos por Frazão e Farjallat (1995) para granitos utilizados em revestimento, quer para ambientes internos quer para externos.

Em razão dos dados obtidos considera-se que o “Granito Preto Piracaia” pode ser utilizado como revestimento interno e externo de edifícios, paredes e pisos, pias, objetos de adorno, decoração e até restauração de praças, jardins e calçadões, entre outros. Para utilização em arte funerária e fabricação de pias, o fator preponderante é o tamanho das placas e para isso é necessário levar em conta o padrão estrutural para definição dos blocos com dimensões compatíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992a. Rochas para revestimento. Análise petrográfica. 2p. (norma NBR 12767).
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992b. Rochas para Revestimento. Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente. 2p. (norma NBR 12766).
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992c. Rochas para revestimento. Determinação da resistência à compressão uniaxial. 2p. (norma NBR 12767).

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992d. Rochas para Revestimento. Determinação da resistência à flexão. 3p. (norma NBR 12763).
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992e. Materiais inorgânicos. Determinação do desgaste por abrasão. 3p. (norma NBR 12042).
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992f. Rochas para Revestimento. Determinação da resistência ao impacto de corpo duro. 2p. (norma NBR 12764).
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 1990. Standard test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rock. 361-365p. (standart ASTM D 2845).
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 1992. Standard especification for granite dimension stone. 2p. (standart ASTM C 615)
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL 1998. Catálogo de rochas ornamentais do Estado do Mato Grosso. Coordenado por A. Rajab. Cuiabá: DNPM., 78p. (Publicação DNPM: CDD 553.098 1).
- FRAZÃO, E.B. e FARJALLAT, J.E.S. 1995. Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento. In: Atas 1º Congr. Internacional da Pedra Natura. Lisboa, Portugal. 47-58p.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1993 Catálogo das rochas ornamentais do Estado do Espírito Santo. Coordenado por E.B. Frazão. São Paulo: Secretaria de do Desenvolvimento Econômico. 79p. il. (Publicação IPT 2048).
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 2000 Rochas ornamentais e de revestimento do Estado de São Paulo. Coordenado por M.H.B. de O. Frascá. São Paulo: SCTDE. CD-ROOM. (Publicação IPT 2651).
- JANASI, V.A. 1986. *Geologia e petrologia do maciço Monzodiorítico-Monzonítico de Piracaia – SP.* (Dissertação de Mestrado) Instituto de Geociências - USP, 281p.