

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E TECNOLÓGICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS
DOS GRANITÓIDES PORFIRÓIDES DOS MACIÇOS SOROCABA, SÃO FRANCISCO,
SÃO ROQUE, IBIÚNA, PIEDADE E CAUCÁIA, SUDESTE DO ESTADO DE
SÃO PAULO**

Julio César de Pinheiro Arrais

Orientador: Prof. Dr. Antonio Misson Godoy

**Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa
de Pós-Graduação em Geociências – Área de
Concentração em Geologia Regional, para
obtenção do Título de Doutor em Geologia**

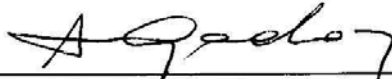
**Rio Claro (SP)
2006**

552 Arrais, Júlio César de Pinheiro
A773c Caracterização geológica e tecnológica de rochas ornamentais dos granitóides porfiróides dos maciços Sorocaba, São Francisco, São Roque, Ibiúna, Piedade e Caucáia, sudeste do estado de São Paulo / Júlio César de Pinheiro Arrais. – Rio Claro : [s.n.], 2006
223 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Antonio Misson Godoy

1. Petrologia. 2. Ensaio tecnológico. 3. Ataque químico.
I. Título.

Comissão Examinadora



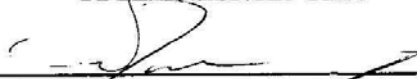
Prof. Dr. Antonio Misson Godoy (Orientador)
IGCE/UNESP/Rio Claro



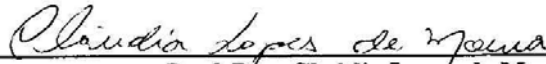
Prof. Dr. Antonio Carlos Artur
IGCE/UNESP/Rio Claro



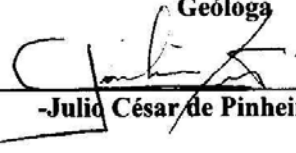
Prof. Dra. Tamar Milca Bortolozzo Galembeck
IGCE/UNESP/Rio Claro



Prof. Dr. Antenor Braga Paragassu
EESC/USP-São Carlos



Prof. Dra. Cláudia Lopes de Moura
Geóloga



-Julio César de Pinheiro Arrais-

Rio Claro, 03 de Março de 2006

Resultado: Aprovado

À amizade
Silvestre José de Carvalho Neto (*in memoriam*)
Cirene Lopes Moura (*in memoriam*)
Jean Prost Moscardi

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade oferecida;

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) pela concessão da bolsa de estudo e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela concessão do projeto de pesquisa;

À Pós-Graduação do IGCE/UNESP, por toda infra-estrutura oferecida, fundamental para a elaboração desta Tese;

Ao meu orientador Prof. Dr Antonio Misson Godoy (sua esposa Paciência e seu filho Eduardo), que novamente me ajudou a superar todas as adversidades;

À minha família e em especial minha filha Natália Arrais: **ainda não, é a espera. Afirmação do tempo que está passando, no tempo que vai chegar.**

As pessoas que diretamente contribuíram para a confecção desta Tese: Adilson Rossini (ensaios tecnológicos), Nelson Pereira Junior (laminas), aos pós-graduandos: Larissa Ruiz, Mirna Neves e Marcos de Souza Neves Cardoso, Fátima Besse, Anna Paula Costa, aos graduandos: Fernando (Sabris), Jéferson (Dark), Marcos (Camarão) e Fernanda (Felds), obrigado pela ajuda em várias fases desta Tese;

Aos amigos da Pós-Graduação: Eduardo, Caio e Núbia Bernardes, Liliane Hibrain, Fabiano Cabañas, Maria Angélica, Ana Paula Costa, Ana Cândida, Mirna Neves, Marcos Neves, Suzana, Mayra, Jean, Márcia, Eduardo, Mauricio, Cesinha, Luzia e Vítor, Jésue, Jaburu e Ornela, Jair, Damares, Silvio, Fátima, Vítor e Juliana Coulturato, Larissa e Amarildo Ruiz, Augusto, Duílio Dande, Edna Fancini, Gustavo, Luis Mancini, Shirley, Leandro, Vinicius, Hélio, Daniel e André;

Aos amigos DJ, Djtinha, Wagner, Mineiro, Fabio Ortiz, Everaldo e Dirceu

Às representantes da Geologia Regional: Márcia e Liliane;

Aos funcionários do IGCE/DPM: Nelson Pereira L. Junior e Elaine, Adilson José Rossini, Mônica (seu filho e meu companheiro Rafael Rossini), Vladimir Barbosa Júnior, Laerte Aparecido Martins, Nadia Regina P. L. Lunardi, Vânia Regina Roverati, Izabel A. M. Isler, Cláudio e Paco (família Paco).

Aos funcionários da Pós-Graduação: Cristina, Andréia e Dona Fátima;

Aos professores: Daniel Bonoto pelo exemplo de democracia na condução da Pós-Graduação, Harold Gordon Fowler, Margaeita, Nelson, Norberto e Prof. Zaine.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	5
4. MÉTODO.....	6
5. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DOS CONHECIMENTOS DOS MACIÇOS GRANITÓIDES.....	15
6. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SOROCABA.....	18
7. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SÃO FRANCISCO.....	36
8. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SÃO ROQUE.....	47
9. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO IBIÚNA.....	54
10. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO PIEDADE.....	68
11. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO CAUCAIA.....	73
12. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DAS FÁCIES.....	80
13. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA.....	96
14. ALTERAÇÃO / ALTERABILIDADE.....	151
15. CONCLUSÕES.....	212
16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	215
ANEXOS	

16. CONCLUSÕES.....	212
17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	215

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Mapa Geológico simplificado com as principais ocorrências de rochas graníticas do Estado de São Paulo.....	3
Figura 2. Mapa de localização da área e articulação das folhas topográficas.....	6
Figura 3. Tipos de bordas de grãos (contatos).....	10
Figura 4. Mapa Geológico esquemático do Maciço Sorocaba	24
Figura 5. Mapa Geológico esquemático do Maciço São Francisco	38
Figura 6. Mapa Geológico esquemático do Maciço São Roque.....	49
Figura 7. Mapa Geológico esquemático do Maciço Ibiúna	59
Figura 8. Mapa Geológico esquemático do Maciço Piedade	69
Figura 9. Mapa Geológico esquemático do Maciço Caucaia Fino Cinza	75
Figura 10. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Sorocaba.....	81
Figura 11. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço São Francisco.....	83
Figura 12. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço São Roque.....	85
Figura 13. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Ibiúna.....	86
Figura 14. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Piedade	88
Figura 15. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Caucaia.....	89
Figura 16. Correlação dos teores de SiO ₂ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	91
Figura 17. Correlação dos teores de TiO ₂ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	92
Figura 18. Correlação dos teores de Al ₂ O ₃ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	92
Figura 19. Correlação dos teores de Fe ₂ O ₃ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	93
Figura 20. Correlação dos teores de CaO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	93
Figura 21. Correlação dos teores de MgO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	94
Figura 22. Correlação dos teores de Na ₂ O dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	94
Figura 23. Correlação dos teores de K ₂ O dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	95
Figura 24. Correlação dos teores de MnO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).....	95
Figura 25. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço Sorocaba.....	102
Figura 26. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço Sorocaba.....	103
Figura 27. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço São Francisco.....	107
Figura 28. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço São Francisco.....	108
Figura 29. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço São Roque.....	111
Figura 30. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço São Roque.....	112
Figura 31. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço Ibiúna.....	116
Figura 32. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço Ibiúna.....	117
Figura 33. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço Piedade.....	119
Figura 34. Ensaio tecnológico da rocha do Maciço Caucaia.....	122
Figura 35. Dilatômetro do Laboratório de Rochas Ornamentais da UNESP.....	124
Figura 36. Esquema ilustrando a variação de volume de um mineral	126
Figura 37. Massa Específica Seca das rochas dos maciços granitóides.....	145
Figura 38. Porosidade Aparente das rochas dos maciços granitóides.....	146
Figura 39. Absorção d água das rochas dos maciços granitóides.....	146
Figura 40. Modulo de Ruptura das rochas dos maciços granitóides.....	147

Figura 41. Resistência a Compressão Unixial das rochas dos maciços granitóides.....	147
Figura 42. Pulso Ultrassônico – 3 pontos das rochas dos maciços granitóides.....	148
Figura 43. Pulso Ultrassônico – unixial das rochas dos maciços granitóides.....	148
Figura 44. Desgate de Amsler das rochas dos maciços granitóides.....	149
Figura 45. Coeficiente de Dilatação Térmica das rochas dos maciços granitóides.....	149
Figura 46. Ensaio que simula a alterabilidade induzida pelos processos naturais antropogênicos e de degradação sobre granitos.....	154
Figura 47. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoas Sorocaba.....	162
Figura 48. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoas São Francisco.....	171
Figura 49. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoas São Roque.....	177
Figura 50. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoas Ibiúna.....	182
Figura 51. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Piedade.....	190
Figura 52. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Caucáia.....	193
Figura 53. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17).....	207
Figura 54. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17).....	207
Figura 55. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17).....	208
Figura 56. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17).....	208
Figura 57. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17).....	209
Figura 58. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17).....	209
Figura 59. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17).....	210
Figura 60. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17).....	210
Figura 61. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17).....	211
Figura 62. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17).....	211

ÍNDICE DE PRANCHA

Prancha 1. Fotos de afloramentos dos principais Tipos de Amêndoa Sorocaba Cinza.....	29
Prancha 2. Fotos macroscópicas de blocos dos principais Tipos de Amêndoa Sorocaba.....	30
Prancha 3. Fotos macroscópicas de detalhe dos principais Tipos de Amêndoa Sorocaba.....	31
Prancha 4. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoa Sorocaba.....	32
Prancha 5. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoa Sorocaba.....	33
Prancha 6. Microfotografias das fácies dos Tipos de Amêndoa Sorocaba.....	34
Prancha 7. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoa São Francisco.....	42
Prancha 8. Foto macroscópica de detalhe dos principais Tipos de Amêndoa São Francisco.....	43
Prancha 9. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoa São Francisco.....	44
Prancha 10. Microfotografias das fácies dos principais Tipos de Amêndoa São Francisco.....	45
Prancha 11. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoa São Roque.....	51
Prancha 12. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoa São Roque.....	52
Prancha 13. Microfotografia dos principais Tipos de Amêndoa São Roque.....	52
Prancha 14. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoa Ibiúna.....	63
Prancha 15. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoa Ibiúna.....	64
Prancha 16. Ensaio de Colorimetria das fácies estudadas dos principais Tipos de Amêndoa Ibiúna	65
Prancha 17. Microfotografia dos principais Tipos de Amêndoa Ibiúna.....	66
Prancha 18. Foto macroscópica de bloco do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo.....	70
Prancha 19. Foto macroscópica de afloramento e detalhe do Tipo de Amêndoa Piedade Róseo.....	71
Prancha 20. Ensaio de Colorimetria do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo.....	71
Prancha 21. Microfotografia do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo.....	71
Prancha 22. Foto macroscópica de bloco do principal Tipo de Amêndoa Caucaia Fino Cinza.....	77
Prancha 23. Foto macroscópica de afloramento e detalhe do de Amêndoa Caucaia Fino Cinza.....	78
Prancha 24. Ensaio de Colorimetria do principal Tipo de Amêndoa Caucaia	78
Prancha 25. Microfotografia do principal Tipo de Amêndoa Caucaia.....	78
Prancha 26. Aspectos Macroscópicos das Amostras Polidas Maciço Sorocaba.....	101
Prancha 27. Aspectos Macroscópicos das Amostras Polidas do Maciço São Francisco.....	106
Prancha 28. Aspectos Macroscópicos das Amostras Polidas do Maciço São Roque.....	110
Prancha 29. Aspectos Macroscópicos das Amostras Polidas do Maciço Ibiúna.....	115
Prancha 30. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do Piedade Róseo.....	118
Prancha 31. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do Maciço Caucaia.....	121
Prancha 32. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Escuro.....	159
Prancha 33. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Cinza.....	160
Prancha 34. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Branco.....	161
Prancha 35. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Vermelho.....	162
Prancha 36. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Róseo.....	163
Prancha 37. Granitos com as faces polidas das placas Sorocaba Creme.....	164
Prancha 38. Granitos com as faces polidas das placas São Francisco Vermelho.....	171
Prancha 39. Granitos com as faces polidas das placas São Francisco Marron Montes.....	172
Prancha 40. Granitos com as faces polidas das placas São Francisco Anelar.....	173
Prancha 41. Granitos com as faces polidas das placas São Roque Vermelho.....	178
Prancha 42. Granitos com as faces polidas das placas São Roque Vermelho Médio.....	179
Prancha 43. Granitos com as faces polidas das placas Ibiúna Vermelho.....	183
Prancha 44. Granitos com as faces polidas das placas Ibiúna Cinza.....	184

Prancha 45. Granitos com as faces polidas das placas Ibiúna Vermelho Médio.....	185
Prancha 46. Granitos com as faces polidas das placas Ibiúna Cinza Médio.....	186
Prancha 47. Granitos com as faces polidas das placas Piedade.....	191
Prancha 48 Granitos com as faces polidas das placas Caucaía.....	194

ÍNDICE DE QUADRO

Quadro 1. Quadro Comparativo dos Estados Produtores de Rochas Ornamentais Brasileiros.....	4
Quadro 2. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas Sorocaba.....	35
Quadro 3. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas São Francisco.....	46
Quadro 4. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas São Roque.....	53
Quadro 5. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas Ibiúna.....	67
Quadro 6. Sumário das características petrográficas da variedade Amêndoa Piedade Róseo.....	72
Quadro 7. Sumário das características petrográficas da variedade Amêndoa Caucaia.....	79
Quadro 8. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Sorocaba.....	80
Quadro 9. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço São Francisco.....	82
Quadro 10. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço São Roque.....	84
Quadro 11. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Ibiúna	86
Quadro 12. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Piedade.....	87
Quadro 13. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Caucaia	89
Quadro 14. Valores médios para análises e correlações dos Granitos Amêndoa.....	97
Quadro 15. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Sorocaba.....	98
Quadro 16. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Francisco.....	104
Quadro 17. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Roque.....	109
Quadro 18. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Ibiúna.....	113
Quadro 19. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Piedade.....	118
Quadro 20. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Caucaia.....	120
Quadro 21. Correlações do Amêndoas Sorocaba.....	130
Quadro 22. Correlações do Amêndoas Sorocaba	131
Quadro 23. Correlações do Amêndoas São Francisco	133
Quadro 24. Correlações do Amêndoas São Francisco	134
Quadro 25. Correlações do Amêndoas São Roque	136
Quadro 26. Correlações do Amêndoas São Roque	137
Quadro 27. Correlações do Amêndoas Ibiúna.....	139
Quadro 28. Correlações do Amêndoas Ibiúna.....	140
Quadro 29. Dilatação Térmica Linear do Amêndoa Piedade.....	141
Quadro 30. Dilatação Térmica Linear do Amêndoa Caucaía Fino Cinza.....	141
Quadro 31. Alteração em revestimentos, Modificado de Chiodi Filho (1995).....	151
Quadro 32. Fluxograma do ensaio de alterabilidade – Determinação da resistência das rochas ao ataque químico (modificado de Torquato, 2004).....	155
Quadro 33. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Sorocaba.....	158
Quadro 34. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Sorocaba.....	158
Quadro 35. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos São Francisco.....	170

Quadro 36. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos São Roque.....	177
Quadro 37. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Ibiúna.....	182
Quadro 38. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Piedade.....	190
Quadro 39. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizada ao tipo Caucáia.....	193
Quadro 40. Classes de resistência ao ataque químico modificado de MEYER (2003)	197
Quadro 41. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Sorocaba).....	200
Quadro 42. Avaliação (classe de resistência) da resposta dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo Sorocaba.....	201
Quadro 43 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito São Francisco).....	202
Quadro 44. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo São Francisco.....	202
Quadro 45. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito São Roque).....	203
Quadro 46. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo São Roque.....	203
Quadro 47. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Ibiúna).....	203
Quadro 48. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo Ibiúna.....	204
Quadro 49 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Piedade).....	204
Quadro 50. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre a rocha do tipo Piedade.....	205
Quadro 51 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Caucáia).....	205
Quadro 52. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre a rocha do tipo Caucáia.....	205

RESUMO

Os estudos da qualificação como material ornamental e para revestimento foram realizados em rochas graníticas porfiróides dos maciços São Francisco, São Roque, Ibiúna, Piedade e Caucaia, tendo sido analisados os principais litotipos que apresentam exequibilidade de lavra. Objetivaram ampliar a oferta das rochas ornamentais no mercado nacional, com padronização das características tecnológicas de novas variedades e sua adequada identificação e tipificação quanto aos aspectos mineralógicos, geológicos, geoquímicos, tecnológicos (físicos-mecânicos) e de susceptibilidade ao ataque químico, possibilitando a prevenção de problemas arquitetônicos. Estas rochas apresentam características estéticas com ampla gama de variedades e são muito bem aceitas pelo mercado consumidor. Atualmente, sem os estudos técnicos específicos, ocorrem problemas tecnológicos de resistência no dimensionamento das placas decorrendo em maiores custos para o empresariado do setor. Aliados aos fatores estéticos que favorecem a sua utilização para fins ornamentais e de revestimento, encontram-se a distribuição geológica e geográfica nas proximidades aos maiores pólos consumidores, à cidade de São Paulo e aos portos exportadores. Os resultados obtidos nos ensaios tecnológicos das variedades mostram que os parâmetros analisados situam-se dentro dos limites padrões estabelecidos pelas normas para granitos utilizados como rocha ornamental e para revestimento, quer para ambientes interiores, quer para exteriores.

Palavra chaves: Ensaio tecnológico, Rocha ornamental, Granitos

ABSTRACT

Studies for qualification as dimension stones and covering materials were carried out in prophyritic granitic rocks from São Francisco, São Roque, Ibiúna, Piedade and Caucaia massifs had been analyzed the major lithotypes with plowing potential of rocks. Objectify to enlarge de offer of those rocks as dimension stones into the Brazilian market with the patterns of technological characteristics of new varieties and their adequate identifying and typifying on mineralogical, geological, geochemical, technological (physical and mechanical) and susceptibility to chemical attack aspects, making possible the prevention of architectural problems. Those rocks present esthetic characteristics with wide range of varieties and are very well accepted by the consuming market. Actually, without specific technical studies, occur technological problems of strength in the sizing of the tiles or plates elapsing in more elevate costs for the sector companies. Allied to the esthetic factors that are favorable to the use of those rocks as dimension stones and covering materials are the geological and geographic distribution in the proximities to the greatest consuming poles, to the São Paulo city and to the exporting harbours. Obtained results in the technological analyses of the varieties show that the parameters as sited into the limit standards established by the regulations for granites used as covering and dimension rocks, both for internal and external environment.

Keywords: Technological Analysis, Dimension Stone, Granites

1. INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas dimensionais e materiais de cantaria, definem uma das mais promissoras áreas do setor mineral. Tal incremento foi determinado tanto pelos novos tipos de utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas, principalmente no que se refere às 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 e estéticas dessas rochas.

Neste sentido, este trabalho visou a caracterização geológica e tecnológica das rochas granitóides dos maciços Sorocaba, São Francisco, São Roque, Ibiúna, Piedade e Caucaia, nas fácies de texturas porfiróides, que são predominantes e apresentam ampla variedade texturais e composicionais de litotipos nestes maciços.

Estes estudos visaram o incremento na utilização destas rochas ornamentais e caracteriza a continuidade e aplicabilidade das pesquisas desenvolvidas nas rochas granitóides da região sudeste do Estado de São Paulo por Godoy (1989). Os dados dos conhecimentos geológicos desta área e especificamente destes maciços granitóides foram obtidos no desenvolvimento da pesquisa “Estudos Evolutivos dos Maciços Granitóides do Sudeste do Estado de São Paulo”.

Os maciços granitóides foram inicialmente estudados por Godoy (1989) e Godoy & Figueiredo (1991) e posteriormente ampliados por Godoy et al., (1996) e Oliveira et al., (1998). Associam-se, na compreensão da área, dados geológicos obtidos em trabalhos do signatário e colaboradores e referências bibliográficas específicas da região Godoy et al., (1992) e Hackspacher et al., (1992). Bem como trabalhos de mapeamento geológicos de Bergmman (1988); Oliveira et al., (1992); Godoy et al., (1992, 1994 e 1996); Hackspacher et al., (1991, 1992 e 1996); Oliveira et al., (1998) e Andrade (1993). Os dados geoquímicos de rochas granitóides estudados encontram-se em Godoy (1989) e (GODOY et al., 1992, 1996).

Para esta etapa o objetivo maior foi a caracterização dos parâmetros tecnológicos físico-mecânicos e susceptibilidade ao ataque químico, já que dados geológicos, mineralógicos, petrográficos e geoquímicos, encontram-se levantados, necessitando, portanto de revisões e interpretações de cunho direcionado a aplicabilidade deste conjunto de materiais como rochas ornamentais e de revestimento. Esta fase foi financiada com recursos da FAPESP proc. n°: 2003/02860-5.

Este trabalho apresentou enfoque direcionado e específico a estes maciços e com uma problemática comum, o estudo das rochas ornamentais de texturas porfiróides (à ex. Amêndoa Sorocaba), possibilitando assim, a caracterização e dimensionamento dos parâmetros físico-mecânicos para estas rochas.

As rochas porfiróides apresentam características estéticas com ampla gama de variedades e que são muito bem aceita pelo mercado consumidor, mas encontram-se pouco estudadas, com isto, oferecem problemas tecnológicos de resistência, além de outros fatores importantes na qualificação de uma rocha a ser apresentada ao mercado.

O estudo das rochas ornamentais e de revestimento dos maciços Sorocaba (6 fácies), São Francisco (3 fácies), São Roque (2 fácies), Ibiúna (4 fácies), Piedade (1 fácies) e (1 fácies) situados no Sudeste do Estado de São Paulo (Figura 1), constituiu uma contribuição ao avanço do conhecimento geológico destas rochas, de forma a acrescentar ao conhecimento científico iniciais, elementos práticos e fundamentais que propiciem a transformação econômica deste bem mineral para o desenvolvimento sócio-econômico do Estado, a partir da possível implantação e desenvolvimento desta cadeia produtiva de transformação na região.

A crescente utilização de rochas ornamentais em obras civis tem alertado os usuários para os problemas decorrentes de uma escolha inadequada desses materiais. A melhor medida preventiva para esses problemas é a correta especificação das rochas frente aos usos pretendidos, respeitando-se, além do efeito estético desejado, as características tecnológicas dos materiais.

Para atender estas concepções, desenvolveu-se este estudo com objetivos de ordem estética bastante restrita, quanto à diversidade de litotipos paulista a serem estudados, possibilitando um levantamento das variedades de rochas porfiróides quanto, composição, cor, textura e estrutura e, conseqüentemente, diversificação de tipos ornamentais para o mercado consumidor. Esta disponibilidade de litotipos rochosos acarretaria, conseqüentemente em uma opção para implantação de um pólo extrativo.

A partir da escolha estética, evolui-se para os patamares técnicos das caracterizações geológicas, químicas, susceptibilidade ao ataque químico e físico-mecânico das rochas, necessárias para um mercado consumidor cada vez mais exigente, que requer e lhe é devido, uma padronização das características tecnológicas das rochas ornamentais das jazidas. Esta caracterização técnica possibilitará futuramente no aproveitamento de rochas já aceitas no mercado consumidor, bem como resultará em novas contribuições com solicitações para utilizações, apoiadas em critérios técnicos e viabilidade de soluções arquitetônicas, estéticas e funcionais muito mais confiáveis na construção civil.

Aliadas aos fatores técnicos estas rochas apresentam ainda, ampla distribuição geológica e geográfica, constituem ocorrências com ampla diversidade de litotipos, encontram próximos ao maior pólo consumidor do Estado de São Paulo a cidade de São Paulo e aos portos exportadores, bem como

de um grande segmento dos maiores empresários do setor, favorecendo assim em uma redução de custos finais de produção.

Estas diversidades de fatores, associados às atuações, de caráter técnico da Universidade e de uma política de Governo Estadual, possibilitariam para o Estado de São Paulo se tornar, de maior consumidor a também exportador de rochas ornamentais.

No (Quadro1), em que são apresentados os Estados Produtores de Rochas Ornamentais Brasileiros, observa-se que o Estado de São Paulo encontra-se entre os menores produtores nacionais, contribuindo na produção na fase inicial de lavra com apenas (1%), através de Centros Produtores tradicionais e localizados, enquanto na fase final de consumidor ou de produto processado (marmorarias), destaca-se preferencialmente. Isto só reforça que o Estado de São Paulo deve ter uma política mineral mais agressiva, buscando ampliar este segmento das rochas ornamentais e para revestimento.

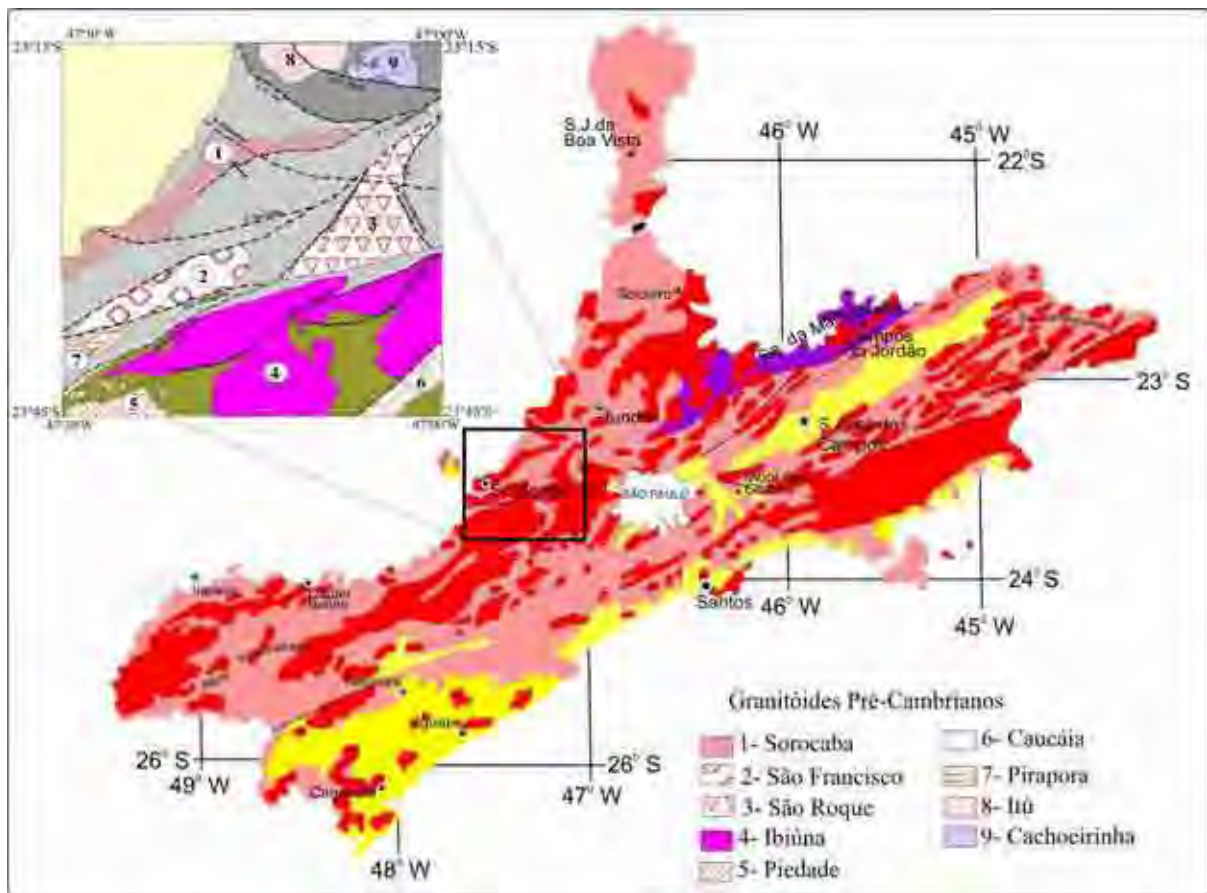


Figura 1. Mapa Geológico simplificado (IPT, 1985) com as principais ocorrências de rochas graníticas do Estado de São Paulo e em detalhe a distribuição dos maciços estudados.

Quadro 1. Quadro Comparativo dos Estados Produtores de Rochas Ornamentais Brasileiros, segundo (IPT, 2000).

Estados	Produção(t/ano)	Rochas	%	Teares	Lavra	Marmorarias	Mão-de-Obra
ES	2.400.000	Granito/Mármore	47	900	400	360	20.000
MG	1.103.000	Granito/Ardósia/Quartzito	22	66	160	1.000	21.000
BA	490.000	Granito/Mármore/Quartzito	10	48	97	180	3.200
PR	320.000	Granito/Mármore	6	69	12	300	3.500
RJ	260.000	Granito/Mármore/Miracema	5	150	230	630	13.800
CE	180.000	Granito/Pedra Cariri	2	44	57	60	1.400
GO	122.000	Granito/Quartzito	2	7	36	100	1.700
RS	86.000	Granito/Basalto	2	51	78	270	3.800
PB	63.000	Granito	1	9	12	20	400
SP	60.000	Granito	1	160	30	3.000	31.000
PE	47.000	Granito	1	21	13	60	800
AL	15.000	Granito	<1	9	4	15	200
RO	15.000	Granito	<1	2	8	10	170
RN	13.000	Granito/Mármore	<1	4	3	20	200
SC	5.000	Granito	<1	15	10	300	3.200
PA	3.000	Granito	<1	10	3	43	500
PI	3.600	Pedra Mourisca	<1	-	10	20	200
SE	0	-	0	7	0	26	300
MT	0	-	0	2	0	35	350
TOTAL	5.228.600	-	-	1.574	1.163	6.449	105.720

2. OBJETIVOS

O presente trabalho apresenta-se direcionado ao estudo geológico e tecnológico das rochas porfiróides dos maciços Sorocaba (6 fácies), São Francisco (3 fácies), São Roque (2 fácies), Ibiúna (4 fácies), Piedade (1 fácies) e (1 fácies) da região sudeste do Estado de São Paulo.

Os objetivos principais são a determinação das características geológicas, mineralógicas, petrográficas e químicas, com enfoque direcionado às propriedades técnicas necessárias para

caracterização de rochas ornamentais, além da determinação das características tecnológicas (ensaios físico-mecânico) e dos ensaios de susceptibilidade ao ataque químico destas rochas, visando uma qualificação como material ornamental e de revestimento.

Estes trabalhos permitirão o desenvolvimento de uma metodologia de investigação para o estudo das rochas graníticas porfiróides, direcionadas a sua utilização como rochas ornamentais e assim, contribuir na definição de patamares técnicos de futura exploração, bem como, na solução dos problemas técnicos que se apresentam intimamente vinculados às variações faciológicas, petrográficas, texturais exibidas pelas rochas. Permitindo desta forma uma escolha técnica do material e a adequada identificação e tipificação das variedades, além dos requisitos desejáveis de ordem estética de fundamental importância.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O presente projeto envolveu o estudo dos corpos graníticos dos maciços Sorocaba, São Francisco, Amêndoa São Roque, Ibiúna, Piedade e do Sudeste do Estado de São Paulo, compreendidos entre os meridianos 47°30' e 47°00' e os paralelos 23°45' e 23°15', compreendendo partes das Folhas Topográficas em escala 1:50.000 de Sorocaba, Itu, São Roque e Cabreúva.

O Maciço Sorocaba apresenta uma área de exposição da ordem de 180 km² e o São Francisco uma área de 150 km², ocupando parte das folhas topográficas Sorocaba, Itu e Cabreúva; o Piedade ocorre no extremo sul da Folha Sorocaba em uma pequena fração da sua extensão total, estendendo-se a sul e sudoeste em uma extensa área não estudada; o São Roque apresenta uma área de 190 km² e ocorre nas folhas topográficas Cabreúva e São Roque; o Ibiúna apresenta uma área de 600 km² e ocorre na parte sul das folhas topográficas São Roque e Sorocaba e o ocupa uma pequena área no extremo SE (Figura 2).

As principais vias de acesso à área são representadas pelas rodovias Raposo Tavares (SP 270), Bandeirantes (SP 250) e Castelo Branco (SP 280), além da Rodovia de acesso à Piedade e a rodovia de acesso a Ibiúna. Possui também um grande número de estradas vicinais asfaltadas para os principais distritos e uma intensa rede de estradas de terras que cortam toda a região, em razão do grande número de pequenas propriedades rurais, permitindo, portanto o acesso a toda a região.

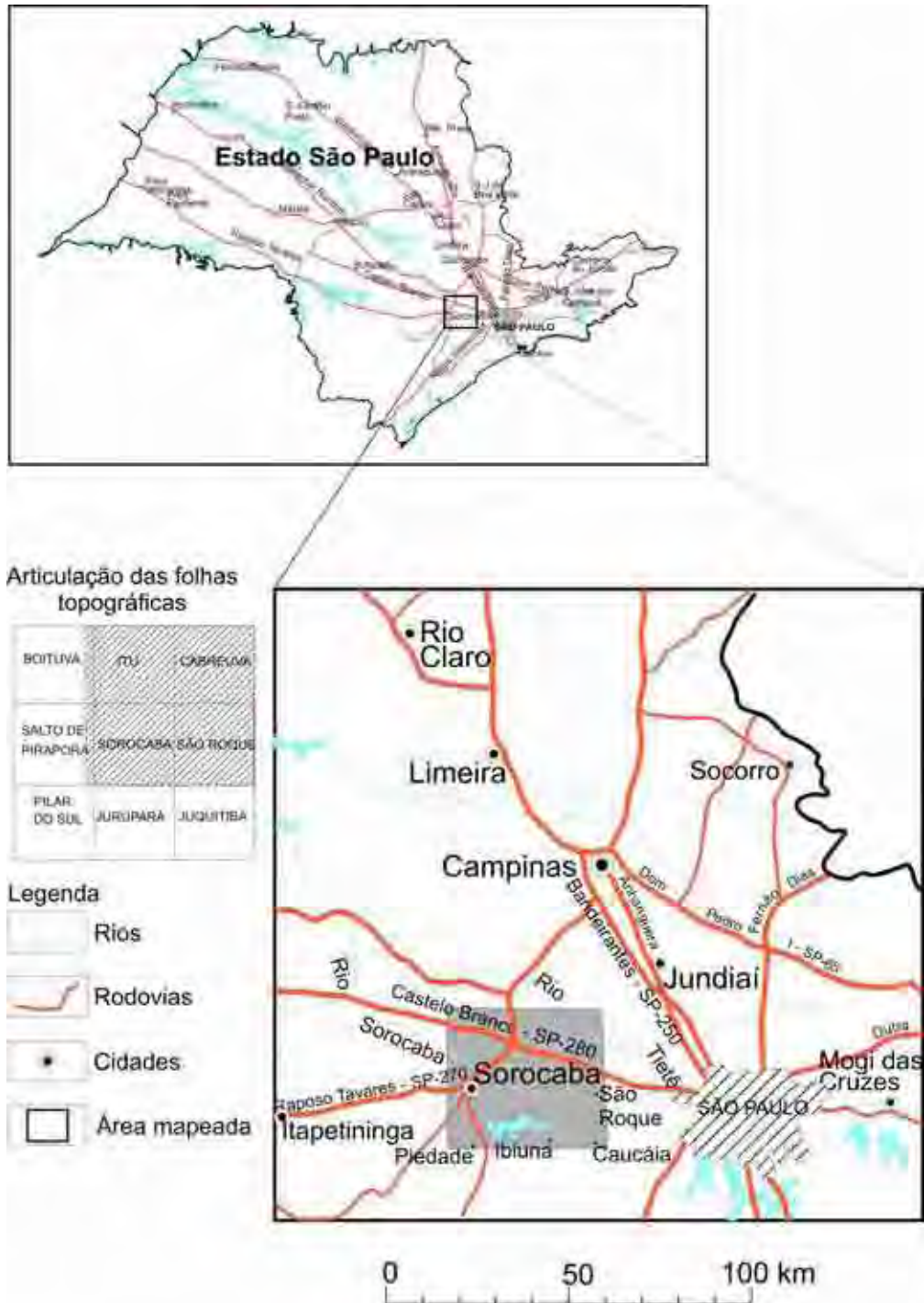


Figura 2. Mapa de localização da área e articulação das folhas topográficas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

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.

Buscou-se neste trabalho estudar e analisar os parâmetros mineralógicos, petrográficos, texturais, estruturais e geoquímicos, além das características físico-mecânicas e de ataque químico de dezesseis tipos graníticos porfiróides da região sudeste do Estado de São Paulo. A análise comparativa entre os resultados obtidos das diferentes técnicas de investigação geológica, dos ensaios tecnológicos associados aos parâmetros pré-fixados pelas normas, possibilitou a quantificação e qualificação dos materiais. Para o desenvolvimento do presente projeto adotou-se o inter-relacionamento campo-laboratório-gabinete, envolvendo as seguintes atividades:

4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

As informações bibliográficas básicas aqui enfocadas foram na direção das características, geológicas, mineralógicas, texturais e estruturais, petrográficas e geoquímicas dos maciços granitóides estudados, como também para a obtenção de informações sobre as características de rochas ornamentais com feições texturais semelhantes, bem como das normatizações dos ensaios tecnológicos.

4.2. TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo na área foram realizados e direcionados as fácies porfiróides dos maciços Sorocaba (6 fácies), Amêndoa São Francisco (3 fácies), Amêndoa São Roque (2 fácies), Amêndoa Ibiúna (4 fácies), Amêndoa Piedade (1 fácies) e Amêndoa (1 fácies) do Sudeste do Estado de São Paulo, através do levantamento detalhado das características geológicas das áreas de interesse deste estudo. Associado aos trabalhos de campo nestas áreas foi realizado coletas sistemáticas de amostras para definir as características tecnológicas destas rochas e suas particularidades quanto aos diversos tipos petrográficos-texturais das diversas faciologias presentes na área de interesse

4.3. ESTUDOS PETROGRÁFICOS

Estes estudos tiveram por finalidade, além da caracterização litológica e petrográfica, orientar e subsidiar os ensaios tecnológicos dos referidos materiais, com objetivo de qualificar a sua utilização

como rocha ornamental.

Estes trabalhos enfocaram a caracterização mineralógico-textural detalhada dos diferentes tipos litológicos presentes na área; as descrições petrográficas visaram os seguintes objetivos abaixo:

- *Quantificação Mineralógica (Composição Modal)*: foram utilizadas as designações petrográficas e composicionais da classificação de rochas magmáticas da IUGS de Streckeisen (1976). As análises petrográficas foram realizadas segundo as normas NBR 12767 da ABNT (1992a) enfocando principalmente características para as rochas ornamentais. Portanto na análise petrográfica, além de classificar litologicamente as variedades de rochas, foram estudadas as suas propriedades mineralógicas e texturais, granulação dos cristais e estado de alteração dos minerais, visando suas possibilidades técnicas de aplicação em rochas ornamentais.

Os seguintes parâmetros foram considerados para a caracterização da granulação das rochas estudadas:

- *Fina*: diâmetro médio predominante dos cristais inferior a 1,0 mm;
- *Média-fina*: diâmetro médio predominante entre 1 e menos de 3 mm;
- *Média*: diâmetro médio entre 3 e menos de 7 mm;
- *Média-grossa*: diâmetro médio entre 7 e 10 mm.
- *Grossa*: diâmetro médio entre 10 e 30 mm

Com relação ao tamanho relativo dos cristais as rochas foram classificadas em:

- *Equigranular*: rochas com grãos minerais de mesmo tamanho ou com tamanhos variando dentro de uma estreita faixa;
- *Inequigranular*: rochas com grãos minerais que apresentam diferenças de tamanho de até 1:10, sem que os grãos maiores sobressaiam em relação aos menores;
- *Porfírica*: rochas com megacristais de dimensões pelo menos cinco vezes superior à média dos cristais da matriz, sobressaindo-se nitidamente em relação às dimensões destes;
- *Porfíroide*: rochas com megacristais de dimensões pelo menos cinco vezes superior à média dos cristais da matriz, de granulação média e grossa; megaporfíroide denominação utilizada para rochas em que dominam grandes fenocristais.

Pelo fato das rochas estudadas apresentarem granulação média/grossa (porfíroide), a determinação da composição modal foi realizada pela conjugação das contagens dos minerais em lâminas delgadas e em placas de rochas.

Complementarmente foi feita contagem dos minerais através de seções macroscópicas atacadas com ácido fluorídrico e tratadas com cobalto-nitrito de sódio, permitindo distinguir macroscopicamente feldspato potássico, quartzo e plagioclásio. As contagens para as rochas de granulação mais grossa foram efetuadas sobre malha de 1,0 cm e para as mais finas em malha de 0,5

cm, lançadas sobre folha de plástico transparente, e o resultado integrado à determinação microscópica,

- *Análise dos principais constituintes minerais* – permite através de identificação mineralógica prever futuros problemas de ordem tecnológica e estética, a exemplo da alterabilidade dos minerais, propriedade esta, intimamente ligada à composição mineralógica da rocha e ao seu grau de sanidade. Nos casos em que a rocha estiver sujeita aos produtos industriais de limpeza, pode-se simular suscetibilidade ao se alterar, ao se expor sua superfície em contato com reagentes químicos, presentes nestes produtos, seguidos da avaliação visual, macro ou microscópica e da eventual mudança de coloração ou perda de brilho.

- O grau de alteração mineral corresponde à alteração sofrida pelos minerais constituintes das rochas que influem na qualidade tecnológica das rochas ornamentais e de revestimento, pois a formação de neominerais mais facilmente removíveis pode aumentar o grau de porosidade da rocha, diminuir sua resistência físico-mecânica e potencializar os processos de alteração. O grau e o tipo de alteração observados em microscópio foram analisados para cada mineral passível de alteração, tais como plagioclásios (saussuritização, sericitização, epidotização e transformação para carbonatos), feldspato potássico (sericitização, argilo-minerais) e minerais máficos (cloritização, epidotização e transformações para óxidos e hidróxidos).

- *Análise morfo-dimensional* – usada para definir os parâmetros morfológicos e dimensionais dos elementos que compõe a rocha, inclusive checando o grau de entrelaçamento dos cristais, ou seja, os tipos de contato. Fornecer ao mesmo tempo a amplitude do grau de homogeneidade destes parâmetros os quais exercem considerável influência em termos de resistência mecânica, porosidade e permeabilidade da rocha.

- *Análise textural* - é importante para a análise previewal do desempenho e durabilidade das rochas em obras civis. Corresponde ao aspecto microscópico geral da rocha no qual se inclui a forma dos minerais, sua granulação e o modo pelo qual se acham unidos. Assim, diferenças no grau de entrelaçamento ou imbricamento entre os cristais podem ser responsáveis por diferenças na resistência à abrasão de placas rochosas. Diferenças de granulação podem corresponder às diferenças na alterabilidade potencial diante de líquidos agressivos.

As relações texturais caracterizam o estágio de equilíbrio entre várias fases minerais. A textura é inerente ao primeiro estágio de formação da rocha, podendo ser reconhecidos arranjos minerais posteriores formados em condições termodinâmicas mais superficiais. As microtexturas aparecem como arquiteturas minerais de origem essencialmente primária estabilizadas na crosta ou no manto superior, ou como arquiteturas minerais secundárias e mais complexas, nas quais as formas das texturas anteriores podem ser encontradas em Bard (1986).

Nas rochas ígneas, os tipos de cristais são controlados por vários fatores entre os quais destacam-se a taxa de esfriamento do líquido magmático, a composição química do líquido, a

existência e composição de uma fase fluida e a agitação ou convecção do magma. As primeiras fases cristalinas são freqüentemente idiomórficas ou subidiomórficas, enquanto que as outras normalmente são xenomórficas, ocupando os espaços intergranulares antes ocupadas pelo líquido residual. O tipo e forma do cristal dependem não apenas da quantidade relativa dos vários constituintes (quantidade maior ou menor de P, Zr, Ti), como também da taxa de nucleação, da cinemática de crescimento do cristal e da energia de ativação, difusão e progressão das faces cristalinas Bard (1986).

O tipo de borda do cristal determina o tipo de contato intergrãos, sendo os mais comumente descritos na literatura os contatos planos, plano-serrilhados, arredondados, plano-lobulares, denteados, côncavo-serrilhados, serrilhados, irregular-serrilhados e denteados. A forma ou tipo dos contatos intergrãos é um importante fator a ser considerado, pois influem no grau de resistência da rocha a solicitações físico-mecânicas. Os contatos foram qualificados utilizando-se como referencia a Figura 3 e quantificados em termos percentuais (contagem de 300 a 500) deles em cada seção petrográfica analisada.

Os contatos foram classificados em 3 tipos no referido trabalho: serrilhado, côncavo-serrilhado e plano (Figura 3).

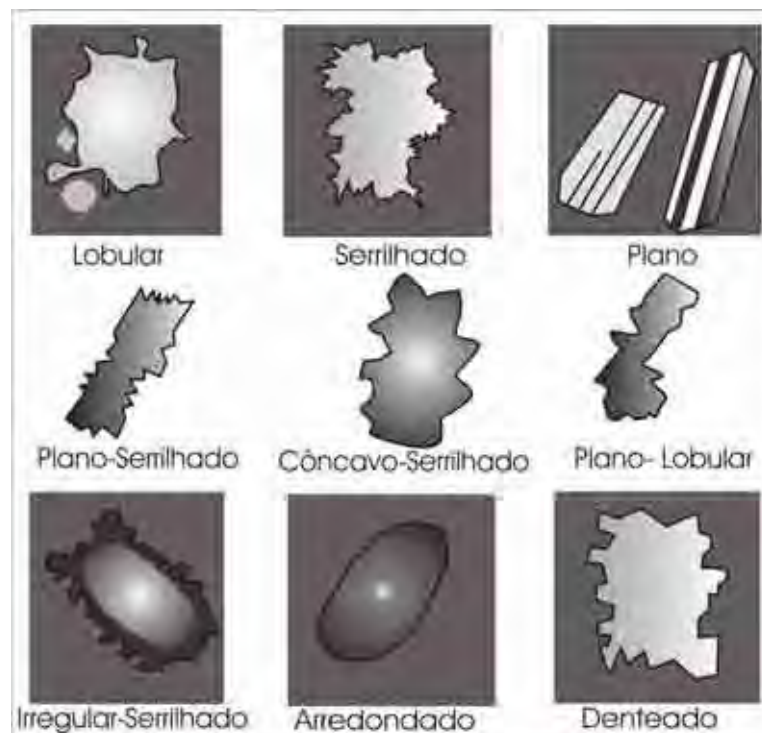


Figura 3. Tipos de bordas de grãos (contatos) utilizados na qualificação dos contatos das rochas estudadas modificado de Mesquita (2002).

- **Microfissuramento** - A caracterização e quantificação do microfissuramento são importantes atributos no estudo de rochas ornamentais e de revestimento, pois o grau de fissuramento pode ser determinante no comportamento da rocha quanto à porosidade, absorção d'água e resistência mecânica.

A presença de fissuras intercomunicadas acarreta um aumento do coeficiente de permeabilidade. Esse fator pode ser preponderante no surgimento de patologias, como eflorescências e manchas, ou mesmo permitir a formação e/ou alojamento de sais, podendo avançar para um processo de deterioração da rocha.

As microfissuras são analisadas em termos de vazias ou preenchidas, localização relativa (inter ou intragrãos), existência de orientação preferencial, tipo de preenchimento e comunicabilidade entre si. O índice de microfissuramento mineral é expresso em número de microfissuras por área (mm²) e equivale à média de contagem das microfissuras existentes nas lâminas petrográficas estudadas, dividida pela área de observação.

Os estados de alteração e microfissural observáveis ao microscópio petrográfico são particularmente importantes, para se prever a durabilidade da rocha em solicitações de atrito, esforços flexores e compressores a presença de líquidos. Esse caráter previewal, voltado às situações e finalidades das obras civis, baseia-se, portanto fundamentalmente no conhecimento das características dos minerais formadores das rochas e nas condições físico-químicas que levam à alteração dos minerais, ao enfraquecimento e a desagregação da rocha.

4.4. ENSAIOS TECNOLÓGICOS

Este tipo de caracterização é importante pelo fato das rochas ornamentais, quando em uso, serem submetidas a diversas solicitações, ou seja, antecipar uma previsão de comportamento em serviços como impacto, atrito, ação de intempéries, etc. Nas discussões dos resultados, somente a determinação de dilatação térmica linear, será detalhado os métodos empregados, os outros ensaios estão detalhados em Arrais (2001, e 2002) e Godoy & Arrais (2004).

As análises e ensaios normalmente utilizados para a caracterização tecnológica das rochas seguem procedimentos e padrões rigorosos normatizados por entidades nacionais e internacionais tais como Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, American Society for Testing and Materials - ASTM, Deusch Institut fur Normung - DIN e Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas – ISRM.

Os ensaios tecnológicos das rochas estudadas foram realizados no Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM/IGCE, e referem-se a:

Análise petrográfica - este método permite observar detalhadamente feições como textura e estrutura, composição mineralógica, estado de alteração e microfissural, bem como as relações entre tipos minerais alteráveis, solúveis e friáveis. Essa análise é realizada em microscópio óptico de luz transmitida, conforme norma NBR 12767 da ABNT (1992a);

- *Determinação de índices físicos* - compreende os parâmetros de massa específica aparente seca e saturada, porosidade aparente e absorção de água. Este ensaio segue norma NBR 12766 da ABNT (1992b) e pode fornecer uma idéia das micro-descontinuidades nas rochas ou ainda se correlacionar com as propriedades mecânicas, de compactação, de resistência e durabilidade da rocha. Estas propriedades guardam entre si certa correspondência, principalmente a porosidade aparente e a absorção. A massa específica serve para calcular o peso das placas quando do dimensionamento dos dispositivos metálicos que a suportarão. A porosidade pode permitir antever o estado de alteração e a resistência mecânica. A capacidade de absorção d'água, cuja magnitude é correlacionável ao grau de porosidade, indicará a possibilidade de ocorrer alterações minerais, com conseqüentes efeitos na estética das pedras, e também a possibilidade de diminuição da resistência mecânica. É determinada por pesagem de fragmentos de rocha nas condições seca, saturada e submersa;
- *Determinação de desgaste Amsler* - corresponde ao parâmetro de *dureza*, sendo determinado por duas placas de rocha que são submetidas a um percurso e determinada solicitação dada por abrasivos do tipo areia essencialmente quartzosa ou através de grãos de carbeto de silício (*carborundum*), em máquina apropriada, conforme norma NBR 12042 da ABNT (1992c), dando-nos o valor da abrasão (*dureza*) e, portanto esta propriedade é indiretamente determinada por ensaios de desgaste;
- *Determinação da resistência à compressão uniaxial* - corresponde ao parâmetro de *compressão* que indica a que tensão compressiva a rocha se rompe, de acordo com a norma da NBR 12767 da ABNT (1992d). A resistência à compressão, embora não seja esta uma solicitação comum em revestimento, dá indicação do grau de sanidade da rocha e serve como índice de sua qualidade tecnológica. É determinada em prensas apropriadas sob esforços compressivos relativamente lentos. São realizados para os materiais que serão utilizados em revestimento interno e externo, pisos, tampos de mesas e balcões, colunas e pilares, pias, soleiras, etc.;
- *Determinação da resistência à flexão na tração (método dos 3 pontos)*: corresponde ao parâmetro de flexão e deve estabelecer a que esforço fletor ocorre o rompimento da rocha, influenciando no tamanho e espessura de placas externas. Este ensaio segue a norma NBR 12763 da ABNT (1992e). A resistência à flexão é uma propriedade importante para rochas que se destinem aos revestimentos de fachadas por ser um indicativo de sua resistência à ação dos ventos, particularmente em fachadas altas. Pode ser determinada por carregamento em três pontos, quando se procura conhecer a resistência à flexão intrínseca ao material rochoso, ou por carregamento em 4 pontos (ensaio de resistência de flexão na tração – Norma C 880 ASTM, 1980), quando se procura conhecer a resistência à flexão da placa, pois neste caso a espessura do corpo-de-prova é de dimensão próxima daquela que a placa terá em uso;
- *Determinação da Dilatação Térmica Linear* - seguem a norma - NBR 12765 da ABNT (1992f), é a propriedade que os materiais (rochas) têm de se expandir ou contrair (volume), com a

variação de temperatura. As rochas assim como a maioria dos materiais (nos estados sólido, líquido e gasoso), apresentam valores de dilatação variados, dilatando-se quando aquecidos e contraindo-se quando resfriados. Embora este fenômeno se manifeste tridimensionalmente, esta medida é calculada linearmente e deve ser expressa pelo coeficiente de dilatação térmica (β). Utiliza-se este ensaio (em especial) em materiais rochosos utilizados como revestimentos de fachadas ou pisos externos expostos à ação direta do sol, situações de intenso calor ou sujeitas a grandes oscilações de temperatura, como ocorrem em regiões com estações climáticas bem definidas;

- *Determinação da Velocidade de Propagação de Ondas Ultrassônicas* – este ensaio seguiu as diretrizes da norma ASTM D2845 (ASTM, 1990) e tem por objetivo medir a velocidade de vibração das ondas de compressão e de cisalhamento na rocha, ou seja, a velocidade (V) de propagação de uma onda longitudinal, em um percurso (D), que é efetivamente infinito (x) na extensão lateral. Pode-se, desta forma, estimar as condições físicas em que se encontra o referido corpo-de-prova, através de alterações observadas nas velocidades de vibração das ondas.

4.5. RESISTÊNCIA (SUSCEPTIBILIDADE) AO ATAQUE QUÍMICO

Este ensaio foi realizado com base no anexo H (normativo) da norma NBR 13818 – 1997 – Pisos cerâmicos vidrados – “Determinação da resistência ao ataque químico”,

Os testes de resistência ao ataque químico ou susceptibilidade ao ataque químico (utilizado para piso cerâmico esmaltado e adaptado para rocha ornamental como referência e com adaptação), seguem a norma NBR 13818 (Anexo H) da ABNT (1997), uma vez que se tem observado ao longo dos anos que as patologias desenvolvidas sobre os revestimentos de materiais graníticos são semelhantes às encontradas nos produtos cerâmicos utilizados para este mesmo fim. Além disso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ainda não desenvolveu uma norma especificamente para as rochas ornamentais, denominadas na linguagem puramente comercial de “granitos” e “mármore”. Este ensaio tem como objetivo observar a resistência das amostras ao ataque de produtos químicos.

Os testes de Resistência ao Ataque Químico utilizado para todas as variedades de granitos são os empregados para todas as rochas ornamentais de revestimentos não esmaltados (Classe U). Resultados obtidos para Resistência ao Ataque Químico obedeceram aos padrões – 1 - (UA) efeitos não visíveis; (UB) efeitos no lado do corte; (UC) efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície utilizados para testes com os ácidos NaClO e NH₄Cl; 2 - (ULA) efeitos não visíveis; (ULB) efeitos no lado do corte; (ULC) efeitos visíveis no lado do corte, no lado sem corte e na superfície efeitos utilizados para testes com os ácidos HCl, KOH e Cítrico. Os reagentes químicos

indicados na norma assim como as concentrações e o tempo de exposição sobre essas rochas encontram-se discriminados no Quadro 1.

Quadro 1. Relação dos agentes químicos para a verificação da resistência das rochas pesquisadas ao ataque químico, suas concentrações, valores de pH e tempo de exposição (NBR 13818-97).

Agentes Químicos/Agressivos	Concentração	Tempo de exposição ao ataque	pH
Ácido Cítrico ($H_8C_6O_7$)	100 g / l	24 h	1,2
Acido Clorídrico (HCl)	3 % (vv)	96 h	1
Cloreto de Amônia (NH_4Cl)	100 g / l	24 h	5
Hidróxido de Potássio (KOH)	30 g / l	96 h	14
Hipoclorito de Sódio (NaClO)	20 g / l	24 h	8

As soluções (reagentes) foram preparadas a partir da diluição de substâncias concentradas disponíveis no mercado, tais como:

REAGENTES

- **Produtos químicos domésticos:** cloreto de amônia (NH_4Cl), 100g/l, simulando produtos químicos de uso domésticos como detergente e sabão.

- **Produtos para tratamento de água de piscina:** Solução de hipoclorito de sódio (NaClO) – 20mg/l (preparada a partir de hipoclorito de sódio grau técnico, com aproximadamente 13% de cloro ativo), água sanitária.

- **Ácidos:**

Ácidos de baixa concentração:

Solução de ácido clorídrico (HCl), 3% (v/v) partes em volume, preparada a partir de ácido clorídrico concentrado, densidade igual a ($1,19 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$);

Solução de ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) 100g/l, sucos de frutas cítricas.

Ácidos de alta concentração:

Solução de ácido clorídrico, 18% (v/v), preparada a partir de ácido clorídrico concentrado, densidade igual a ($1,19 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$);

Solução de ácido láctico, 5% (v/v)

- **Álcalis**

Álcalis de baixa concentração:

Solução de hidróxido de potássio (KOH), 30g/l

Álcalis de alta concentração:

Solução de hidróxido de potássio, 100g/l

Os efeitos ocorridos são estudados com relação à diminuição do brilho e desgaste mineral que venha a ocorrer e possam prejudicar as características originais da placa ou desencadear processos de alteração da ordem química ou física. O poder agressivo das soluções utilizadas, de acordo com a

norma para este ensaio é analisado com relação à perda de brilho e alterações cromáticas, corrosão e classe de resistência que venham a ocorrer nas superfícies polidas, laterais e versos dos corpos-de-provas.

4.6. GEOQUÍMICA DE ROCHA

O objetivo principal da utilização dos dados já obtidos anteriormente de geoquímica de rocha total, principalmente quanto à variabilidade de elementos maiores acerca das variedades faciológicas, é que nos permitirá a adequada identificação e tipificação das variedades estudadas, com o propósito de evitar designações genéricas e muitas vezes incorretas, além de definir precisamente a qualificação e parâmetros, visando suas melhores utilizações e empregos como rocha ornamental e para materiais de revestimento, bem como base do comportamento tecnológico, além de uma correlação precisa dos minerais de transformação ou da alterabilidade apresentada pelos materiais.

5. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DOS CONHECIMENTOS DOS MACIÇOS GRANITÓIDES

O **Maciço Sorocaba** definido a seguir resulta da integração de trabalhos anteriores de mapeamentos geológicos em escala 1:25.000 e 1:50.000 Godoy (1989); Godoy et al., (1992, 1995 e 1996), apresenta-se com uma área da ordem de 180 km², forma sigmóidal alongada segundo NE-SW, intrusivo nos ectinítos da seqüência metavulcano-sedimentar Grupo São Roque e recoberto no contato norte por rochas sedimentares da Bacia do Paraná. Sua colocação é controlada pela continuidade da Zona de Transcorrência Jundiuvira Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991); Godoy et al., (1992, 1994 e 1996).

O maciço compreende 20 tipos petrográficos básicos presentes em 11 fácies/associações de fácies (F1-F11), incluindo dioritos, granodioritos, monzogranitos e sienogranitos Godoy (1989) e Godoy & Figueiredo (1991). A diferente fácies difere além dos aspectos composicionais, geoquímicos (72 análises geoquímicas) e por aspectos texturais (granulação relativa e granulação absoluta), manteamento dos FK e associações de máficos, índice de coloração, freqüência, tamanho e forma dos fenocristais.

A caracterização geológica e o mapa geológico com a caracterização petrográfica dos

principais litotipos das unidades litoestratigráficas da seqüência metavulcano-sedimentar do Grupo São Roque, além da caracterização e interpretação dos processos tectônicos e metamórficos que atuaram na área, encontram-se em trabalhos de Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991); Hackspacher et al., (1991) e Godoy et al., (1992 e 1996). A caracterização litogeoquímica do conjunto de rochas granitóides, bem como dos processos geradores do magmatismo Sorocaba, foi elaborado principalmente através da análise dos principais elementos maiores e menores, baseados em dados geoquímicos já levantados em Godoy (1989); Wernick et al., (1997), além de dados de terras raras (GODOY et al., 2003).

Os estudos do **Maciço São Francisco** resultam da integração de trabalhos de mapeamentos geológicos em escala 1:25.000 e 1:50.000 da Folha de Sorocaba Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991), Godoy et al., (1992 e 1996). Constitui uma intrusão em forma de gota com eixo maior com direção ENE-WSW, comprimento de 27 km, largura máxima de 6 km, área ao redor de 150 km², intrusivo na seqüência metavulcano-sedimentar grupos Serra de Itaberaba e São Roque do Grupo São Roque. Os seus contatos são tectônicos dados pelas zonas de cisalhamento Pirapora e Taxaquara e a disposição geral da intrusão, segue o eixo da estrutura antiformal de alumínio ligado à fase de dobramento D3 em Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991); Godoy et al., (1992, 1994 e 1996).

O Maciço compreende 8 fácies sendo dadas principalmente por sienogranitos ao lado de quantidades menores de monzogranitos hololeucocráticas a leucocráticas e raros quartzomonzodioritos que ocorrem na forma de encraves com dimensões de até centenas de metros. As diferentes fácies diferem nos aspectos composicionais, geoquímicos (38 análises geoquímicas) além das feições texturais.

A caracterização geológica e o mapa geológico encontram-se em trabalhos de Godoy (1989); Godoy & Figueiredo (1991); Hackspacher et al., (1991) e Godoy et al., (1992 e 1996), além dos principais litotipos das unidades litoestratigráficas da seqüência metavulcano-sedimentar dos grupos Serra de Itaberaba e São Roque e da identificação dos processos tectônicos e metamórficos que afetam a área. A caracterização litogeoquímica do conjunto de rochas granitóides, bem como dos processos geradores do magmatismo São Francisco, foram elaborado principalmente através da análise dos principais elementos maiores e traços que constituem estes Maciços, baseados em dados geoquímicos já levantados e discutidos preliminarmente em trabalhos de Godoy (1989) e Wernick et al., (1997), além dos elementos de terras raras discutidas em (GODOY et al., 2002 e 2003).

O **Maciço São Roque** é intrusivo em rochas metassedimentares de baixo grau do Grupo São Roque. Os seus estudos iniciaram na parte norte do Maciço São Roque, quanto aos aspectos geológicos, petrográficos, estruturais e geoquímicos, resultado de um mapeamento em escala 1:50.000 da Folha Topográfica de Cabreúva, Oliveira et al., (1992a); Hackspacher et al., (1988, 1991, 1992b, 1994 e 1996) e Hackspacher (1994). Posteriormente novos trabalhos com o mesmo enfoque foram realizados da parte sul do maciço, que evoluíram através do mapeamento geológico em escala

1:50.000 da Folha Topográfica São Roque Oliveira et al., (1992 e 1998) e Hackspacher et al., (1996). Compõe-se por monzogranitos porfíroides e raros monzogranitos equigranulares róseos e cinzas, dioritos e muscovita-turmalina sienogranitos, além de veios e diques aplíticos.

Os trabalhos iniciais dos aspectos litogeoquímicos para o Maciço São Roque iniciaram com Andrade et al., (1992) e Andrade (1993), com as primeiras discussões geoquímicas das faciológicas que constituem o complexo, com enfoque principalmente quanto às características e distribuição dos elementos maiores. Godoy et al., (1996) em trabalhos na parte sul, apresentam discussões de elementos maiores e traços, além dos elementos de terras raras para o conjunto de rochas do maciço.

Os estudos geológicos do **Maciço Ibiúna** foram resultados do mapeamento geológico em escala 1: 50.000 das Folhas Topográficas São Roque e Sorocaba, finalizando em trabalhos científicos inicialmente de cunho estritamente geológicos, acerca da integração e interpretação destes dados, nos trabalhos de Godoy et al., (1992), Hackspacher et al., (1992 e 1996) e Oliveira et al., (1998). Associa-se nas interpretações dados de Vlack et al., (1990); Janasi et al., (1990) e Leite (1997), bem como trabalhos de mapeamento geológicos de Hennies et al., (1967); Hasui (1973 e 1975) e Hasui et al., (1978).

As rochas encaixantes são constituídas por tipos de gnaisses e migmatitos característicos do Complexo Gnáissico Migmatítico Embu de (HASUI, 1973 e 1975), situado ao sul da Zona de Cisalhamento Taxaquara, representado por rochas metassedimentares migmatizadas, constituída por granada-sillimanita gnaisses com estrutura bandada, estromática e schlieren, com intercalações de biotita gnaisses e granada gnaisses com ou sem sillimanita, biotita xistos, anfíbolitos, gnaisses graníticos, gnaisses cálcio-silicáticos, mais ou menos migmatizados e quartzitos. A orientação desses gnaisses reflete as atitudes da zona de cisalhamento N78/85E Oliveira et al., (1998).

A Granitogênese Ibiúna está associada à tectônica rúptil com emplacement dos corpos através de estruturas transtratívas do tipo pull-apart, caracterizada pelas principais zonas de cisalhamento existentes na área (, Taxaquara, Pirapora e Cangüera), constituindo sistemas antigos que facilitaram a ascensão do magma e são rejuvenescidas no final do brasiliano, condicionando a forma e afetando tardiamente as bordas do maciço. São descritos para o Maciço Ibiúna sete fácies: 1- monzogranito porfíróide serial a hiatal grosseira, representando a litologia predominante; 2- monzogranito porfíróide grosseiro cinzento, 3- hornblenda monzogranito porfíróide médio, 4- monzogranito equigranular médio, cinza claro a rosado, 5- melagranito equigranular médio, cinza claro a escuro; 6- sieno a monzogranito inequigranular médio, cinza claro a rosado; 7- leuco-sienogranito equigranular fino a médio, róseo, pouco Godoy et al., (1996). Os dados geoquímicos culminaram nos trabalhos geoquímicos iniciais em Godoy et al., (1996) e evoluíram em (GODOY et al., 1996).

O **Maciço Piedade** abrange parte do Bloco Embu Hasui (1973), Hasui (1975), Hasui & Sadowski (1976) e Janasi et al., (1990) e apresenta-se intrusivo em gnaisses e gnaisses migmatíticos do Complexo gnáissico Migmatítico Embu de alto grau metamórfico ao sul da Zona de Cisalhamento

Taxaquara. A denominação de Maciço Piedade atribuída por (HASUI, 1973) representa uma proposta de englobá-lo como um extenso batólito granitóide de caráter sin-tectônico à orogênese brasileira, identificado como “Tipo Pirituba”, os corpos graníticos que ocorrem nessa região. Fazem parte desta designação três tipos texturais distintos de granitóides: porfíricos, inequigranulares e finos.

Parte do Maciço Piedade foi denominado de Batólito Ibiúna por Algarte et al., (1990), termo que foi corroborado por Hasui & Sadowski (1976). Janasi & Ulbrich (1992) atribuem o nome “Piedade” apenas para os biotitas-granitóides porfíricos aflorantes na região, enquanto que Janasi et al., (1990) e Leite (1997) definem a presença de muscovita primária ± monazita, como indicativa do caráter peraluminoso para os magmas originais e evidencia a contribuição de material de origem sedimentar.

Trabalhos específicos de caracterização litogeoquímica destes maciços e suas faciologias, encontram-se em Leite (1997) para o Maciço Piedade, envolvendo litotipos desta folha e uma maior abrangência das análises distribuídas na folha a sul. Foram realizadas 12 análises geoquímicas com determinação dos elementos maiores, menores e terras raras, das principais variedades mapeada.

O maciço denominado por Hasui et al., (1973) e caracterizado por Godoy et al., (1992), representa uma área de 35 km² exposta na Folha Topográfica São Roque e apresenta-se constituído por três fácies. Constitui uma faixa contínua com orientação geral NE-SW, que ocupa a porção sudeste da área, a norte encontra-se em contato tectônico com os metassedimentos do Grupo Embu e com o Granitóide Ibiúna e a sul é intrusivo nos referidos metassedimentos. Os litotipos composicionais correspondem a sieno- e monzogranitos, sendo reconhecidos tipos texturais equigranulares a inequigranulares com feições porfiroídes, róseos e acinzentados.

6. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SOROCABA

6.1. GEOLOGIA LOCAL

O Maciço Sorocaba apresenta forma alongada segundo a orientação geral de dobramento das rochas encaixantes do Grupo São Roque. Os contatos são abruptos e apresentam, de uma maneira geral, uma relação de concordância com as rochas encaixantes, localmente podendo apresentar-se discordantes, sobretudo, nas extremidades dos corpos. As rochas encaixantes do Grupo São Roque são caracterizadas basicamente por epimetamórfitos representados por pacotes metapsamíticos,

metapelíticos e metacalcários. Ocorrem metarritmitos, metarenitos puros ou feldspáticos, filitos, cálcio-filitos e mármore.

O maciço é um corpo intrusivo epizonal de colocação "sin a tardi" e "tardi a pós-tectônico" à fase principal de deformação Dn+3, pois não apresentam foliação e desenvolve uma auréola de metamorfismo de contato, associada às bordas dos corpos, originando o desenvolvimento de minerais índices e paragêneses metamórficas de fácies mais elevadas.

Os falhamentos transcorrentes que controlam os diferentes blocos tectônicos iniciaram-se ou foram reativados após o metamorfismo regional principal e se prolongaram até o fim do Ciclo Brasileiro, controlando o seu posicionamento e a sua geometria final. Constitui um corpo alongado, com direção geral similar a do Falhamento de Jundiuvira, ao mesmo tempo, assemelha-se a um "sigmóide" de deformação com forma de S, evidenciando direções gerais de esforços E-W, associado ao caráter dextral do falhamento.

Nos flancos da inflexão do "sigmóide" ocorre um rompimento visto no mapa geológico e, portanto caracterizado informalmente de Falhamento da "Doninha", o rompimento da parte oriental (com direção WSW-ENE) com a parte central (com direção SW-NE) e com a parte ocidental (com direção WSW-ENE) e definidas pela falha designada por "Piragibú-Mirim". Ambas apresentam direções semelhantes, sendo que na primeira, os efeitos de deformação são mais extensos e os processos cataclásticos mais nítidos.

As duas falhas apresentam caráter transcorrente, mas, na primeira, verifica-se planos e lineações que indicam um caráter sub-vertical, o que poderia corresponder à exposição de blocos dentro do corpo magmático de profundidades diferentes e, portanto, apresentarem-se em níveis erosionais distintos, o que explicaria a distinção das fácies granitóides lateralmente a partir desta zona de cisalhamento.

A parte oriental corresponderia a um bloco exposto na sua parte mais profunda e seria caracterizada por uma maior homogeneidade de fácies, sendo os monzogranitos porfiróides cinza dominantes, apresentando corpos de composição granodiorítica de porte médio, principalmente na extremidade NE.

A parte central do corpo caracteriza-se por uma área com um maior número de falhamentos e apresenta uma riqueza em número e tipos litológicos de fácies, sendo que a partir do Falhamento das "Doninhas", ocorre uma predominância dos granitóides róseos, secundados por porfiróides claros. A Falha de Piragibú-Mirim secciona o corpo dentro de uma mesma associação a porfiróide rósea, passando para a parte ocidental como tipo de granitos dominante na área e secundariamente para o tipo porfiróides cinza. O fim do metamorfismo regional caracteriza-se por um retro-metamorfismo tardio, visto nos minerais de grau mais elevado da auréola de contato, bem como, nas passagens principalmente de hornblenda e biotita para clorita, como também na sericitização do feldspato dos granitos, processo esse muitas vezes ligado simplesmente a um processo de hidrotermalismo.

6.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO SOROCABA

O Maciço Sorocaba constitui-se em vinte (20) fácies distintas, passíveis de divisão principal em dois grandes grupos de rochas: as equigranulares que ocorrem em menor número e em menores áreas de exposição que não serão descritas neste trabalho e o segundo grupo que se caracteriza pelas rochas inequigranulares, com termos porfíricos finos a médios que constituem exposições pequenas e os médios a grossos de caráter dominante no maciço, dos quais 6 serão descritos neste trabalho. Das vinte (20) fácies caracterizadas e descritas são passíveis de mapeamento onze (11) associações na escala de 1:50.000, agrupadas segundo características geológicas semelhantes e distribuídas segundo o mapa geológico simplificado de Godoy (1989) (Figura 4).

Em função da forma geométrica do Maciço Sorocaba, bem como feições geológicas distintas para determinadas áreas do corpo, torna-se possível e mais viável a descrição das fácies mapeadas em tres segmentos, definindo-se a parte oriental limitada pelo Falhamento das Doninhas, a parte central entre este falhamento e as Falhas Piragibú-Mirim, e a parte ocidental, até aos limites dos sedimentos da Bacia do Paraná.

A Parte Oriental é constituída pelas associações monzogranítica porfírica de granulação grossa dominante em toda região e, secundariamente, e localizadamente ocorrem às associações granodiorítica fina e porfírica, granodiorítica média e diques tardios equigranulares. A fácies dominante é composta por monzogranito cinza, mostrando-se bastante homogênea quanto aos aspectos mineralógicos e texturais. Com relação às porcentagens dos feldspatos, apresenta pequena variação gradativa. Às vezes apresenta feições localizadas onde ocorrem diminuição ou aumento da granulação da matriz ou do tamanho dos fenocristais, mas sempre mostrando um aspecto gradativo. Esta variação, às vezes é caracterizada por uma pequena diminuição da granulação em direção às bordas do corpo, em função de um resfriamento mais rápido, mas mantendo-se sempre como um dos tipos com grandes fenocristais de feldspatos potássico.

Nas áreas próximas da zona de deformação, nas proximidades do Falhamento das Doninhas, verifica-se uma passagem dos megacristais cinza para um róseo mais forte, em função da maior percolação de líquidos nessas zonas e conseqüentemente maior oxidação do Fe, inclusos em microfraturas dos feldspatos. A Parte Central é constituída pelas associações porfíricas róseas dominantes, secundada por tipos cinzas e mais localizadamente as feições de termos melagranitos, tanto róseo como cinza e em menor proporção os diques tardios equigranulares e porfíricos. As associações porfíricas rósea apresentam-se bastante homogêneas na sua área de exposição, mas com pequenas variações na granulação e composição em direção da borda do maciço. Estas variações ocorrem pela pequena mudança das relação de tamanho entre os fenocristais de feldspato potássico e de plagioclásio, pequenas diferenças quanto à porcentagem principalmente de máficos e do tamanho médio dos megacristais.

A Parte Ocidental é composta pelas associações porfíricas rósea e cinza e mais localizadamente por melagranitos e secundariamente pela presença mais marcante que nas demais por veios pegmatóides e dique equigranulares. Nestas áreas, a associação apresenta variações locais bem definidas que foram descritas como fácies, mas pelas suas dimensões não se permitiu mapeá-las.

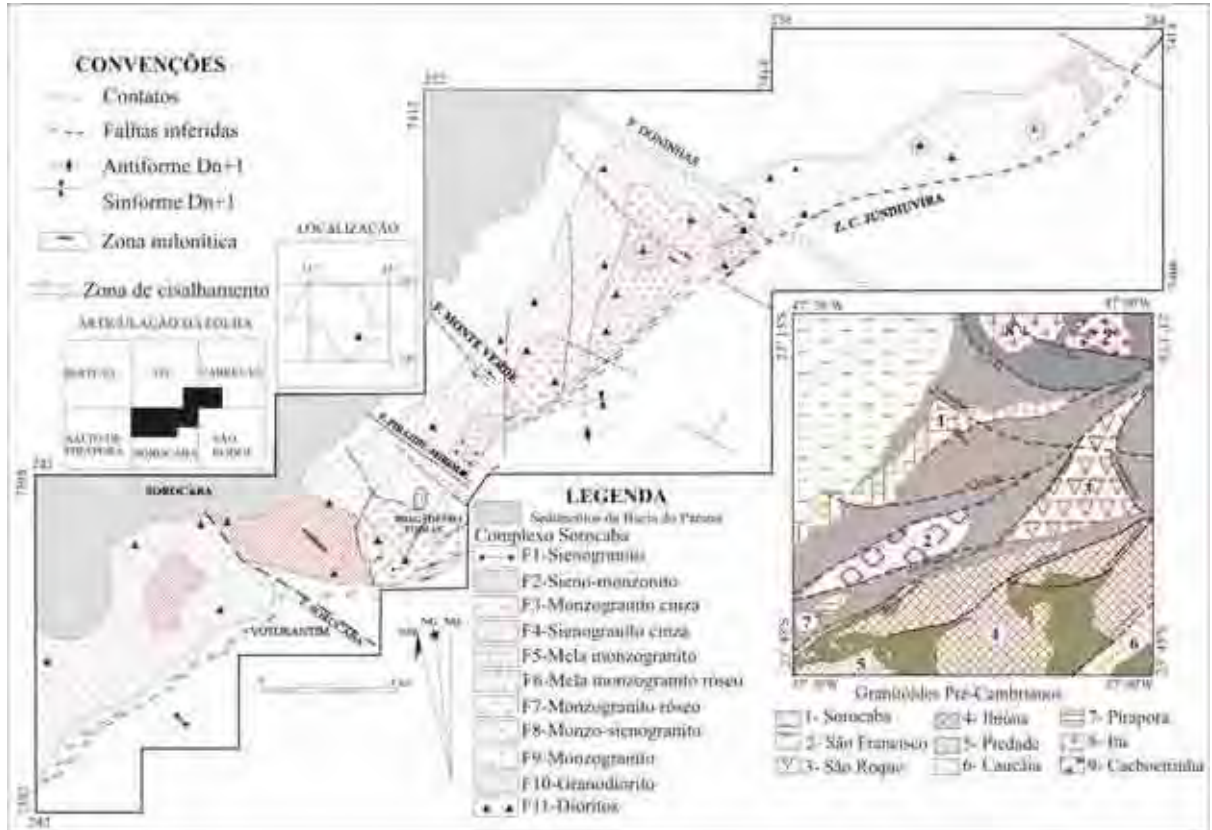


Figura 4. Mapa Geológico esquemático do Maciço Sorocaba (Godoy, 1989).

6.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO SOROCABA

Neste item serão descritas novas terminologias para as fácies que facilitem a sua utilização, padronização e comparação para os estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às terminologias das associações definidas e já utilizadas em Godoy (1989), bem como no mapa geológico de referência. A diferenciação das fácies e ou associações que serão descritas, baseiam-se essencialmente em aspectos macroscópicos e microscópicos, de textura e da cor dos feldspatos, índice de cor, e feições composicionais. Serão descritas 6 associações graníticas com a caracterização das fácies definidas inicialmente como as mais favoráveis ao desenvolvimento deste estudo e de feições estéticas distintas e que serão designadas informalmente de “Amêndoa Sorocaba”, nome já consagrado na literatura para rochas ornamentais do Maciço Sorocaba, adicionado de termos referentes à

coloração dominante para as estas rochas. A Prancha 1 apresenta exposições do relevo e de afloramentos, além de explorações de blocos do Amêndoa Sorocaba Cinza. O Quadro 2 apresenta o sumário das características petrográficas das variedades Amêndoa Sorocaba.

6.3.1. Amêndoa Sorocaba Escuro – Tipo 1

A **associação mela-monzogranito porfiróide rósea** agrupam as rochas de granulação média escura, com índices de cor superiores a 10, com presença de feldspato róseo com dimensões de até 5 cm e de plagioclásio menores de até 1 cm. A matriz média escura é preferencialmente de composição quartzo-diorítica a granodiorítica, apresentando variações composicionais modais em função dos fenocristais (Godoy, 1989). Portanto em função da pequena área de exposição e das relações litológicas variando em função do aumento ou da diminuição dos fenocristais, tratou-se esta associação como uma mesma fácies, apresentando tipos que estarão descritos a seguir.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 2 – Foto 1), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 1) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 4 – Fotos A e B).

O tipo descrito caracteriza-se por mela-monzogranitos apresentando pequenas diferenças texturais basicamente em função da granulação, que varia de fina a média na matriz e do tamanho dos cristais de feldspato potássico.

Microscopicamente a matriz apresenta estrutura isotrópica, maculada, hipidiomórfica, com desenvolvimento de pequenos fenocristais de plagioclásio, subedrais tabulares e feldspato potássico mais raros, numa matriz composta por biotita, anfibólio, quartzo e feldspatos. Em porções da lâmina o feldspato potássico (microclínio) desenvolve texturas granoblásticas quando associado com agregados de quartzo, apresentando contatos irregulares com a forma lobulada. O plagioclásio (oligoclásio) apresenta forma tabular, subédricos nos fenocristais, apresentando processos de sericitização e epidotização (Prancha 6A). O quartzo é hiatal apresentando contornos irregulares e evidencia extinção ondulante suave. É intersticial ou na forma agregados granoblásticos com os feldspatos.

A biotita é subedral, com hábito tabular, bordas parcialmente corroídas, pleocroísmo de coloração marrom-pardo. Apresenta-se com distribuição homogênea, exibindo inclusões de minerais acessórios. O anfibólio (ferro-hastingita) ocorre como cristais subedrais com forma prismática, apresentando pleocroísmo esverdeado claro, estando geralmente associado às biotitas. Exibem corrosão nas bordas.

Os acessórios são caracterizados pela presença marcante de opacos (magnetita e pirita) dispersos ou associados aos minerais máficos predominantes. A titanita ocorre com frequência, com dimensões de 0,2mm, apresentando hábito eudrais e formas prismáticas. O zircão, allanita e rutilo também ocorrem em proporções menores. Nos minerais de alteração ocorrem a sericita e os carbonatos em pequenas proporções.

6.3.2. Amêndoa Sorocaba Cinza - Tipo 2

Na **associação monzogranito porfiróide média II** a fácies descrita é a *fácies porfiróide cinza II* (Godoy 1989) que são melagranitóides, de coloração cinza, isotrópicos, maculados, ineqüigranulares porfiróides, compostos por fenocristais de feldspato potássico, imersos numa matriz de granulação média de composição quartzo-feldspático e biotita.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 2 – Foto 2), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 2) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações dos feldspatos (Prancha 4 – Fotos C e D).

Microscopicamente, verificam-se texturas hipidiomórficas, isotrópicas, ineqüigranulares, apresentando uma disposição aleatória dos feldspatos tabulares. O feldspato potássico, com dimensões de média-grossa ocorre como cristais predominantemente subedrais, com forma tabular ou anedrais intersticiais com formas irregulares ou ainda constituindo agregados caracterizados por contatos lobulados com os demais félsicos. Exibem um intenso processo de geração de pertitas em filmes ou em veios difusos a irregulares. Alguns cristais apresentam texturas micrográficas ou quando em contatos com plagioclásio há a geração de mirmequitas em forma de pequenos vermes, sendo mais rara a forma em gota. A geminação em grade é a mais freqüente, mas ocorre também a Carlsbad.

Nos cristais que apresentam sinais de corrosão, verifica-se a formação incipiente de albita na borda. Em algumas lâminas verificam-se duas fases de geração de feldspato potássico, sendo a de tamanho maior bem pertítico, enquanto que na fase menor não são pertíticos.

O plagioclásio (oligoclásio) com dimensões de 0,1 a 0,4cm(média-fina a média????) são subedrais a eudrais, com forma ripiforme, sendo que os maiores apresentam geminação segundo a Lei de Albita e raramente Carlsbad. No contato com o feldspato potássico verifica-se ocasionalmente a formação de pequenas bordas de albita e diminutas mirmequitas, sendo intenso o processo de sericitização. Em algumas lâminas pode-se verificar a deformação dos cristais menores que ocorrem intercrescidos entre o feldspato potássico.

O quartzo é seriado apresenta contornos irregulares, ocorrendo isolado ou formando agregados intersticiais. Mostra-se também na forma globular, isolado ou distribuído entre os megacristais de feldspato potássio (Prancha 6B). Alguns cristais apresentam fraca extinção ondulante.

A biotita apresenta-se com dimensões de 0,4 a 1,5mm, subidiomórfica, de hábito placóide, com pleocroísmo de tonalidade marrom avermelhado parda. É intersticial e apresentam nas bordas dos cristais menores, sinais de corrosão. Localmente verifica-se um encurvamento das lamelas de biotita, evidenciando pequena deformação. Na maioria das vezes, constitui um agrupamento de placas bem desenvolvidas ou mesmo formando cordões entre os feldspatos. Raramente observa-se o processo de cloritização e, quando existente, é incipiente. São freqüentes as inclusões de zircão e titanita, desenvolvendo halos pleocróicos. Ocorrem também apatitas e raramente opacos.

Os acessórios mais freqüentes são o zircão, a apatita, a titanita, a allanita, ocorrendo com tamanhos submilimétricos inclusos ou associados às biotitas. Localmente observa-se em uma das lâminas, esparsos cristais de granada, eudrais, na forma de grãos poligonais, intercrescidos sobre os feldspatos ou associados a agregados de biotita, provavelmente resultado da contaminação desta fácies por digestão de rochas metassedimentares. Os opacos ocorrem em pequenos números. Os minerais de alteração são a sericita, epidoto, carbonatos, gerados a partir dos feldspatos e por cloritas, associadas às biotitas.

6.3.3. Amêndoa Sorocaba Branco - Tipo 3

A **associação monzogranito porfiróide grossa I** são rochas de coloração cinza claro, leucocráticas, maculadas, apresentando uma riqueza em fenocristais de feldspato potássico e de plagioclásio menores, com dimensões de até 1 cm. Nos cristais maiores de feldspato, é freqüente a formação de linhas de inclusões de biotitas, sendo que nos cristais menores verificam-se texturas rapakivi (Godoy, 1989).

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisados na (Prancha 2 – Foto 3), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 3) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 4 – Fotos E e F).

Microscopicamente apresentam texturas parcialmente isotrópicas, hipidiomórficas, inequigranulares porfiróides, apresentando os feldspatos maiores com ligeira orientação. Os minerais máficos são em geral, intersticiais, aparecendo em placas isoladas ou em glomérulos, ou mesmo constituindo cordões.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre em cristais maiores geralmente com hábito tabular, eudrais e subedrais, apresentando-se intensamente pertitzados na forma de veios cerrados, sub-paralelos (Prancha 6C). São geminados segundo Carlsbad e/ou grade, apresentando em alguns cristais,

inclusões granulares de quartzo. Texturas rapakivi ocorrem nos fenocristais menores, dada por uma borda de oligoclásio. Os cristais menores são predominantemente anedrais, apresentando forte geminação em grade e constituem um mosaico granoblástico com os outros félsicos.

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta uma fração com tamanho médio de até 6 mm, subedral, ripiforme a tabular, com geminação polissintética e Carlsbad. Apresenta-se zonado e com um intenso processo de sericitização e/ou muscovitização. As partes mais límpidas constituem as bordas dos cristais com o desenvolvimento de estreitas faixas de albita, não sendo muito freqüente o desenvolvimento de mirmequitas na forma de pequenas gotas nas bordas dos cristais. Os cristais menores, com dimensões submilimétricas de até 3 mm, apresentam-se mais límpidos. São predominantemente anedrais a subedrais, dispendo-se intersticialmente entre os cristais maiores ou constituindo agregados granoblásticos.

O quartzo é serial, com tamanhos submilimétricos a 3 mm. São cristais anedrais, com contornos irregulares ocorrendo geralmente intersticiais ou constituindo uma textura sacaroidal. Há a presença de quartzos ovalados e constituindo agregados globulares dominando faixas entre os megacristais ou contornando os mesmos.

A biotita apresenta-se com tamanhos (0,5 a 1mm), e caracteriza-se por cristais tabulares subedrais, com pleocroísmo marrom-pardo, geralmente inclusa entre os félsicos ou está distribuída isoladamente (1 a 3mm) ou em pequenos glomérulos, originando pequenas e esparsas manchas. Constitui também cordões bordejando os fenocristais. As biotitas menores apresentam um grande número de inclusões de apatita, zircão e allanita. Os acessórios caracterizam-se por minerais submilimétricos euedrais, compreendendo zircão, allanita, apatita, opacos (pirita e magnetita) sempre associados ou próximos aos níveis de biotita. Os minerais de alteração caracterizam-se por cloritas, sericitas e/ou muscovitas.

6.3.4. Amêndoa Sorocaba Vermelho - Tipo 4

A **associação monzogranito porfiróide rósea a vermelho** domina em área toda a parte central do maciço e é caracterizada pela fácies de granulação média a grossa, de composição quartzo-feldspática e biotita em que se destacam, através de cores distintas, megacristais de feldspato potássico avermelhados e plagioclásios brancos, apresentando variedades leucocráticas a melagranitóides (Godoy, 1989).

Nas relações modais verifica-se que se trata de rochas basicamente de composição monzograníticas, com termos diferenciados em função da média dos máficos presentes (biotita) e das relações de tamanho e porcentagem dos megacristais. A presença de quartzo globular e textura rapakivi são bem nítidas nesta fácies. A relação média das biotitas varia, mas apresenta-se com modo

de ocorrência similar, incluso nos feldspatos potássico isoladamente ou constituindo linhas que definem o zoneamento da cristalização destes ou apresentando-se em palhetas maiores, isoladas ou agrupadas ou constituindo cordões nas bordas externas dos megacristais.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 2 – Foto 4), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 4) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 5 – Fotos A e B).

Ao microscópio, predominam texturas hipidiomórficas a xenomórficas, inequigranulares, ocorrendo duas gerações de feldspato potássico; uma de granulação maior, muito pertítica e intensamente sericitizada e a outra, de granulação menor, geralmente intersticial apresentando com geminação em grade mais nítida e com sinais de alteração menores.

Os plagioclásios apresentam-se em média, menores que os feldspatos potássico, mostrando duas frações, às vezes não tão distintas. A fração maior caracteriza-se por apresentar processos de zoneamento albitico nas bordas e uma intensa sericitização restrita aos núcleos e uma fração menor, sem apresentar intensa alteração. O quartzo apresenta-se intersticial ou constituindo agregados dispostos conjuntamente com os fenocristais.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre caracterizado por duas fases distintas. Uma com cristais maiores, subedrais, de hábito tabular, geminação de Carlsbad e incipiente geminação em grade, encobertas por apresentarem-se fortemente pertíticos, com formas de filmes e veios acirrados e subparalelos. Às vezes desenvolvem veios irregulares ou manchas, apresentando geminação lamelar de albita pertítica.

O zoneamento nos megacristais é freqüente, com o desenvolvimento nas bordas de albita e/ou oligoclásio, constituindo texturas rapakivi. Nas zonas marginais dos megacristais ocorrem processos de geração de mirmequitas e/ou texturas gráficas diminutas. Localmente ocorrem inclusos quartzo e máficos ou mesmo oligoclásio, este, bastante corroído e alterado.

A outra fase, com cristais menores, mais lípidos e com geminação em grade mais marcante, apresenta-se intersticiais ou constituindo agregados mais irregulares, com contornos lobulados. Em contato com cristais de plagioclásio verifica-se a formação de mirmequitas em forma de pequenos vermes de quartzo.

O plagioclásio (oligoclásio) constitui os cristais maiores; são subedrais, com hábito ripiforme a tabular, constituindo geminação segundo a Lei da Albita e mais raramente de Carlsbad ou ambas. Apresenta-se geralmente com bordas mais albiticas e/ou desenvolvimento de mirmequitas quando em contato com feldspato potássico, sendo as partes centrais destes cristais intensamente alteradas. Em alguns locais mostram ainda inclusões de opacos e apatitas.

A fração menor é subedral a predominantemente euedral, apresentando geminação de albita e alterações para sericitas menos intensa (Prancha 6D). Mostra-se em agregados, com contornos

lobulados ou agregados poliminerálicos, desenvolvendo diminutas bordas mais albiticas ou mirmequíticas quando em contato com o feldspato potássico.

O quartzo é anedral, intersticial, apresentando uma disposição serial de granulometria na matriz ou constituindo ainda agregados com contornos irregulares a lobulados granoblásticos. Isoladamente ocorrem cristais globulares; arredondados ou ovalados, contidos entre os megacristais.

A biotita é subedral, com hábito placóide com forte pleocroísmo marrom-esverdeado, exibindo às vezes deformação das lamelas ou bordas parcialmente corroída. As inclusões são freqüentes de titanita, epidoto, allanita, apatita e opacos, às vezes denotando uma textura "poiquiloblástica" em função dos halos pleocróicos desenvolvidos devido aos três primeiros minerais das inclusões. O processo de cloritização é marcante.

Os acessórios são basicamente opacos (magnetita e ilmenita) zircão, apatita, allanita e titanita, inclusos ou associados às biotitas e os minerais de alteração constituem-se por sericita, epidoto e clorita.

6.3.5. Amêndoa Sorocaba Róseo - Tipo 5

A **associação Monzogranito Porfiróide Rósea III** é representada por rochas róseas claras, leucocráticas, isotrópicas, maculadas, ineqüigranulares porfiróides, compostas por fenocristais róseos de feldspato potássico, subedrais e plagioclásios brancos, com dimensões menores (até 1cm) subhedrais, numa matriz predominantemente média, de feldspatos, biotita, rica em quartzos que variam de tamanhos milimétricos, destacando os cristais maiores por um brilho vítreo (Godoy, 1989).

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 2 – Foto 5), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 5) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 5 – Fotos C e D).

O feldspato potássico (microclínio), com dimensões de 0,1 a 1cm, ocorre na forma de cristais subedrais, com hábito tabular. São na maioria das vezes, pouco pertíticos, apresentando-se na forma de filmes subparalelos, mas geralmente muito límpidos de alterações (Prancha 6E). Em contatos com plagioclásio é freqüente a formação nas bordas de mirmequitas na forma de gota ou pequenos vermes de quartzo ou mesmo o desenvolvimento de texturas granofiricas. É freqüente em alguns cristais a presença de contornos difusos com desenvolvimento de bordas mais albiticas límpidas, às vezes caracterizando zoneamento evidenciado pela intensa sericitização dos cristais ou mesmo inclusões de pequenos cristais de plagioclásio.

Os plagioclásios (oligoclásio) são subedrais, com hábito tabular, apresentando nos cristais maiores, uma geminação segundo a Lei de Albita e um zoneamento composicional, sendo que as porções mais periféricas exibem um enriquecimento em albita, desenvolvendo diminutas texturas mirmequíticas, sendo que partes mais centrais encontram-se bastante sericitizadas ou mesmo mostrando um processo de saussuritização. A fração menor caracteriza-se localmente pela formação de agregados policristalinos, de quartzo, feldspato e plagioclásio.

O quartzo constitui-se por cristais anedrais, límpidos, com contatos irregulares a lobulados, apresentando extinção ondulante fraca, intersticialmente entre os feldspatos ou constituindo agregados com os feldspatos ou mesmo, exibindo cristais maiores ovalados entre os megacristais.

A biotita, com dimensões entre 0,3 e 1,5mm, apresenta pleocroísmo com tonalidade esverdeada parda, constituindo cristais subedrais, com hábito lamelar. Mostra-se geralmente cloritizada ou corroída nos seus contornos externos. Ocorre isolada ou em grupos intersticiais ou mesmo inclusa no microclínio. Inclui freqüentemente zircão, titanita, allanita e apatita.

Dos acessórios, os opacos são os mais freqüentes, caracterizados por magnetita e ilmenita, zircão, apatita, titanita e rutilo, submilimétricos, associados geralmente com as biotitas ou inclusos. A fluorita compõe-se de pequenos cristais (0,5mm) anedrais transparentes e a turmalina, com dimensões de 0,1mm e formas colunares prismáticas. Como minerais de alteração, foi verificada a presença de sericitização e/ou muscovita, epidoto e carbonatos a partir dos feldspatos e cloritas, a partir das biotitas.

6.3.6. Amêndoa Sorocaba Creme - Tipo 6

A fácies **Monzogranito Porfiróide Rósea I** são rochas leucocráticas, maculadas, isotrópicas, inequigranulares e porfiróides. Apresentam distribuição hiatal, com predomínio de quase 50% da rocha, com fenocristais de tamanhos maiores a 4cm. A outra fração constitui a matriz de granulação grossa, pertíticos, zonados, apresentando geminação em grade e Carlsbad, subedrais, tabulares e os maiores, ovalados (Godoy, 1989).

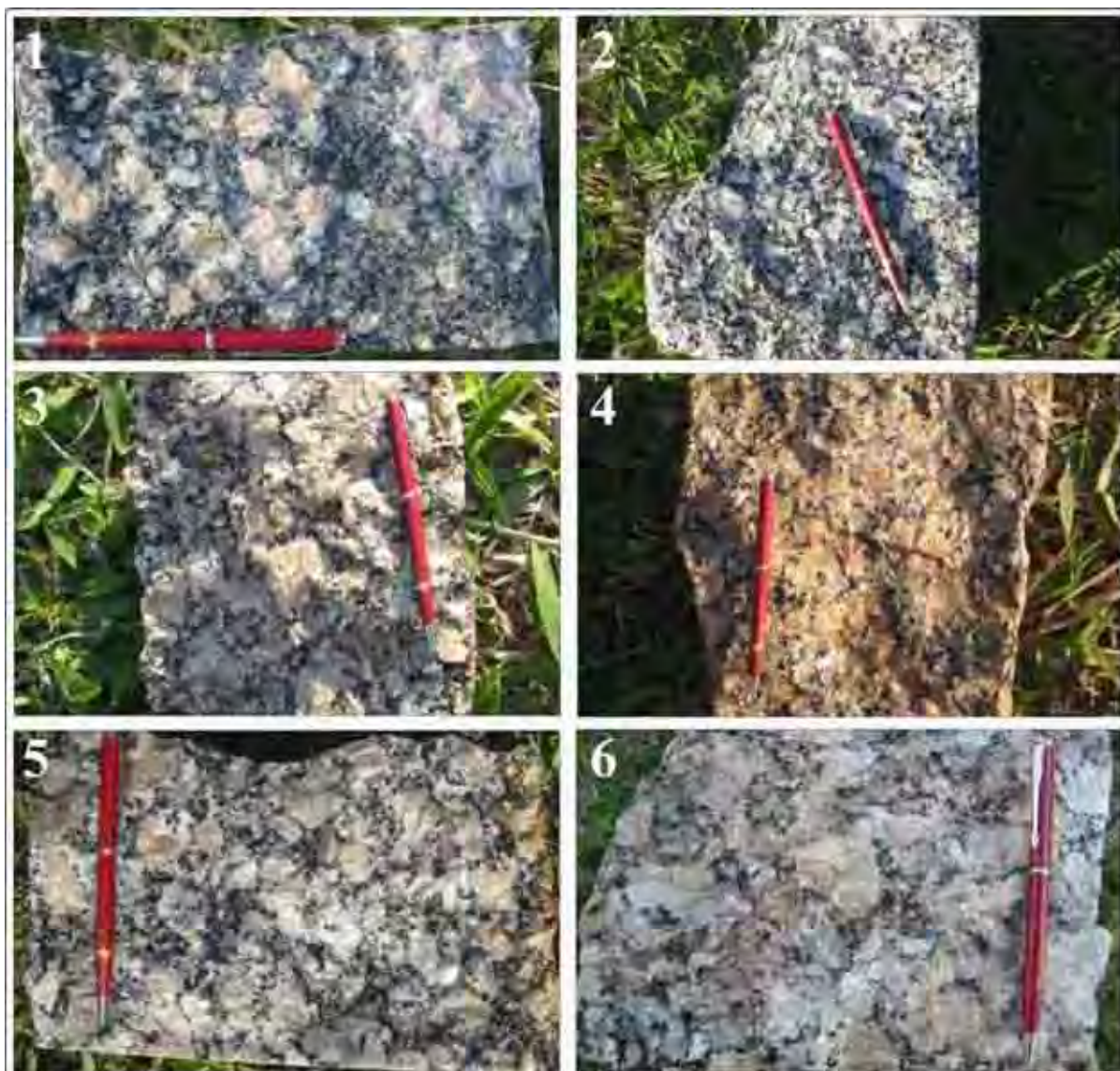
A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisados na (Prancha 2 – Foto 6), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 3 – Foto 6) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 5 – Fotos E e F).

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta fenocristais menores, dispersos ou entre os megacristais de K-feldspato ou compondo a matriz. Apresenta-se com geminação polissintética, com processos de geração de albita e mirmequitas nas suas bordas. O quartzo compõe predominantemente a matriz, apresentando extinção ondulante. O agregado maior é globular e às vezes apresentam formas ovaladas, deformados entre os megacristais de feldspato potássico. Feições de recristalizações e destruição de

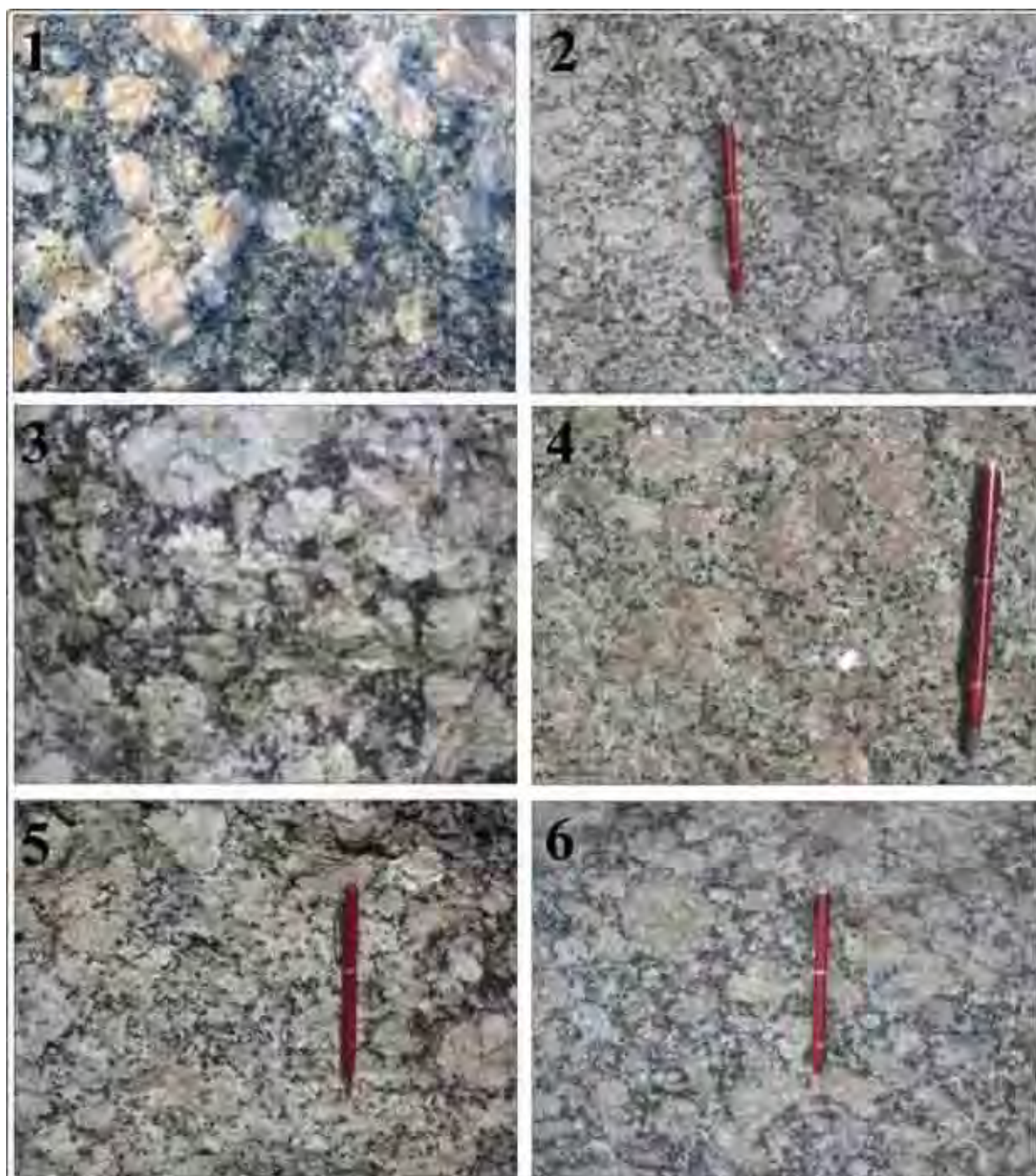
grãos são freqüentes observados na (Prancha 6F). As biotitas apresentam pleocroísmo marrom-esverdeado apresentando-se isoladas e/ou agregadas ou constituindo cordões e cloritizadas com inclusões de zircão, titanita, apatita e opacos. As relações petrográficas e mineralógicas são bem semelhantes à fácies anteriormente descrita (item 6.3.5), distinguindo-se em função da granulação da matriz, do tamanho dos fenocristais de feldspato potássico, constituindo, portanto, uma variação localizada da fácies anterior.



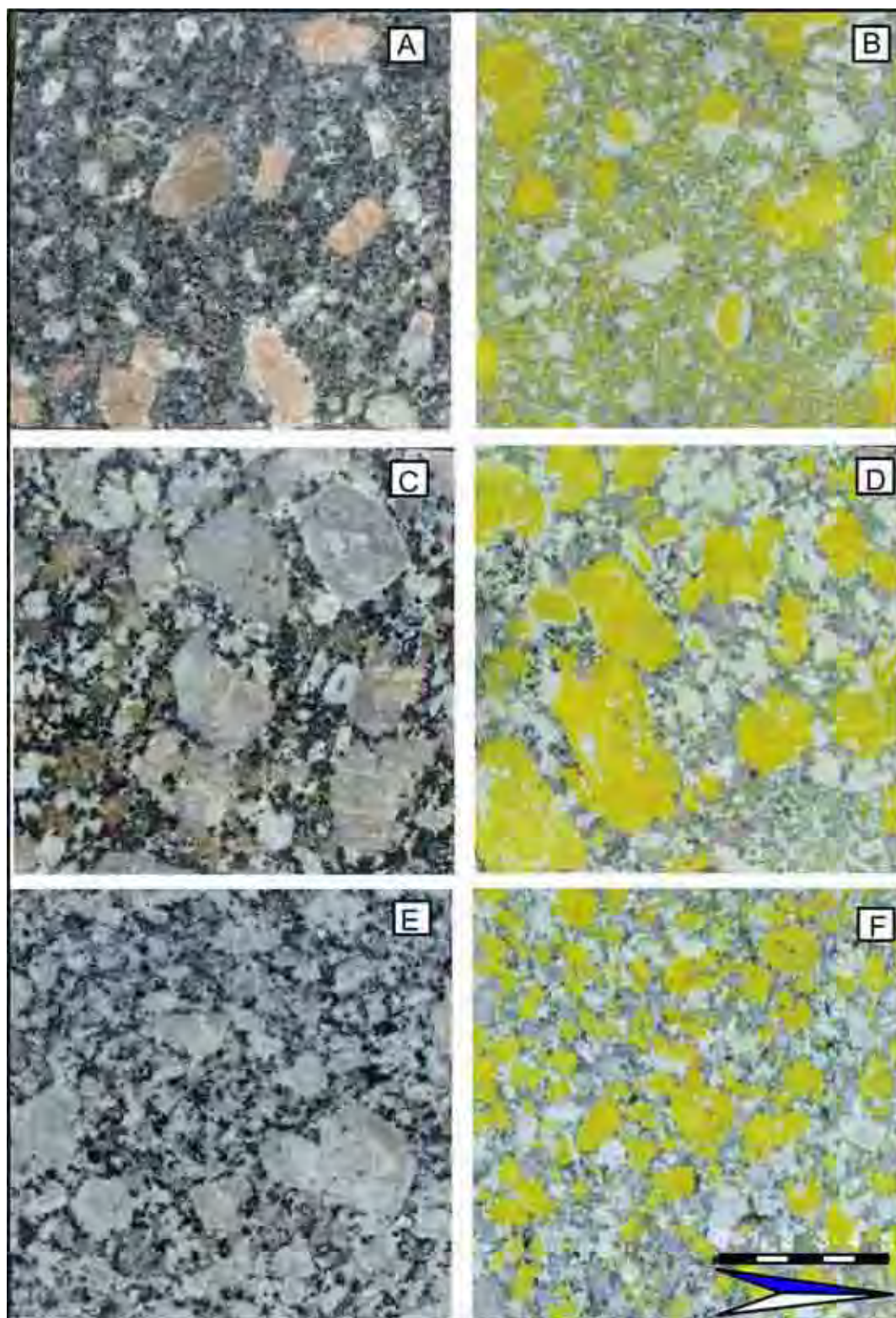
Prancha 1. Fotos de afloramentos dos principais Tipos de Amêndoas Sorocaba Cinza.



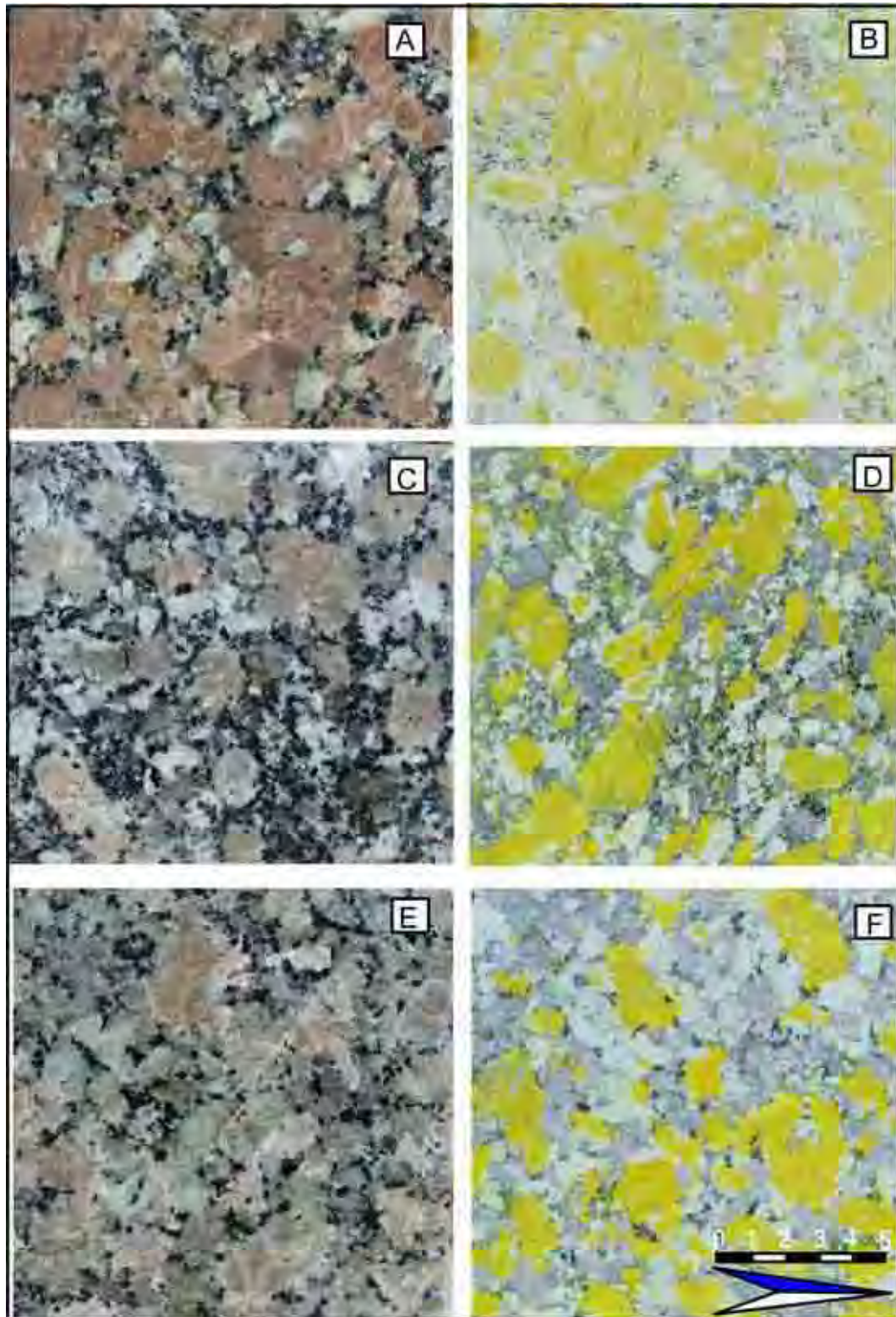
Prancha 2. Fotos macroscópicas de blocos dos principais Tipos de Amêndoas Sorocaba: 1 Amêndoa Sorocaba Escuro, 2 Amêndoa Sorocaba Cinza, 3 Amêndoa Sorocaba Branco, 4 Amêndoa Sorocaba Vermelho, 5 Amêndoa Sorocaba Róseo e 6 Amêndoa Sorocaba Creme.



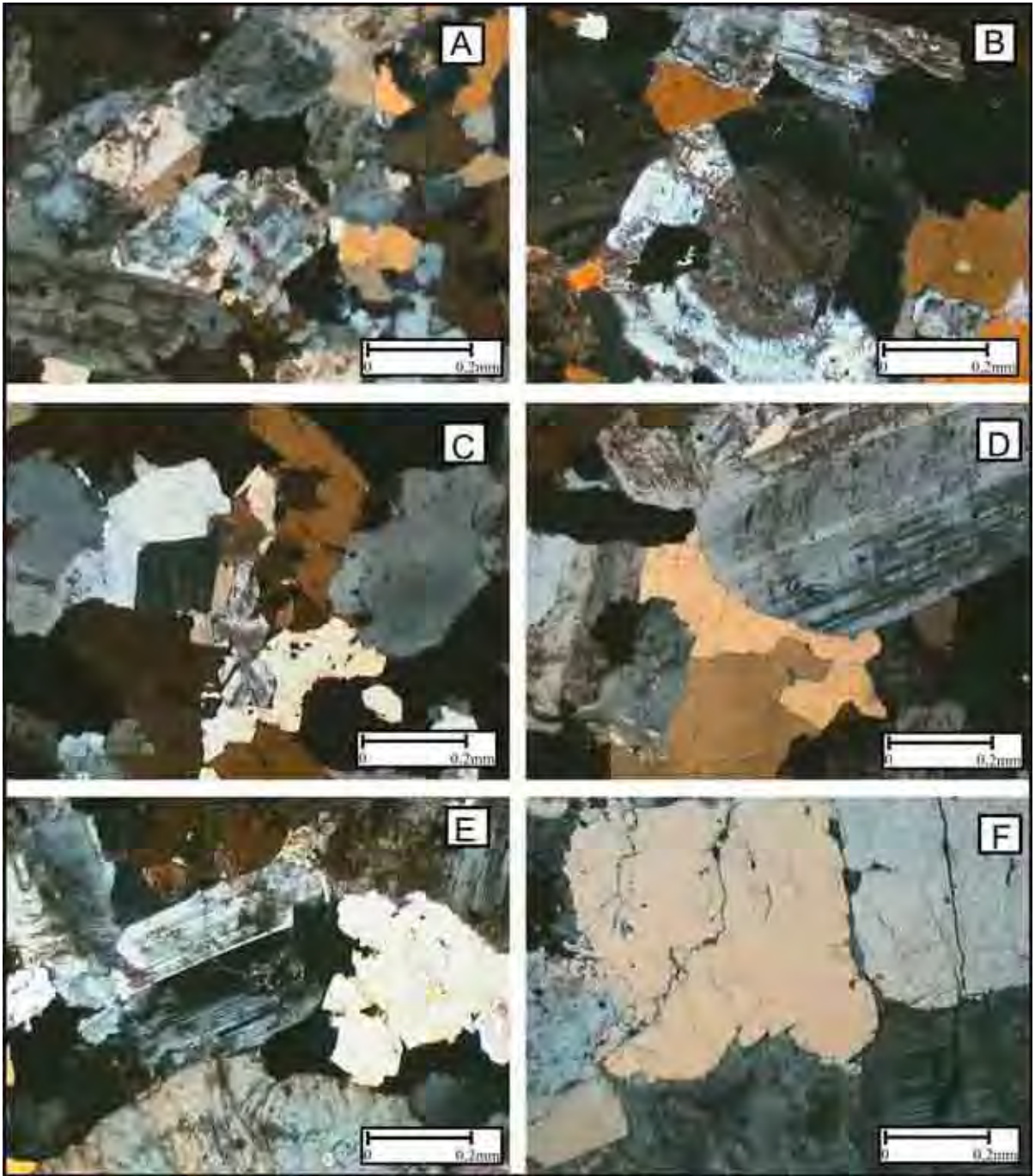
Prancha 3. Fotos macroscópicas de detalhe dos principais Tipos de Amêndoas Sorocaba, Amêndoa Sorocaba: 1 Amêndoa Sorocaba Escuro; 2 Amêndoa Sorocaba Cinza; 3 Amêndoa Sorocaba Branco; 4 Amêndoa Sorocaba Vermelho; 5 Amêndoa Sorocaba Róseo e 6 Amêndoa Sorocaba Creme.



Prancha 4. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoas Sorocaba, (A e B) Amêndoa Sorocaba Escuro; (C e D) Amêndoa Sorocaba Cinza e Fotos (E e F) Amêndoa Sorocaba Branco.



Prancha 5. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoas Sorocaba, (A e B) Amêndoa Sorocaba Vermelho, (C e D) Amêndoa Sorocaba Róseo e Fotos (E e F) Amêndoa Sorocaba Creme.



Prancha 6. Microfotografias das fácies dos Tipos de Amêndoas Sorocaba, (A) Amêndoa Sorocaba Escuro, (B) Amêndoa Sorocaba Cinza, (C) Amêndoa Sorocaba Branco, (D) Amêndoa Sorocaba Vermelho, (E) Amêndoa Sorocaba Róseo e (F) Amêndoa Sorocaba Creme.

Quadro 2. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas Sorocaba.

Amostra		AMÊNDOA SOROCABA						
		ESCURO	CINZA	BRANCO	VERMELHO	ROSEO	CREME	
Microclínio		29	31	34	32	33	35	
Plagioclásio		28	25	26	28	29	23	
Quartzo		20	26	30	28	27	29	
Biotita		20	15	8	9	8	8	
Hornblenda		Tr	-	Tr	-	-	-	
Muscovita		-	-	Tr	-	-	-	
Acessórios	apatita	tr		Tr	tr	tr	Tr	
	zircão	tr	tr	Tr	tr	tr	Tr	
	titanita	tr	tr	Tr	tr	-	Tr	
	allanita	tr	tr	Tr	tr	-	-	
	rutilo	tr	-	Tr	-	-	-	
	opaco	tr	tr	Tr	tr	tr	-	
Secundários	sericita	1	1	1	1	1	3	
	clorita	tr	1	Tr	1	1	1	
	epidoto	-	tr	Tr	tr	tr	-	
	carbonato	-	-	-	tr	-	-	
	argilo-minerais	-	tr	-	-	-	-	
Índice de coloração (%)		20	15	8	9	8	8	
Estrutura		anisotrópico	anisotópico	anisotrópico	anisotrópico	anisotrópico	anisotrópico	
Textura		porfiróide	porfiróide	porfiróide	porfiróide	porfiróide	porfiróide	
Granulação (mm)	matriz	média	média	média-grossa	grossa	grossa	grossa	
	fenocristal	Composição	FK/PL	FK/PL/Qz	FK/PL	FK/PL	FK/PL	FK/PL
		Cor	cinza escuro	cinza claro	cinza claro	róseo	róseo	róseo claro
		Forma	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados
		Tamanho Máx. (cm)	3,0	4,0	4,8	4,0	4,0	4,0
		Tamanho médio (cm)	0,5	0,5	1,5	2,0-	1,5	2,0
		Porcentagem (%) - FK	29	31	34	32	33	35
Nº de microfissuras /mm ²		1,7	1,9	1,3	1,2	1,8	1,8	
Micro-fissuras (%)	Intracristalina	87,5	95,3	90,6	89,7	93,4	81,4	
	Intercristalina	12,5	4,7	9,4	10,3	6,6	18,6	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	56,3	30	77,3	78	88,8	79,5	
	Plano	31,8	47,7	20,1	22	11,2	20,5	
	Serrilhado	11,9	22,3	2,6	0	0	0	
Alteração Mineral		Média	Baixa	Alta	Média	Média	Baixa	
Classificação (QAP)		Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	

7. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SÃO FRANCISCO

7.1. GEOLOGIA LOCAL

O Maciço São Francisco apresenta forma alongada segundo a orientação geral dos dobramentos das rochas encaixantes e caracteriza núcleo do Antiforme de Alumínio. Os contatos são abruptos e apresentam, de uma maneira geral, uma relação de concordância com as rochas encaixantes do Grupo São Roque, localmente podendo apresentar-se discordantes, sobretudo, nas extremidades do corpo. O maciço caracteriza-se por contatos definidos geralmente por falhamentos, sendo seccionado no contato sul pelo Falhamento de Pirapora e o contato norte pelo Falhamento de Moreiras. Apresenta-se com direção ENE-WSW, com forma alongada, enquanto que toda parte oriental do corpo, caracteriza-se por uma área arrasada, com poucos afloramentos expostos, constituindo um planalto entre os fortes da serra. Nesta área, ocorre um solo espesso, associado a uma canga limonítica de grande expressão, ambos de contribuição dos filitos, acarretando um solo fraco, e conseqüentemente a utilização da região para o desenvolvimento das pastagens e do reflorestamento.

O corpo constitui-se predominantemente na sua parte central, de granitos de composição sienogranítica, porfiróide, geralmente com matriz média a grossa, localmente com feições rapakivi em alguns megacristais. Para as partes marginais do maciço, na porção central e oriental, caracterizam-se por contatos gradacionais para fácies porfiróides róseas de granulação média à fácies equigranulares rósea.

No corpo, são mapeados pequenos corpos de granito porfirítico (diques), englobados na fácies porfirítica rósea da borda norte do corpo, na sua porção ocidental.

Dois fácies intrusivas apresentam feições rapakivi dominantes neste corpo. Ambas apresentam uma forma ovalada, estando seccionadas por zonas de cisalhamentos como visto no mapa na (Figura 5). A parte interna da intrusão caracteriza-se por granitos porfiróides rapakivi que gradam lateralmente para granitos rapakivi médio. As fácies apresentam composições semelhantes, mas uma relação textural distinta.

Na parte central do maciço, verifica-se um corpo de quartzo-monzodiorito que corresponde à rocha de idade de colocação mais antiga, pois se apresenta como pequenos xenólitos centimétricos, esparsos em todas as fácies do maciço.

Xenólitos de rochas encaixantes são dificilmente vistos dentro do corpo a não ser nas partes

marginais deste, onde o granito engloba pequenas frações de filito e geralmente apresenta um processo intenso de deformação. Microgranitos às vezes de composições residuais (ou seja, muito mais ricos em máficos, principalmente em biotita) são comuns neste corpo.

As rochas hornfêlsicas ocorrem em quase toda borda do corpo, atingindo a fácies hornblenda hornfels e tendo como encaixantes rochas de mesma natureza pelítica-psamítica, além dos calcários e anfíbolitos.

7.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO SÃO FRANCISCO

No Maciço São Francisco foram reconhecidas (7) fácies, distintas em função da homogeneidade maior do maciço. A nomenclatura e a divisão das fácies foram feitas entre os termos equigranulares (que não consta do enfoque deste trabalho) e inequigranulares (porfiróide médio ou grosso) segundo a distribuição no mapa geológico (Figura 5) de (Godoy, 1989). Serão descritas detalhadamente 3 fácies porfiróides, objeto deste trabalho.

As fácies equigranulares correspondem as fácies equigranulares rósea média e rósea grossa que apresentam composição e aspectos texturais bem semelhantes, apresentando variações quanto ao tamanho dos minerais. O comportamento de ambas é homogêneo para toda a área de ocorrência mapeada, com pequenas variações da granulação para as bordas do maciço

A fácies porfiróide rósea média é a que apresenta maior área de exposição, dominando na parte central do maciço, apresentando pequenas variações locais do tamanho dos megacristais de K-feldspato, mas transiciona gradativamente para situações localizadas e/ou para um contato gradacional dado pelas dimensões menores dos fenocristais e matriz.

A fácies porfiróide rósea localiza-se na borda norte do maciço, apresentando faixas com desenvolvimento de foliações miloníticas incipiente, passando para a borda do maciço para milonitos e ou cataclasitos de composição desta fácies.

As fácies porfiróide rapakivi e rapakivi média constituem um corpo intrusivo zonado e tardio neste maciço, apresentando um zoneamento granulométrico com diminuição do tamanho dos fenocristais e matriz para o centro do corpo. Apresenta-se em duas ocorrências; nas porções SW e NE do maciço, ambas seccionadas, constituindo em área um semicírculo. A fácies porfirítica rósea apresenta-se como diques intrusivos no maciço, constituindo pequenos corpos, sendo o mais representativo o que ocorre na parte NW do maciço.

Como rocha mais antiga, constituindo um megaxenólito, encontram-se rochas dioríticas, mapeáveis em apenas uma ocorrência na parte central do maciço.

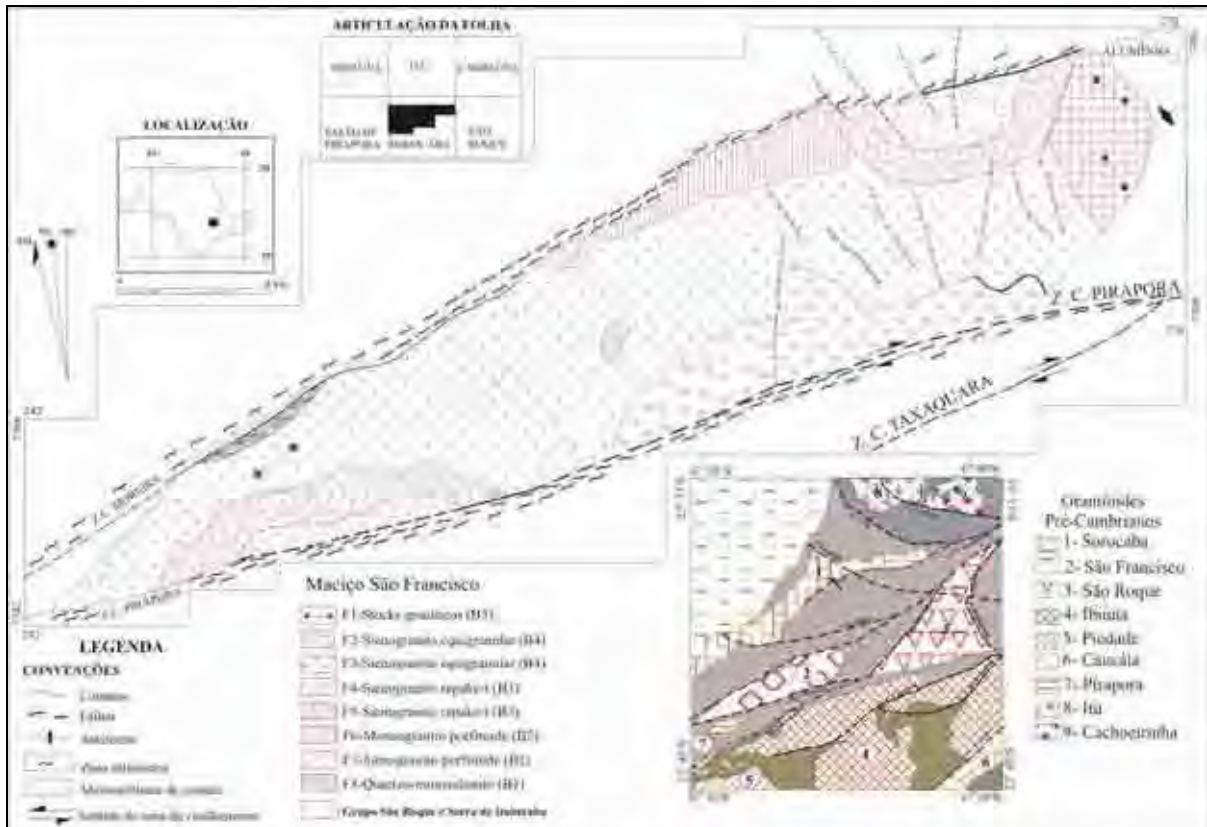


Figura 5. Mapa Geológico esquemático do Maciço São Francisco (Godoy, 1989).

7.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO SÃO FRANCISCO

Neste item serão descritas novas terminologias (Amêndoa São Francisco) para as fácies que facilitem a utilização nos estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às terminologias das associações definidas e já utilizadas em Godoy (1989), bem como no mapa geológico de referência. As diferenciações das fácies ou associações que serão descritas, baseiam-se essencialmente em aspectos macroscópicos e microscópicos, de textura e da cor dos feldspatos, índice de cor, e feições composicionais. Serão descritas 3 fácies definidas inicialmente como as mais propícias a exploração e de feições estéticas distintas e que serão designadas informalmente de “Amêndoa São Francisco”, adicionado de termos referentes à coloração dominante destas rochas. O Quadro 3 apresenta o sumário das características petrográficas das variedades Amêndoa São Francisco.

7.3.1. Amêndoa São Francisco Vermelho - Tipo 7

A fácies **sienogranito porfiróide rósea média** definida por Godoy (1989) é a fácies de maior ocorrência dominando toda a parte central do maciço. São rochas de composição sienograníticas,

hololeucocráticas e leucocráticas, apresentando coloração avermelhada, estrutura maciça, porém em alguns locais podem ocorrer sub-orientadas, em função de zonas de deformações existentes interna e externamente nas bordas do maciço. Caracterizam-se por exibirem uma matriz de granulação média, e uma riqueza em fenocristais principalmente de feldspato potássico com até 3 cm de tamanho, apresentando pequeno número de megacristais, manteados por albita ou oligoclásio, desenvolvendo texturas rapakivi. Em menor quantidade e tamanho, ocorrem fenocristais de plagioclásio com cores esbranquiçadas. A presença de quartzo globular é nítida nesta fácies ou constitui cordões ou agregados, moldando-se aos fenocristais de feldspato potássico. A biotita apresenta-se geralmente em palhetas bem desenvolvidas isoladamente ou agrupadas, ou mesmo ocorrendo inclusas nos feldspatos potássicos.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 7 – Foto 1), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 8 – Foto 1, 2, 3, 4) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 9 – Fotos A e B).

Ao microscópio apresenta textura isótropa, hipidiomórfica, caracterizada por cristais de microclínio pertíticos, subédricos a anédricos (Prancha 10A). O quartzo é anedral, arredondados a sub-arredondados, ocorrendo em alguns locais inclusos no feldspato potássico, grãos submilimétricos ou ocorrendo intersticial, ou ainda apresentando-se em agregados, constituindo um mosaico irregular de grãos com tamanhos variados.

Os plagioclásios ocorrem em menor proporção em cristais milimétricos, subedrais, apresentando-se intensamente sericitizados, zonados e às vezes mirmequíticos. O feldspato potássico (microclínio) apresenta-se com uma disposição hiatal, variando de submilimétrico em pequenas proporções a milimétricos predominantes. Predominam os cristais subedrais, de hábitos tabulares, estando presentes às geminações de Carlsbad e em grade, encobertas na maioria das vezes por apresentarem-se com forte sericitização ou pela forte pertitização em formas de filme e veios regulares e subparalelos. É freqüente o desenvolvimento de pertitas com veios irregulares ou manchas, onde se desenvolvem geminações lamelares de albita, com contornos irregulares e difusos, parcialmente preservado da geminação em grade.

Nas zonas marginais, quando em contato com os plagioclásios há o desenvolvimento de mirmequitas na forma de pequenos vermes de quartzo, mostrando nos cristais maiores de feldspato potássico, processo de intercrescimento de quartzo, com forma amebóide a sub-arredondada, caracterizando texturas granofíricas. O desenvolvimento de albita ou oligoclásio, nas partes externa, parcial ou totalmente de alguns cristais, leva à formação de texturas rapakivi.

Localmente verificam-se inclusões de quartzo e biotita mais raras ou mesmo de plagioclásio, sendo este corroído e, às vezes, apresentando as bordas albíticas. Apresentam-se bastante sericitizadas

as partes menos pertíticas ou às vezes salientando um zoneamento de composição do cristal, sendo o núcleo mais alterado.

O quartzo é anedral, intersticial, caracterizado isoladamente ou constituindo agregados com contornos irregulares a lobulados granoblásticos e isoladamente ocorre quartzo globular.

A biotita, com pleocroísmo marrom-esverdeado, subedral, hábito placóide, ocorre inclusa ou isoladamente em placas submilimétricas, sendo que estas se apresentam bastante corroídas e intensamente cloritizadas.

Às vezes, texturas do tipo poiquiloblásticas são vistas, ressaltadas pelos halos pleocróicos desenvolvidos devido principalmente às inclusões de titanita, zircão, epidoto e allanita. Ocorrem também inclusões de apatita e opacos (magnetitas). Junto às biotitas verificam-se restos de anfibólio que passam quase que completamente para biotitas, sendo caracterizados localmente como hornblenda, dificultando a suas descrições dado pelo intenso processo de alteração a que estão vinculadas.

Os minerais acessórios presentes são caracterizados por zircão, titanita, allanita, apatita e opacos, ocorrendo geralmente cristais eudrais inclusos ou próximos aos máficos em quantidades pequenas. Dentre os acessórios comuns a esta fácies destaca-se a presença de fluoritas, com formato cúbico ou às vezes anedrais, irregulares, com a formação de pequenos pontos. Dos minerais de alteração, os mais freqüentes são as cloritas, com presença marcante sobre as biotitas desta fácies, sericita e/ou muscovita, carbonatos e epidoto associados aos feldspatos.

7.3.2. Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) - Tipo 8 e Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar) - Tipo 9

As fácies **sienogranito porfiróide rapakivi – Tipo 8 e sienogranito porfiróide rapakivi médio – Tipo 9** constituem rochas leucocráticas de coloração rósea, que se caracterizam predominantemente por apresentarem texturas rapakivi, ou seja, um manto de oligoclásio sobre os fenocristais de feldspato potássico, seja ele bem definido, homogêneo em todo o contorno ou às vezes irregulares e descontínuos. Algumas vezes os megacristais caracterizam-se por um zoneamento, dado pela formação de feldspato com texturas rapakivi e nova feldspatização nas partes externas ou constituindo anéis (Godoy, 1989).

A amostra estuda encontra-se identificada através de foto do bloco analisados na (Prancha 7 – Fotos 2 e 3), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 8 – Fotos 5 e 6, 7 e 8) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 9 – Fotos C e D, E e F).

As duas fácies presentes mostram relações texturais e composicionais semelhantes, apresentando-se distintas quanto ao tamanho da granulação da matriz e do tamanho médio dos fenocristais características estas nem sempre constantes localmente, sendo utilizadas na subdivisão das fácies como critério mais generalizado.

Os fenocristais de feldspatos são subedrais a anedrais ou com contornos parcialmente ovalados quando apresentam texturas rapakivi. Os fenocristais de plagioclásio são subhedrais e ocorrem em menores proporções, ocorrendo entre os feldspatos. O quartzo predomina a forma anedral é intersticial, granular ou globular entre os megacristais ou na forma de cordões juntamente com as biotitas no contorno dos megacristais.

A rocha é isótropa, hipidiomórfica, inequigranular, com cristais maiores de microclínio, quartzo e secundariamente por plagioclásios, distribuídos aleatoriamente sobre uma matriz de granulação média- grossa de quartzo, plagioclásio e microclínio em ordem decrescente de proporções.

O plagioclásio é subedral, sendo que nos maiores predominam as formas subedrais a anedrais, constituindo agregados que podem localmente dispor-se em malhas com quartzo intersticial granular, anedral, apresentando contornos irregulares a lobulados. O quartzo no geral, apresenta dimensões maiores do que os plagioclásio, são intersticiais ou podem constituir agregados.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre na forma de cristais subedrais a anedrais, em fenocristais e na matriz em menores proporções. Os fenocristais são subedrais, com forma tabular a ovalada, fortemente pertíticos com tipo de filme e veios anastomosados (Prancha 10B). Apresentam geralmente texturas rapakivi, com o desenvolvimento de oligoclásio nas partes externas dos fenocristais, geralmente mais sericitizados. Apresentam cristais zonados, sendo que este zoneamento é marcado e evidenciado por alteração diferenciada. Ocorre plagioclásio que se desenvolve pontualmente nos contornos do zoneamento, ou mesmo pertitas de manchas onde se entrelaçam geminações de grade superimposta parcialmente pela geminação de albita, apresentando-se ambas difusas. Localmente ocorrem inclusões de plagioclásio, apresentando-se mais alterados e com as bordas parcialmente límpidas, com o desenvolvimento de albitas. São freqüentes inclusões de quartzo ovaladas e biotita.

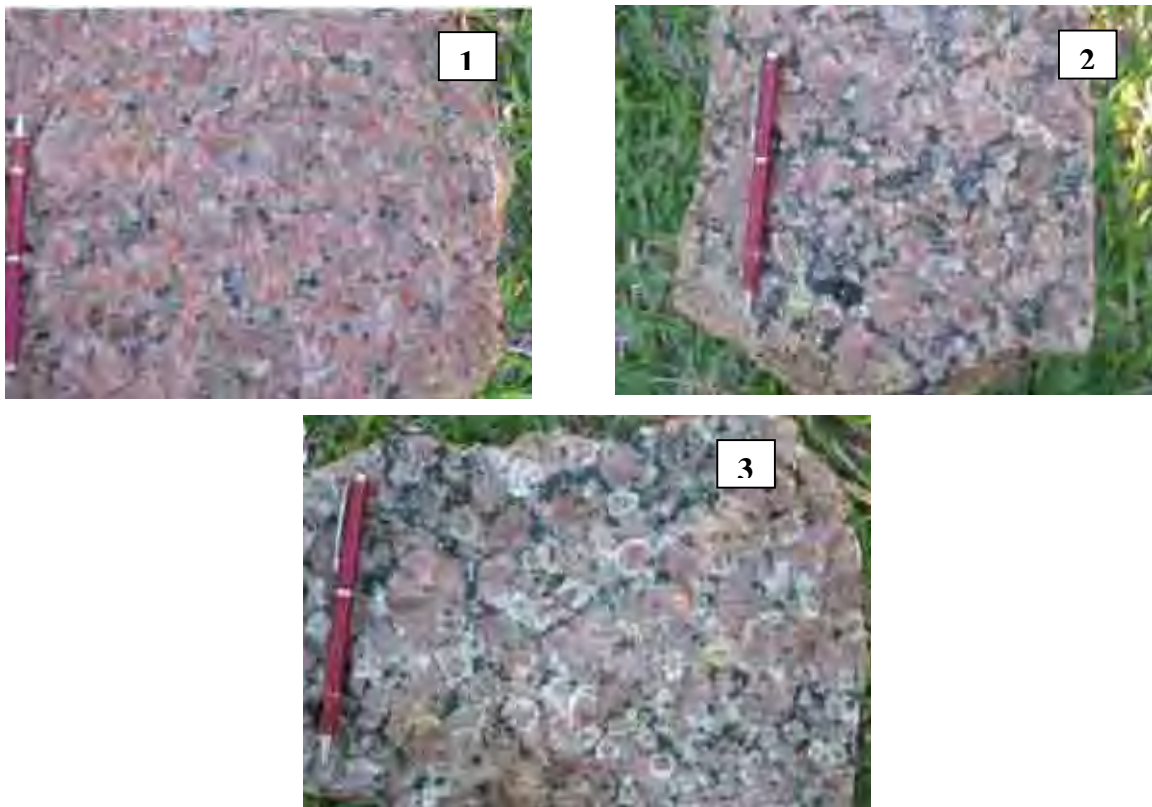
Nas bordas, tornam-se mais freqüentes as inclusões, estando presentes mirmequitas na forma de pequenos vermes de quartzo ou processos de intercrescimento de quartzo com formas amebóides, caracterizando texturas granofíricas ou mesmo texturas micrográficas localizadas. A fração fina da matriz caracteriza-se por cristais mais límpidos, com geminação em grade mais nítida, não sendo verificada as texturas de intercrescimento.

O plagioclásio (oligoclásio) são subedrais, com raros fenocristais, apresentando-se com menores tamanhos na matriz, mostrando geminação polissintética, às vezes mal definida em função da intensa sericitização. Os cristais maiores são zonados apresentando nas partes externas a formação de albita ou quando em contato com os feldspato potássico, o desenvolvimento de pequenas mirmequitas.

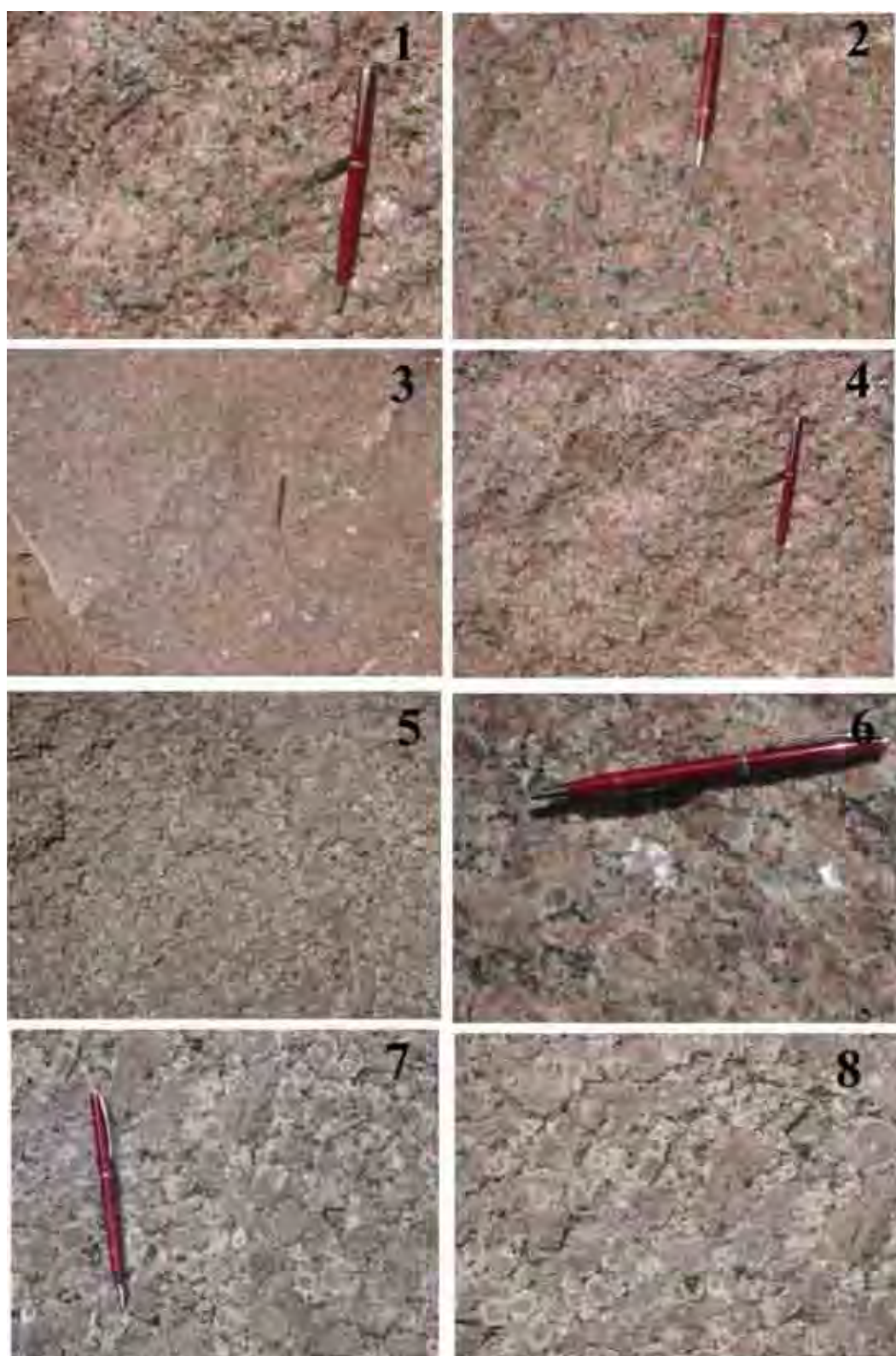
Localmente nas bordas ocorrem inclusões de quartzo. A massa mais fina forma agregados com contatos irregulares a lobulados, apresentando-se mais límpidas.

O quartzo apresenta-se em cristais anedrais a subedrais, granulares, intersticiais aos fenocristais, exibindo fraca extinção ondulante (Prancha 10C).. A fração mais fina constitui agregados com contornos ovalados a arredondados, compondo um mosaico granular, assumindo formas isoladas ou cordões que intermeiam os megacristais ou apresenta-se formando agregados junto com os feldspatos.

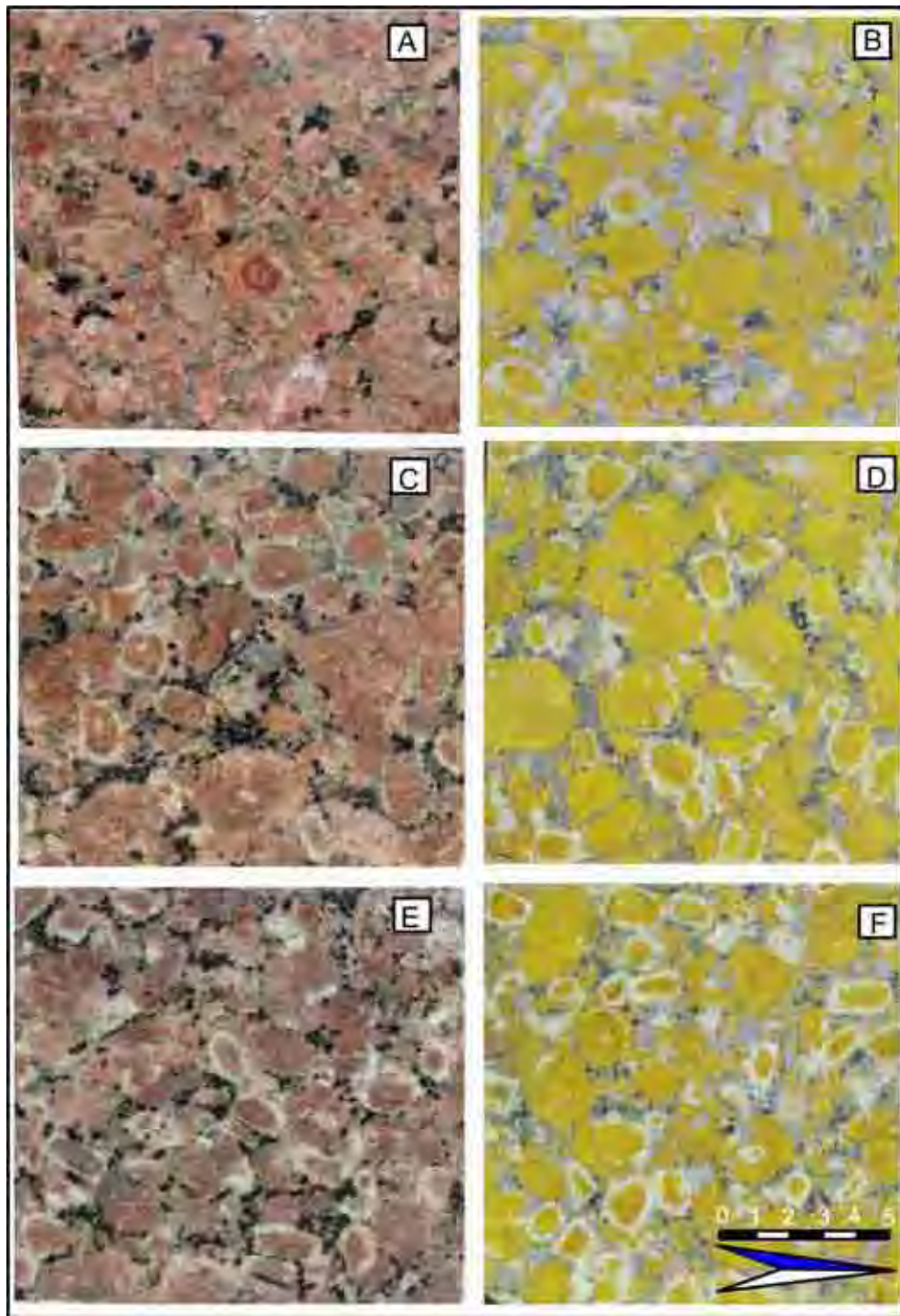
A biotita apresenta-se com cristais subedrais, com hábito placóide, mostrando às vezes, deformações locais das lamelas. Ocorre em placas isoladas, sendo mais comum a formação de cordões nos contornos dos feldspatos, apresentando-se corroída nas bordas e intensamente cloritizadas. Exibem inclusões de zircão, opacos (magnetita) apatita, titanita ou está associada a estes acessórios juntamente com apatita e allanita. A fluorita tem presença marcante às vezes são anedrais ou euedrais.



Prancha 7. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoas São Francisco: 1 Amêndoa São Francisco Vermelho, 2 Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e 3 Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar)



Prancha 8. Foto macroscópica de detalhe dos principais Tipos de Amêndoas São Francisco: (1, 2, 3, 4) Amêndoa São Francisco Vermelho, (5 e 6) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e (7 e 8) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar).



Prancha 9. Ensaio de Colorimetria dos principais Tipos de Amêndoas São Francisco: (A e B) Amêndoa São Francisco Vermelho, (C e D) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e (E e F) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar).



Prancha 10. Microfotografias das fácies dos principais Tipos de Amêndoas São Francisco: (A) Amêndoa São Francisco Vermelho, (B) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e (C) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar).

Quadro 3. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas São Francisco.

Amostra		Amêndoa São Francisco			
		<i>Vermelho</i>	<i>Marron Montês</i>	<i>Vermelho Anelar</i>	
Microclínio		39	37	40	
Oligoclásio		21	27	26	
Quartzo		33	29	30	
Biotita		5	6	3	
Anfíbólio		1	-	-	
Acessórios	apatita	-	-	-	
	zircão	tr	tr	tr	
	titanita	-	-r	tr	
	allanita	-	-	-	
	fluorita	tr	tr	tr	
	opaco	tr	tr	tr	
Secundários	sericita	-	-	-	
	clorita	-	tr	tr	
	epidoto	tr	tr	tr	
	carbonato	tr	tr	tr	
	hidróxidos de ferro	tr	tr	Tr	
Índice de coloração (%)		6	6	3	
Estrutura		anisotrópica	anisotópica	anisotrópica	
Textura		porfíróide	porfíróide	Porfíróide	
Granulação (mm)	Matriz	média	grossa	grossa	
	fenocristal	Composição	FK/Pl/Qzo	FK/Pl/Qz	FK/Pl/qzo
		Cor	vermelho	verm/branco	verm/branco
		Forma	subeuhedrais-ovalados	subeuhedrais-ovalados	subeuhedrais-ovalados
		Tamanho Máx.(cm)	2,0	3,0	2,0
		Tamanho médio (cm)	0,7	1,5	1,0
		Porcentagem (%) - FK	39	37	40
Nº de microfissuras /mm ²		0,9	0,5	0,7	
Micro-fissuras (%)	Intracristalina	68	98,1	100	
	Intercristalina	32	1,9	0	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	93,1	91,6	92,6	
	Plano	6,9	8,4	7,4	
	Serrilhado	0	0	0	
Alteração Mineral		Alta	Alta	Média	
Classificação (QAP)		Monzogranito	Monzogranito	Monzogranito	

8. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO SÃO ROQUE

8.1. GEOLOGIA LOCAL

O Maciço São Roque apresenta uma área com 190 km², forma aproximadamente triangular de direção geral NE-SW, com contato tectônico com rochas metassedimentares de baixo a médio grau metamórfico dos grupo São Roque/Itaberaba, definido pelas zonas de cisalhamento de Mairinque a oeste, Araçarigüama a leste e Taxaquara a sul, em contato com o Complexo Embu. Associa-se ao Maciço na sua porção sudoeste uma lente metassedimentar(indicar no mapa esta lente) cálcio-silicatada, com direção N50-60E, representando um teto pendente.

O regime tectônico regional transcorrente controla e delimita o Maciço, possibilitando uma progressiva geração de espaços, definido por estruturas “*pull-apart*”, com direção geral NE-SW, associada a uma dinâmica de soerguimento e erosão e a uma tectônica rúptil tardia de direção NW-SE, representada pelo Falhamento das Doninhas.

O alojamento do Granitóide São Roque em regimes transtracionais, define a formação de uma auréola metamórfica de contato, soerguimento de unidades metamórficas basais e/ou de isógradas metamórficas e intensa tectônica nos metassedimentos, durante a fase Dn+3. Esta deformação atingiu seu auge com a história dúctil-rúptil transcorrente com a estruturação das zonas de cisalhamento Itu-Jundiuvira, Taxaquara-Pirapora, Moreiras, Mairinque e Araçariguama.

8.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO SÃO ROQUE

O Granitóide São Roque descrito por Andrade (1993) e Andrade et al., (1992) é composto por rochas dioríticas e granodioríticas a predominantemente monzograníticas, definidas por dez fácies granitóides leucocráticas, identificadas e agrupadas em quatro associações ou conjuntos litológicos, de acordo com as relações de campo e similaridades petrográficas, composicionais e geoquímicas. As zonas de cisalhamento transcorrentes afetam intensamente o Maciço nos seus contatos de borda e localmente condicionando em parte a disposição das fácies granitóides, com intensidade da deformação variável.

O Maciço Granitóide São Roque ocorre a norte da Zona de Cisalhamento de Taxaquara e foi descrito por Hasui (1973), Hackspacher et al., (1992 e 1996), Godoy et al., (1992) e Andrade et al., (1993). São reconhecidas dez fácies, agrupadas em 5 associações petrográficas assim discriminadas: 1- monzogranito porfiróide cinza que corresponde ao arcabouço granitóide do maciço, contém biotita e hornblenda, e em média 20 a 25% de megacristais de feldspato com dimensões predominantes entre 2 e 5 cm; 2- monzogranito médio cinza, de ocorrência restrita; 3- monzogranito médio a grosseiro róseo; 4- diorito equigranular fino, que constitui pequena lente na porção SE do maciço; 5- turmalina sienogranito pegmatóide que na maioria das vezes forma diques, veios e bolsões (Figura 6).

As rochas iniciais são compostas pela fácies diorito que ocorrem na porção sudeste do Maciço, em um corpo lenticular com orientação N60W e pela fácies do hornblenda-biotita granodiorito porfiróide cinza que ocorrem próximos ao extremo sudeste do corpo, constituindo lente de direção geral N20W concordante com a sua borda.

O arcabouço do Maciço é constituído pela fácies do hornblenda-biotita monzogranito porfiróide. Em menor proporção ocorrem as fácies do biotita-monzogranito inequigranular médio a grosso rósea que ocorrem em dois corpos intrusivo no Maciço, o de maior extensão, situado na porção sudeste, e o de menor, na porção central, a fácies do biotita-monzogranito inequigranular médio cinza encontra-se definida na porção central e sul do Maciço. Na maioria de suas ocorrências, apresentam textura e estruturas miloníticas e ultramiloníticas na área de influência da Zona de Cisalhamento de Taxaquara, a fácies biotita-monzogranito inequigranular médio rósea ocorre em dois corpos no extremo norte do corpo. No corpo maior os contornos são arredondados a alongados, concordantes com as bordas do corpo e cortado por *stocks* de muscovita -monzogranitos inequigranulares grossos, com contatos intrusivos e no corpo menor, na extremidade norte do corpo, apresenta forma triangular alongada. Em ambos observa-se estrutura protomilonítica a protocataclástica. São compostos por microclínio, quartzo, oligoclásio, biotita, titanita, apatita, zircão e magnetita e a fácies do biotita-monzogranito equigranular médio a fino róseo apresenta uma ocorrência de um pequeno corpo localizado na parte centro-norte do corpo, apresentando feições miloníticas marcantes e são compostos por oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita e como acessórios encontram-se a titanita, apatita, zircão, e allanita e os opacos.

A constituição final do maciço é dada por rochas hololeucocráticas composta pela fácies muscovita-turmalina-monzogranito inequigranular grossa rósea que ocorre na porção norte do Maciço em cinco intrusões com formas irregulares arredondadas e a fácies do turmalina-monzogranito equigranular médio-fino branco ocorre em cinco pequenos *stocks* na porção sul do Maciço, apresentando estrutura isotrópica. São essencialmente quartzo-feldspáticos e as turmalinas ou agregados são de origem primária ou hidrotermal. Tardiamente ocorrem os veios aplíticos e pegmatíticos turmaliníferos e/ou não são frequentes ao longo de todo o corpo, podendo ocorrer zonas de concentração destes veios situados na porção sul e na borda noroeste do Maciço.

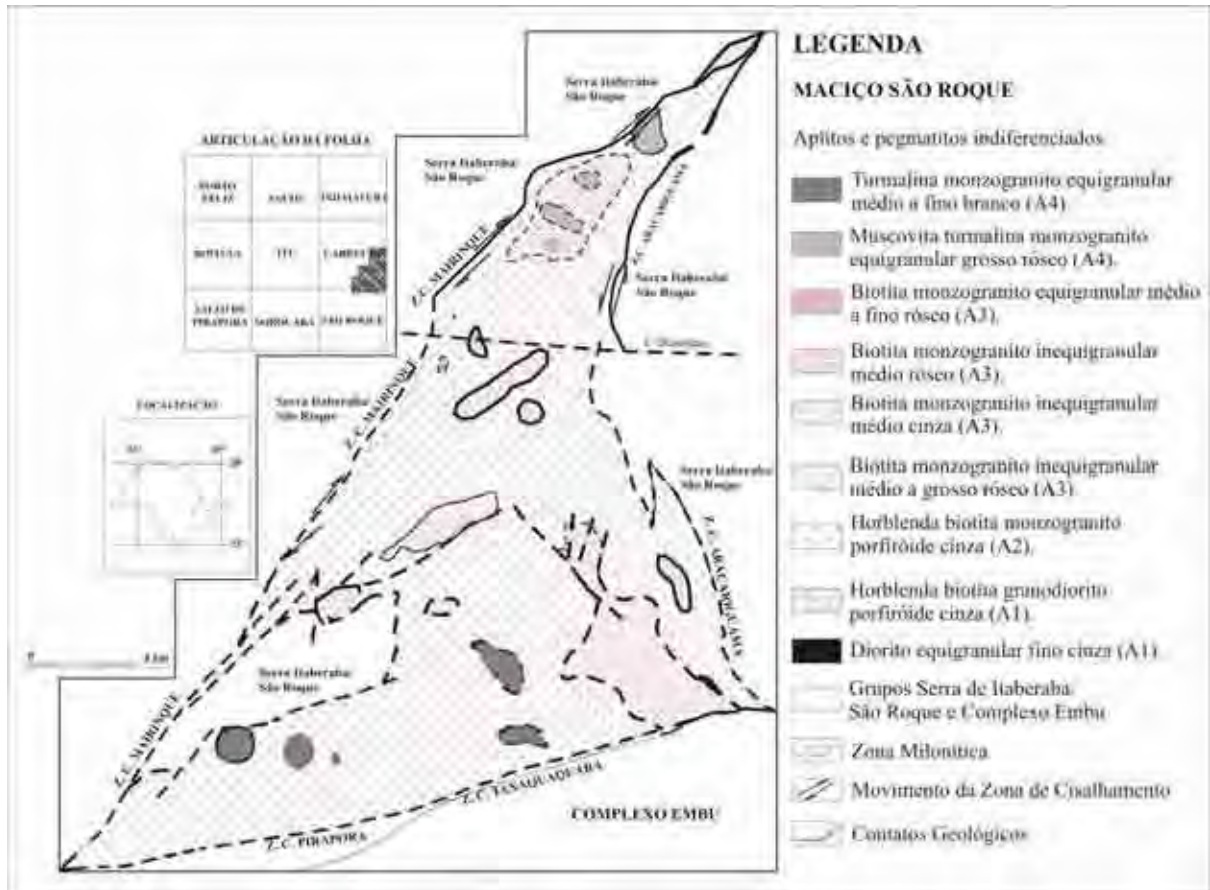


Figura 6. Mapa Geológico esquemático do Maciço São Roque (Andrade et al. 1992)

8.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO SÃO ROQUE

Neste item será utilizada nova terminologia para as fácies (Amêndoa São Roque) que facilitem a utilização nos estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às terminologias das associações definidas e já utilizadas em Andrade et al. 1992, bem como no mapa geológico de referência. Serão descritas 2 tipos de rochas, procedente do arcabouço principal do maciço, definidas como as mais propícias a exploração e de feições estéticas distintas, segundo aos objetivos do projeto e que serão designadas informalmente de “Amêndoa São Roque”, adicionado de termos referentes à coloração das rochas. O Quadro 4 apresenta o sumário das características petrográficas das variedades Amêndoa São Roque.

8.3.1.– Amêndoa São Roque Vermelho - Tipo 10 e Amêndoa São Roque Vermelho Médio - Tipo 11

A fácies do **hornblenda-biotita monzogranito porfiróide (Prancha 11a – (1 e 2))** constitui o arcabouço do Maciço, apresentando-se fortemente milonitizada próximo às zonas de cisalhamento e conseqüentemente com a diminuição dos grãos e fenocristais, possibilitando assim, definir dois tipos texturais de São Roque (Amêndoa São Roque Vermelho e Amêndoa São Roque Vermelho Médio). A matriz tem composição granodiorítica e granulação inequigranular média, com megacristais de microclínio (15% a 30%). A mineralogia é formada por oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita é freqüente e encontra-se parcial ou totalmente cloritizada e a hornblenda é mais rara. Como acessórios encontra-se a titanita, apatita, zircão e allanita e os opacos constituídos por magnetita, hematita e pirita.

As amostras estudadas encontram-se identificadas através de foto do bloco analisado na (Prancha 11.1 e 11.2) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 12 – Fotos A e B, C e D). Exibem estruturas desde discretamente anisotrópicas até intensamente foliadas de natureza milonítica, produzidas pela ação dos efeitos deformacionais relacionados às zonas de cisalhamento acima citadas e suas subsidiárias. Pela sua própria origem, a deformação tectônica mostra-se diferentemente desenvolvida e, manifesta-se através da presença de faixas, leitões e lentes alternadas, exibindo foliações com intensidades variáveis.

À medida que se distancia das zonas de cisalhamento a foliação tectônica torna-se progressivamente menos evidente, sendo que nas porções mais internas do corpo os efeitos deformacionais são observados principalmente a nível microscópico, com a presença generalizada de minerais deformados, parcialmente microgranulados, fraturados e com extinção ondulante (Prancha 13A).

Estruturas de fluxo são pouco freqüentes e estão representadas basicamente por bandas de enriquecimento em megacristais de microclínio com taxas que podem superar a casa dos 50%. As bandas são descontínuas e geralmente contorcidas, apresentam espessuras desde decimétricas a submétricas, contatos difusos e muitas vezes afetados pela deformação tectônica.

Petrograficamente correspondem a monzogranitos porfiróides de coloração cinza com tonalidades rosadas dada pela presença generalizada de megacristais de feldspato róseo. Em termos composicionais são bastante homogêneos e apresentam texturas porfiróide preferencialmente serial com variações subordinadas, ao nível de afloramento, para tipos hiatais. Os megacristais são de microclínio róseo e apresentam concentrações da ordem de 15 a 30%, com predomínio entre 20 e 25%. Casos de freqüência extrema, inferiores a 5% e superiores a 50%, podem ocorrer lado a lado em estruturas de fluxo. As dimensões oscilam entre 1,5 e 6,0 cm, predominando o intervalo entre 2 e 5cm. Suas formas são variadas, desde eudrais até irregulares, e apresentam uma relação direta com as

dimensões e grau de deformação. Os megacristais menores exibem formas eudrais a subedrais, apresentando seções retangulares ou quadradas com bordas retas ou corroídas em grau variável. As dimensões médias e as maiores são em geral subedrais a irregulares com formas alongadas, sub-retangulares, ovaladas, arredondadas a quadradas, quase sempre com bordas irregulares e evidentes sinais de corrosão.

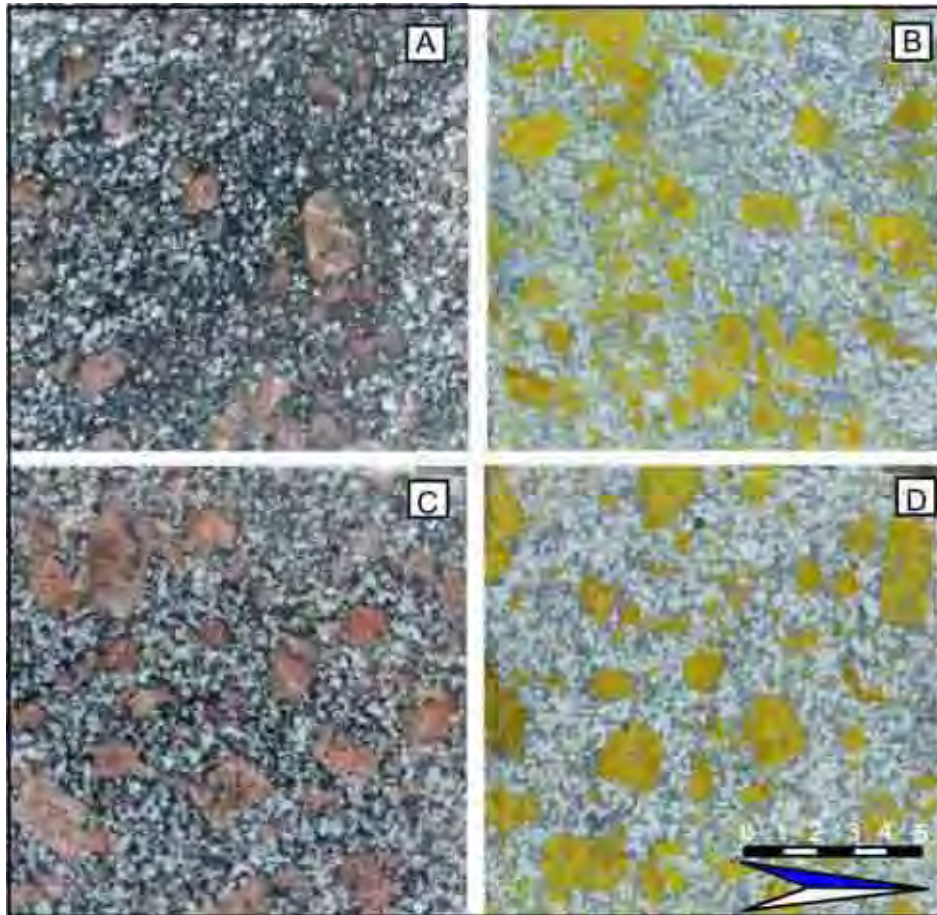
A matriz tem coloração cinza e é de composição predominantemente granodiorítica. Sua estrutura é fanerítica inequigranular, de granulação média a grossa, comumente hipidiomórfica mais ou menos cataclástica. Nos termos miloníticos os minerais assumem formas alongadas, estiradas ou laminadas, dispostos de forma isorientada e exibem recristalização/reconstituição parcial. A composição da matriz é relativamente homogênea e constituída por quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita, hornblenda e minerais acessórios. O plagioclásio está representado pelo oligoclásio e corresponde ao principal mineral da matriz, subédrais a anédrais, regularmente geminados e parcialmente saussuritizados.

O microclínio da matriz é bem menos freqüente que o plagioclásio, caracterizados por formas anedrais a intersticiais, quase sempre micropertitizados, geminados e podem apresentar mirmequitas na interface com oligoclásio, além de se apresentarem freqüentemente sericitizados (Prancha 13B).

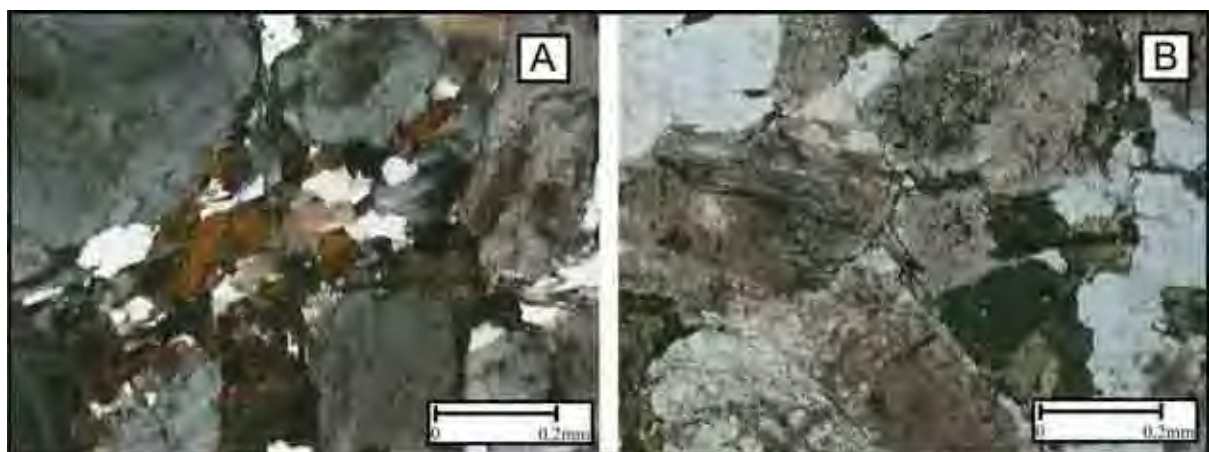
Os minerais máficos apresentam teores médios entre 10 e 20% e constituem agregados irregulares e alongados dispostos concordantemente com o estiramento dos minerais félsicos ou envoltos ao redor dos megacristais. A biotita é o máfico predominante e possui pleocroísmo variável (marrom) vermelho amarronzado, castanho escuro, castanho amarelado e esverdeado. A hornblenda vem em seguida e pode ser identificada na maioria das amostras de mão, na forma de prismas com até 0,5 cm de comprimento. A titanita é um mineral acessório bastante comum e pode ser, em muitas amostras, reconhecida macroscopicamente configurando cristais anedrais de coloração castanha e dimensões entre 3 e 5 mm, podendo localmente atingir até 1,0 cm. Outros minerais acessórios estão representados por opacos, apatita, zircão, allanita e alguns rutilos e minerais secundários sericita, epidoto, clorita, carbonatos e muscovita.



Prancha 11. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoas São Roque: 1- (Tipo 10) Amêndoa São Roque Vermelho e 2- (Tipo 11) Amêndoa São Roque Vermelho Médio



Prancha 12. Ensaio de Colorimetria das fácies estudadas dos principais Tipos de Amêndoas São Roque: (Fotos A e B) - (Tipo 10) Amêndoa São Roque Vermelho e (Fotos C e D) - (Tipo 11) Amêndoa São Roque Vermelho Médio.



Prancha 13. Microfotografia dos principais Tipos de Amêndoas São Roque: (Foto 13A) - (Tipo 10) Amêndoa São Roque Vermelho e (Foto 13B) - (Tipo 11) Amêndoa São Roque Vermelho Médio.

Quadro 4. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas São Roque.

AMOSTRA		Amêndoa São Roque		
Amostra		Vermelho	Vermelho Médio	
Feldspato potássico		34	35	
Plagioclásio		25	23	
Quartzo		25	24	
Biotita		29	29	
Hornblenda		11	11	
Acessórios	Apatita	tr	tr	
	Zircão	tr	tr	
	Opacos	tr	tr	
	Titanita	tr	tr	
	Allanita	-	-	
Secundários	Sericita	tr	tr	
	Epidoto	tr	tr	
	Clorita	tr	-	
	Carbonato	-	-	
	Hid.de Ferro	-	-	
Índice de coloração (%)		13	12	
Estrutura		anisotrópica	anisotrópica	
Textura		Porfiróide	Porfiróide	
Granulação	Matriz	Média	Média	
	Fenocristais	Composição	FKPI/Qzo	FK/PI/Qzo
		Cor	Rósea	Rósea
		Forma	Subedrais-ovalados	Subedrais-ovalados
		Tamanho Máximo (cm)	2,0	2,5
		Tamanho Médio (cm)	0,6	0,9
		Porcentagem (%) - FK	34	35
Nºde microfissuras /mm ²		0,4	0,3	
Micro-fissuras (%)	Intracristalina	100	100	
	Intercristalina	0	0	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	93,1	91,6	
	Plano	6,9	8,4	
	Serrilhado	0	0	
Alteração Mineral		Alta	Alta	
Classificação (QAP)		Monzogranito	Monzogranito	

9. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO IBIÚNA

9.1. GEOLOGIA LOCAL

O estudo do Maciço Ibiúna resulta dos trabalhos de mapeamento geológico em escala 1:50.000 da Folha Topográfica de São Roque e Sorocaba o que resultou em trabalhos científicos inicialmente de cunho estritamente geológicos, acerca da integração e interpretação destes dados, nos trabalhos de Godoy et al., (1992), Hackspacher et al., (1992, 1996) e Oliveira et al., (1998).

A área mapeada do Maciço Ibiúna possui aproximadamente 600 Km², distribuída nas Folhas Topográficas São Roque, Sorocaba e Salto de Pirapora. As unidades litológicas caracterizadas na área distribuem-se desde o Proterozóico Inferior até o Cenozóico e são representadas em grande parte por rochas granitóides que ocorrem associadas a pacotes de metassedimentos, localmente na região sul encontram-se parcialmente recobertos por sedimentos recentes, representados por coberturas cenozóicas indiferenciadas e depósitos aluvionares (Figura 7).

O Maciço Ibiúna apresenta caráter intrusivo no Complexo Embu e seus contatos com as rochas encaixantes são predominantemente tectônicos. Seus contatos com o Grupo São Roque, na parte norte da área mapeada é de caráter tectônico rúptil apresentando concordância com a direção geral do grupo.

O Complexo Migmatítico Embu é representado, na área mapeada, por um conjunto de rochas metassedimentares normalmente de estrutura bandada, contendo intercalações de biotita gnaisses com ou sem sillimanita, biotita xistos, anfíbolitos, gnaisses graníticos, gnaisses cálcio-silicatados e quartzitos. São, portanto, derivadas de sedimentos pelíticos, psamo-pelíticos, cálcio-silicatados, psamíticos e possivelmente grauvaqueanos, com raras intrusivas básicas que atingiram condições metamórficas acima da curva de fusão parcial, gerando remobilizados graníticos e pegmatóides sintectônicos.

O Complexo Embu apresenta, na área mapeada, cinco grandes corpos associados ao Maciço Ibiúna, além de corpos menores que são lenticulares, com orientação ENE/WSW. Estruturalmente a área e os corpos acham-se seccionados por diversos falhamentos transcorrentes, que separam diversos blocos com características estruturais distintas e são representados pelas seguintes zonas de cisalhamento observadas de norte para sul: Taxaquara, Pirapora; Cangüera Sorocamirim e Caucaia. Pelo menos parte das rochas do Maciço Ibiúna apresenta uma foliação de baixo ângulo semelhante

àquela acima, impressa pela orientação de cristais inequidimensionais na matriz grossa e pela orientação dos megacristais de FK.

9.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO IBIÚNA

As rochas granitóides do Maciço Ibiúna encontram-se subdivididas em fácies que estão subordinadas à escala de mapeamento proposto em 1:50.000, o que possibilitou a subdivisão em nove (9) fácies ou unidades de mapeamento Godoy et al., (1996, 1999) e (GOMES & GODOY, 2002 e 2003) sendo que pequenas variações locais não foram mapeadas nesta escala de trabalho e encontram-se descritas dentro da unidade de mapeamento das fácies. A (Figura 7) apresenta mapa geológico das faciologias definidas para o Maciço Ibiúna e que se encontram descritas a seguir:

A *fácies monzogranito porfiróide serial a hiatal róseo* (F1) é a que apresenta maior expressão geográfica nas folhas mapeadas. São agrupadas rochas apresentando texturas porfiróides, cores róseas, composição predominantemente monzogranítica, compreendendo variedades leucocráticas, sendo a granulação da matriz de média a grossa. Destacam-se as variações do tamanho dos fenocristais de feldspato potássico e suas porcentagens, que variam no intervalo de 20 a 40%, atingindo em média 5 cm.

O tamanho dos fenocristais apresenta predominantemente disposição serial, mas com domínio das frações maiores, sendo que a sul da Cidade de Ibiúna, esta textura assume caráter hiatal, com uma fração maior variando entre 5 e 6 cm e uma sempre menor que 2 cm. São constituídas por microclínio (23%), oligoclásio (25%), quartzo (25%), biotita (10%), hornblenda e Fe-hastingsita (5%) e opacos, apatita, rutilo, zircão e titanita, além sericita, epidoto, clorita.

A *fácies do monzogranito porfiróide grosseiro cinza* (F2) constitui um corpo amplo e bem definido topograficamente pelo relevo acidentado e a nordeste da cidade de Ibiúna constitui corpos pequenos geralmente alongados, obedecendo ao "trend" geral NE-SW.

São predominantemente de composição monzogranítica, inequigranulares, porfiróides róseos, com granulação da matriz média, de coloração cinza escura. Apresentam em geral 30% de fenocristais de feldspato potássico, sendo freqüentes ocorrências localizadas de até 50%. Apresenta-se com disposição textural dos fenocristais serial, com uma fração menor do que 1 cm e predominantemente em torno de 2 a 3cm, evidenciando sempre deformação e uma forte orientação dos fenocristais, configurando foliação protomilonítica. São compostos por microclínio (37%), oligoclásio-andesina (30%), quartzo (23%), biotita (8%), minerais acessórios são representados por titanita, opacos, apatita, zircão e allanita e minerais de alteração cloritas, carbonatos, sericita e epidoto.

A *fácies hornblenda-monzogranito porfiróide médio róseo* (F3) são representados por melagranitos (20% de máficos) ricos em biotita e também anfibólio de composição monzogranítica,

inequigranulares, porfiróide róseo, com matriz de granulação média e fenocristais em torno de 20%, com dimensões em torno de 4 a 5 cm, chegando esporadicamente a 6 cm, de formas retangulares e ovalados. As feições de deformação estão sempre presentes, como o desenvolvimento de foliação protomilonítica e deformação dos fenocristais.

A matriz exhibe textura do tipo argamassa, com domínios poligonais (agregados de quartzo) e domínios lepidoblásticos em função de estruturas intensamente foliadas. Compõem-se por oligoclásio-andesina (30%), microclínio (27%), quartzo (20%) biotita (10%), hornblenda e ferro-hastingita (10%), titanita (2%), opacos, zircão e allanita e minerais de alteração como a clorita, carbonatos e epidoto

A *fácies monzogranito inequigranular médio a porfirítico* (F4) constitui corpos alongados, com direção geral NE-SW, controlado por falhamentos secundários, associados à Zona de Cisalhamento de Taxaquara. Caracteriza-se pela composição monzogranítica, apresentando texturas predominante inequigranulares variando de granulação média a grossa ou ocorrendo esporadicamente pequenas quantidades de fenocristais (10%) de feldspato potássico de coloração branca.

São rochas de coloração cinza a levemente rosadas, leucocráticas com textura do tipo "sal e pimenta", geralmente mostrando feições miloníticas. Estas rochas caracterizam-se por uma textura granoblástica inequigranular e porfiroclástica, localmente constituindo textura em moldura. A estrutura é milonítica, onde cristais submilimétricos a milimétricos de feldspato envoltos numa matriz mais fina. São compostos por microclínio (35%), oligoclásio (30%), quartzo (25%), biotita (6%), muscovita secundária (2 a 3%), epidoto, sericita, opacos, zircão, titanita e allanita.

A *fácies mela-monzogranito equigranular médio cinza* (F5) ocorre sob a forma de um corpo alongado na direção ENE/WSW, na porção norte, próximo ao contato com a Zona de Cisalhamento Taxaquara. Estas rochas exibem coloração cinza clara a escura, com máculas de cor rosa a levemente rosada de dimensões menores que 1,5 cm. A granulação varia de fina a média e apresentam texturas predominantes equigranular, especialmente nos termos litológicos que não apresentam destacados (dimensões maiores) os feldspatos potássicos de coloração rósea.

A textura inequigranular localmente como enxames ou concentrações maiores onde apresenta o destaque dos feldspato potássico, mas o feldspato potássico, via de regra, tem dimensões pouco maiores que as dos outros minerais e estrutura normalmente foliada, partindo de levemente foliada a milonítica nas zonas de cisalhamento. A relação quartzo, plagioclásio e feldspato potássico no geral, mostra composições monzograníticas, embora alguns termos possam atingir, dependendo das texturas dominantes, uma leve transição para os campos granodioríticos e dos sienogranitos. Completando a mineralogia essencial ocorrem teores variáveis de biotita, chegando representar 20% do volume da rocha, e às vezes, anfibólio, o qual esporadicamente chega a atingir teores próximos a 5%.

A *fácies sieno a monzogranito inequigranular médio* (F6) encontra-se distribuída na forma de dois corpos alongados na direção ENE/WSW, próximo ao contato norte do corpo no extremo leste da área. São característicos dois tipos petrográficos dessa unidade, os de coloração cinza e os rósea.

Os *granitos de coloração cinza*, freqüentemente, exibem máculas milimétricas a centimétricas de cor cinza e/ou rósea, formada por cristais maiores de feldspato potássico. A textura dominante é ineqüigranular, apresentando granulação mais freqüente média, todavia ocorrem porções com granulação grosseira especialmente nos termos ineqüigranulares seriais porfiróides.

De um modo geral, os tipos petrográficos de coloração cinza escuros são mais equigranulares e raramente exibem cristais com mais de 1,0 cm de comprimento de feldspato potássico, enquanto as fácies com a presença de fenocristais, na sua maioria são ineqüigranulares, chegando a ser porfiróide, onde os fenocristais em média apresentam tamanhos entre 1,0 e 2,0 cm. Ocorrem porém núcleos decamétricos, bolsões ou blocos onde os fenocristais ultrapassam 6,0 cm, e com média de 2,0 a 3,0 cm, com formas retangulares, arredondadas a irregulares, exibindo feições idênticas da unidade de mapeamento (F1) e que portanto poderia ser enclaves de (F1) parcialmente assimilados, pois seus contatos constituem zonas de transição.

A distribuição da *fácies porfiróide rósea* nesta unidade é bem irregular aparecendo como enxames, bandas descontínuas e difusas, com passagem gradacional para fácies ineqüigranulares a equigranulares. O teor de megacristais em relação a matriz é bastante variável, podendo chegar a 50%, sendo comum a concentração de fenocristais chegar até 30% do volume, no núcleo do "enxame". A biotita é o principal mineral máfico chegando a perfazer 15% da matriz, que varia de granodiorítica a monzogranítica. Um tipo textural de monzogranito porfirítico de granulação fina, coloração cinza, também pode ser observado localmente e de pequeno porte.

As rochas são ineqüigranulares serial a bimodal, manifestadas pela presença de cristais tabulares de plagioclásio e feldspato potássico. O aparecimento dos cristais centimétricos marca a passagem da textura ineqüigranular para porfiróide. A composição média destes subtipos situa-se nos campos dos sienogranitos e monzogranitos, localmente podem aparecer também porções ou "enclaves" granodioríticos a monzodioríticos. Apresentam microclínio, quartzo, oligoclásio e biotita, titanita, minerais opacos, allanita, apatita e zircão, além de muscovita/sericita, biotita verde, epidoto, titanita e clorita.

A *fácies biotita monzogranito médio* (F7) ocorre na área sob a forma de um corpo estreito e alongado na porção SW, com aproximadamente 4Km de extensão em seu maior eixo e possui direção aproximada EW. São agrupadas nesta unidade rochas apresentando texturas porfiróides de coloração rósea, de composição predominantemente monzogranítica, com variedades de melagranitos, sendo a granulação da matriz de média a grossa, de coloração cinza. Possui granulação ineqüigranular, apresentando em geral 30% de fenocristais de feldspato potássico, com disposição serial, podendo ocorrer fenocristais de até 5 cm, localmente ou em pequenas concentrações.

As rochas apresentam feições miloníticas marcantes, principalmente nas proximidades da zona de cisalhamento e próximos aos contatos com as encaixantes, apresentam lentes, leitões e xenólitos com dimensões variadas dos metassedimentos encaixantes. São compostas de quartzo e feldspato,

oligoclásio, biotita, hornblenda, titanita, opacos, allanita, apatita, zircão, além de epidoto e titanita.

A *fácies leuco-sienogranito equigranular fino a médio róseo* (F8) foi cartografada sob a forma de corpos elípticos circunscritos, com eixo maior na direção ENE/WSW, com cerca de 1,3 Km de comprimento por 0,75 Km de largura, localizada na porção norte da área. A forma de ocorrência é encontrada constituindo lajedos nas zonas mais elevadas do relevo e também foi observada sob a forma de blocos e matacões que atingem dimensões métricas.

Apresenta coloração rósea, granulação média e estrutura foliada, sendo que a intensidade da foliação varia de leve a bem marcada. Contém feldspato potássico róseo, que localmente constitui fenocristais com até 1,0cm de comprimento, exibindo granulação média superior a dos cristais de plagioclásio, que exibem coloração cinza clara.

Trata-se de rochas equigranulares a localmente inequigranulares, com granulação média e contendo esparsos megacristais de pequenas dimensões de microclínio leucocráticos, de coloração rósea, com estruturas foliadas, de aspecto geral tardio em relação às duas outras unidades anteriormente descritas.

Os megacristais de microclínio róseo apresentam dimensões máximas ao redor de 2 cm e raramente ultrapassam a 2 ou 3 % do volume da rocha. Em termos composicionais correspondem essencialmente a sienogranitos constituídos por quartzo, microclínio e plagioclásio, contendo cerca de 3 a 5 % de biotita e traços de opacos, apatita e titanita.

A *fácies monzogranito com muscovita e granada* (F9) ocorre no extremo sudoeste da área, na Folha Topográfica de Salto de Pirapora, apresenta coloração rósea a cinza clara. Como mineralogia principal apresenta quartzo, feldspato, plagioclásio e como acessório principal a muscovita. Apresenta granulação média e estrutura foliada, sendo que a intensidade da foliação é bem marcada e presente em toda a fácies.

Caracteriza-se como um corpo de pequena expressão, apresentando textura equigranular, granulação média a fina, ocorrendo como um corpo alongado de aproximadamente 1,5 Km de comprimento, com direção bem marcada norte-sul. A granada aparece sob a forma de pequenos grãos arredondados com dimensões de até 0,5 cm.

Microscopicamente a textura é hipidiomórfica granular com diferentes intensidades de efeitos da foliação milonítica. A matriz é composta por quartzo, feldspato e oligoclásio, que ocorrem como minerais essenciais, além dos minerais secundários definidos por biotita, muscovita e granada e como acessórios aparecem a titanita e opacos. Os minerais de alteração ocorrem sob a forma de sericita, clorita, calcita e epidoto.

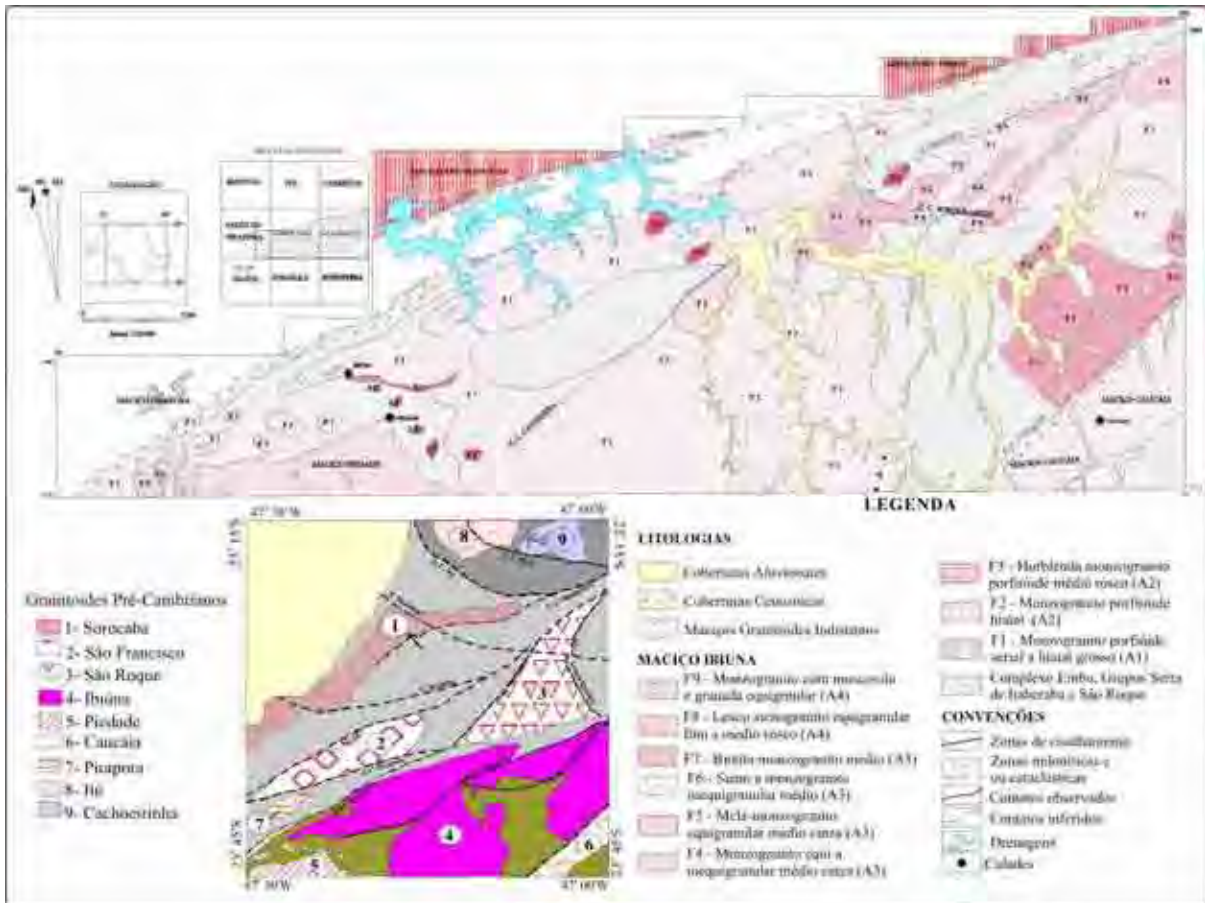


Figura 7. Mapa Geológico esquemático do Maciço Ibiúna (GODOY et al., 1999).

9.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO IBIÚNA

Neste item serão descritas novas terminologias para as fácies que facilitem a utilização, padronização e comparação para os estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às terminologias das associações definidas e já utilizadas em Godoy et al., 1999, bem como no mapa geológico de referência. A subdivisão e classificação do Maciço Granitóide Ibiúna obedecerá aos critérios composicionais, texturais, de cor e mineralógicos.

Serão descritas 4 fácies definidas inicialmente como as mais propícias a exploração e de feições estéticas distintas, e que serão designadas informalmente de “Amêndoa Ibiúna”, adicionado de termos referentes à coloração dominante para as estas rochas. O Quadro 5 apresenta o sumário das características petrográficas das variedades Amêndoa Ibiúna.

9.3.1. Amêndoa Ibiúna Vermelho - Tipo 12

A fácies **monzogranito porfiróide serial a hiatal róseo** (Godoy et al., 1999) é a que apresenta maior expressão geográfica nas folhas mapeadas, sendo caracterizada em duas situações distintas. A amostra estuda encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 14 – Foto 1), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 15 – Foto 1) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 16 – Fotos A e B).

A primeira constitui um grande corpo envolvendo toda parte sudoeste, de relevo arrasado, na região de Ibiúna até as proximidades de Piedade. A segunda ocorrência corresponde a corpos parcialmente tectonizados, com formas parcialmente alongadas, evidenciando intrusões de granitóides posteriores, geralmente marcando o *trend* estrutural NE-SW da área. Situa-se acima da zona de cisalhamento Sorocamirim, que constitui o divisor de duas superfícies bem distintas tectonicamente.

São agrupadas rochas apresentando texturas porfiróides, cores róseas, composição predominantemente monzogranítica, compreendendo variedades leucocráticas, sendo a granulação da matriz de média a grossa. Destacam-se as variações do tamanho dos fenocristais de feldspato potássico e suas porcentagens, que variam no intervalo de 20 a 40%, atingindo em média 5 cm.

Em algumas regiões os fenocristais assumem tamanhos próximos a 10 cm em abundância, em matriz muito grosseira, significando feições pegmatóides de ocorrência local, sendo que estas características são marcantes a norte de Vargem Grande Paulista e no extremo SW da área.

O tamanho dos fenocristais apresenta predominantemente disposição serial, mas com domínio das frações maiores, sendo que a sul da Cidade de Ibiúna, esta textura assume caráter hiatal, com uma fração maior variando entre 5 e 6 cm e uma sempre menor que 2 cm. Este caráter localizado de textura hiatal dos fenocristais apresenta-se transicionando para as feições texturais dominante

Nas áreas próximas às zonas de cisalhamento esta faciologia assume colorações mais escuras e granulação menor devido à deformação e fragmentação da matriz e dos fenocristais e esta relação é intensificada e gradaciona para o sentido das áreas de maior deformação.

Ao microscópio essas rochas exibem feições hipidiomórficas, inequigranulares, porfiróides. A matriz apresenta composição monzogranítica a granodiorítica. Os cristais de plagioclásio apresentam-se de forma serial, dispondo-se em grãos isolados ou em cordões envolvendo os fenocristais maiores de feldspato potássico. A mesma disposição repete-se para biotita.

O feldspato potássico (microclínio) perfaz 18% da matriz (em rocha total), com cristais anedrais, hábito tabular, submilimétrico a milimétrico, em alguns casos atinge tamanhos centimétricos, constituindo parte dos fenocristais (Prancha 17A). Apresenta geminações em grade (albita – periclíneo) e Carlsbad, na maioria das vezes são pertíticos, predominando as formas de filme e mancha.

O plagioclásio tipo oligoclásio perfaz em média 17% da matriz, os cristais geralmente são menores que o feldspato potássico, mas chegam a constituir pequenos fenocristais. São subedrais, com hábito ripiforme a tabular, apresentando geminações predominantes da lei da albita e em menor proporção Carlsbad e Periclíneo.

Geralmente apresentam sericitização intensa e/ou saussuritização, muitas vezes ressaltando um zoneamento dado por bordas mais límpidas de albita. A formação de mirmequita na forma de gotículas ou filete também é observada.

O quartzo, que perfaz em média 21% da rocha, é intersticial ou encontra-se em agregados inequigranulares com formas globulares, corresponde a cristais anedrais com contatos lobulados a denteados apresentando-se de maneira geral intersticial, ou às vezes constituindo superfícies ou cordões recristalizados.

A biotita, numa proporção menor que 10% na matriz, constitui o máfico predominante encontrando-se em plaquetas isoladas ou aglutinadas, podendo ainda formar cordões circundando os megacristais.

Os anfibólios, dos tipos hornblenda e Fe-hastingsita estão presentes na matriz e perfazem cerca de 1%. Exibem formas subedrais a eudrais com granulação submilimétrica, apresentam alteração parcial para biotita e clorita sempre associado aos minerais acessórios.

Os acessórios são principalmente opacos, apatita, rutilo, zircão e titanita, geralmente mostrando-se dispersos ou associados a cristais de minerais máficos, constituindo cordões.

Os minerais de alteração são frequentes, em proporções que variam principalmente em função do maior ou menor grau de deformação registrado pela rocha. São caracterizados por sericita e/ou muscovita e epidoto, associados aos cristais de plagioclásio, principalmente constituindo um zoneamento dos cristais. As cloritas são resultantes da alteração dos minerais de anfibólio e micas. Nos minerais acessórios, caso da titanita é evidenciado alterações para hidróxidos de ferro e leucoxênio.

9.3.2. Amêndoa Ibiúna Cinza - Tipo 13

A fácies **Monzogranito Porfiróide Grosso Cinza** apresenta a sua maior ocorrência a SE da Cidade de Ibiúna, constituindo um corpo bem definido topograficamente pelo relevo acidentado, estendendo-se a oeste da Folha São Roque e adentrando na Folha Sorocaba.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 14 – Foto 2), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 15 – Foto 2) e por fotos da fácies tratadas por

colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 16 – Fotos C e D).

A nordeste da cidade de Ibiúna constitui corpos pequenos geralmente alongados, obedecendo ao "*trend*" geral NE-SW. Ambas as áreas de ocorrência apresentam fortes feições de deformação milonítica, com os corpos da área nordeste associados à Zona de Cisalhamento Cangüera.

São predominantemente de composição monzogranítica, inequigranulares, porfiróides, de coloração cinza a cinza escura.

A matriz apresenta granulação média, coloração cinza claro, com variação para o cinza escuro, devido às concentrações de minerais máficos. Sua estrutura, em geral, é maciça com feições miloníticas próximas às zonas de cisalhamento.

Apresentam em geral 30% de fenocristais de feldspato potássico, sendo freqüentes ocorrências localizadas de até 50%. Os fenocristais apresentam disposição hiatal, com tamanho predominante em torno de 2 a 3cm, cor cinza claro e em alguns locais variam para tons róseos, em geral possuem forte orientação preferencial.

Ao microscópio observa-se textura inequigranular, porfiroclástica e estrutura milonítica, localmente, com matriz submilimétrica e presença de megacristais de feldspato potássico e plagioclásio.

O microclínio perfaz cerca de 18% da matriz e constitui os maiores cristais, inequigranular a subtabular. São verificados cristais pertíticos (em filme) e geminações em grade mal desenvolvidas, além de nítida geminação Carlsbad. Geralmente encontra-se fraturado com preenchimento das fraturas por quartzo e carbonato.

O plagioclásio do tipo oligoclásio-andesina perfaz cerca de 20% da rocha (no geral constituindo a matriz) em cristais irregulares a angulares, com alguns cristais subtabulares. A geminação lamelar presente geralmente é descontínua e deformada. Processos de saussuritização e de albitização são freqüentes, como também formação de mirmequitas e alguns cristais antipertíticos.

O quartzo perfaz aproximadamente 21% da matriz, ocorre como agregados formando bandas deformadas que se amoldam em torno dos megacristais. Mostra-se com cristais recristalizados, submilimétricos e cristais estirados, dispostos segundo a direção principal.

A biotita e anfibólio em torno de 7% da matriz, ocorre em agregados de cristais irregulares e corroídos, formando cordões paralelos denotando aspecto sigmóidal e arqueando-se em torno dos megacristais (Prancha 17B).

Os minerais acessórios são representados por titanita, opacos, apatita, zircão e allanita, constituindo inclusões ou grãos esparsos na matriz.

Os minerais de alteração são freqüentes, resultantes da milonitização destas rochas, sendo caracterizados por cloritas, carbonatos, sericita e epidoto, que ocorrem em cristais de feldspatos

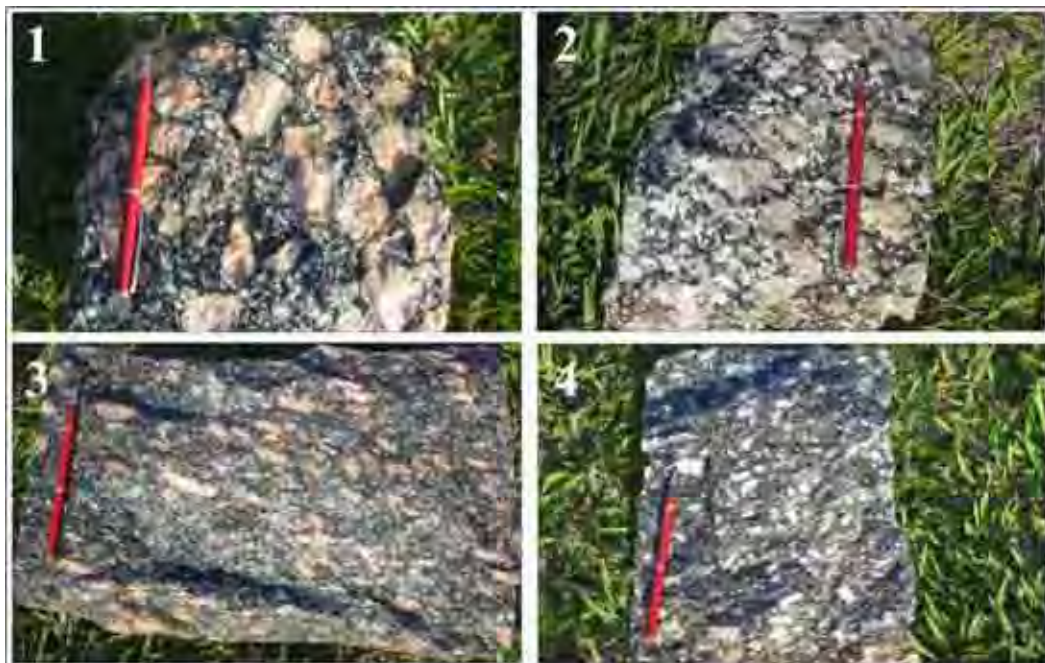
saussuritizados e ou preenchendo fraturas, exibindo no geral formas irregulares.

9.3.3. Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio - Tipo 14

A fácies **Hornblenda -Monzogranito Porfiróide Médio Rosado** apresenta composição monzogranítica, são inequigranulares, porfiróides róseos, com matriz de granulação média e fenocristais de feldspato potássico em torno de 20%. Os fenocristais possuem dimensões em torno de 4 a 5 cm, atingindo esporadicamente 6 cm, cor rósea a esbranquiçada, formas retangulares e ovaladas.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 14– Foto 3), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 15 – Foto 3, 4) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 16 – Fotos C e D).

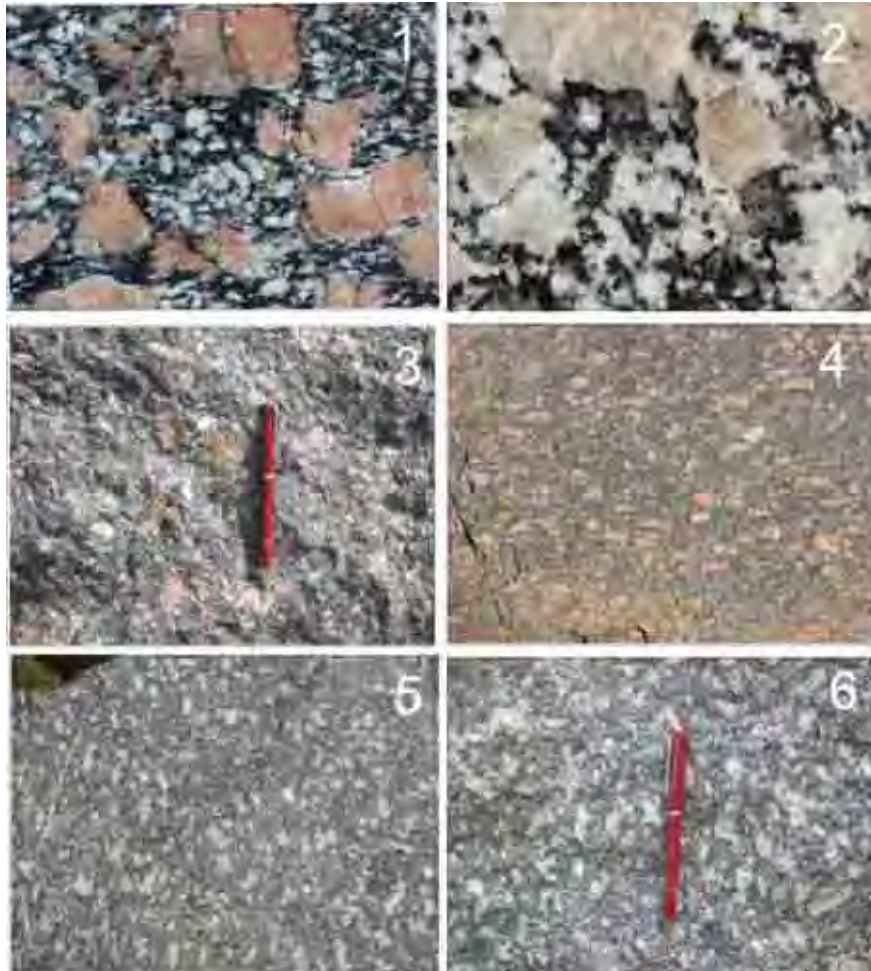
Esta fácies é rica em biotita e anfibólio, com porcentagens que chegam a totalizar 20% de máficos, podendo até ser denominado de melagranitos. As feições de deformação estão sempre presentes, como o desenvolvimento de foliação protomilonítica e deformação dos fenocristais, intensificadas próximo à Zona de Cisalhamento Caucaia (Prancha 17C).



Prancha 14. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoas Ibiúna: 1- (Tipo 12) Amêndoa Ibiúna Vermelho, 2 (Tipo 13) Amêndoa Ibiúna Cinza, 3- (Tipo 14) Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio e 4- (Tipo 15) Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.

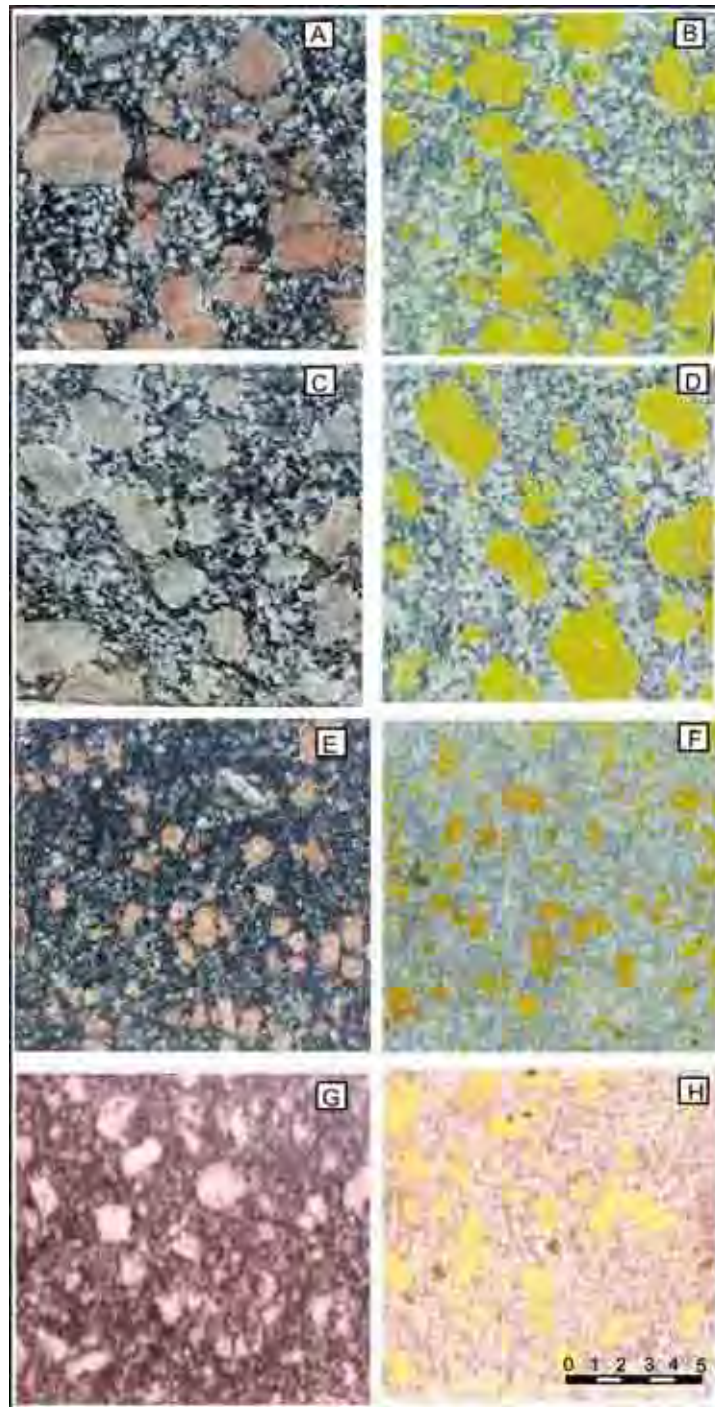
A matriz apresenta textura do tipo argamassa, com domínios poligonais (agregados de quartzo) e domínios lepdoblásticos em função de estruturas intensamente foliadas. Os fenocristais de feldspato potássico e o quartzo exibem granulação média, enquanto os plagioclásios e as biotitas possuem granulação inferior a 0,1mm. O plagioclásio, do tipo oligoclásio-andesina, que perfaz 21% da rocha, ocorre como cristais pequenos e médios, equidimensionais a tabulares, localmente englobados por feldspato potássico. Apresentam sericitização, principalmente na porção central do cristal, sugerindo bordas de composição mais cálcicas e as bordas mirmequíticas são comuns.

O microclínio constitui aproximadamente 16% da rocha, sendo representado por cristais intersticiais de tamanhos médios a grandes, pertíticos e com bordas mirmequíticas, nos contatos com o quartzo e o plagioclásio. O quartzo perfaz em média 24% da matriz e no geral da rocha, constitui agregados poligonais orientados, dispostos intersticialmente, onde os cristais maiores exibem extinções ondulantes, acompanhadas de recuperação e recristalização.



Prancha 15. Foto macroscópica de blocos dos principais Tipos de Amêndoas Ibiúna: 1- (Tipo 12) Amêndoa Ibiúna Vermelho, 2 (Tipo 13) Amêndoa Ibiúna Cinza, 3 e 4- (Tipo 14) Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio e 5 e 6- (Tipo 15) Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.

A biotita perfaz aproximadamente 16% da rocha, irregular, lenticular a tabular, associada aos cristais de anfibólio. Este último ocorre aproximadamente na mesma proporção que a biotita, corresponde a cristais de hornblenda e ferro-hastingita com formas tabulares a irregulares, mostrando sinais de corrosão e substituição por biotita. Os minerais acessórios titanita, opacos, zircão e allanita. Minerais de alteração são caracterizados pela clorita, carbonatos e epidoto.

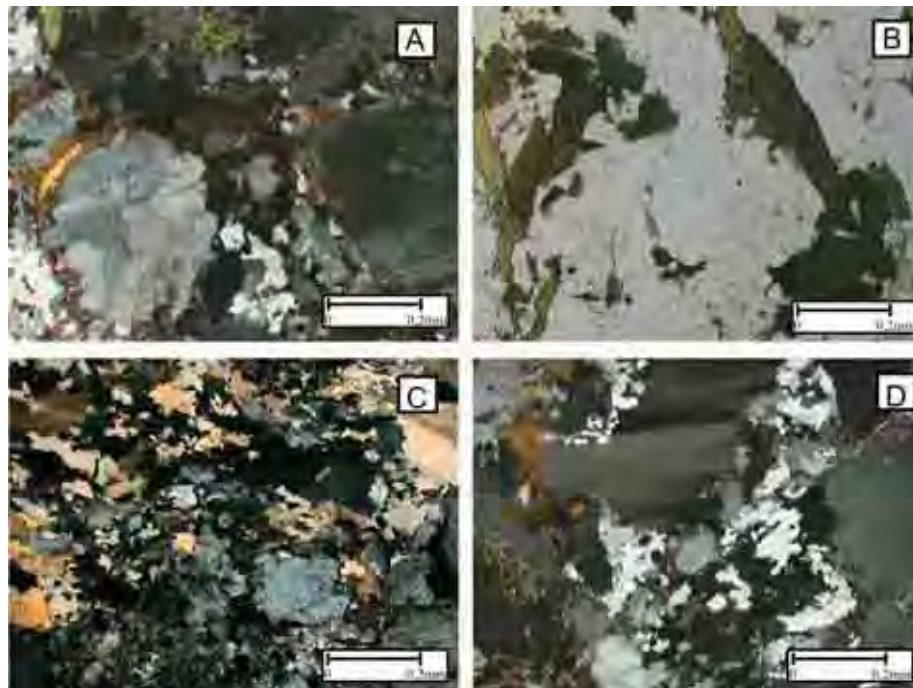


Prancha 16. Ensaio de Colorimetria das fácies estudadas dos principais Tipos de Amêndoas Ibiúna: A,B- (Tipo 12) Amêndoa Ibiúna Vermelho, C,D- (Tipo 13) Amêndoa Ibiúna Cinza, E,F- (Tipo 14) Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, G,H- (Tipo 14) Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.

9.3.4. Amêndoa Ibiúna Cinza Médio - Tipo 15

A fácies **monzogranito inequigranular a porfirítico médio** constitui corpos alongados, com direção geral NE-SW, controlado por falhamentos secundários, associados à Zona de Cisalhamento de Cangüera. Caracteriza-se pela composição monzogranítica, apresentando texturas predominantes inequigranulares e em menores proporções e/ou localizadamente apresenta feições gradacionais para texturas inequigranulares, variando de granulação média a grossa ou ocorrendo esporadicamente pequenas quantidades de fenocristais (10%) de feldspato potássico de coloração branca. A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 14 – Foto 4), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 15 – Foto 5, 6) e por fotos da fácies tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 16 – Fotos G e H).

São rochas de coloração cinza a levemente rosadas, leucocráticas com textura do tipo "sal e pimenta", geralmente mostrando feições miloníticas. Estas rochas caracterizam-se por uma textura granoblástica inequigranular e porfiroclástica, localmente constituindo textura em moldura. A estrutura é milonítica, onde cristais submilimétricos a milimétricos de feldspato estão envoltos por uma matriz mais fina. São compostos por microclínio (35%), oligoclásio (30%), quartzo (25%), biotita (6%), muscovita secundária (2 a 3%), epidoto, sericita, opacos, zircão, titanita e allanita.



Prancha 17. Microfotografia dos principais Tipos de Amêndoas Ibiúna: A- (Tipo 12) Amêndoa Ibiúna Vermelho, B- (Tipo 13) Amêndoa Ibiúna Cinza, C- (Tipo 14) Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio e D- (Tipo 15) Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.

Quadro 5. Sumário das características petrográficas das variedades Amêndoas Ibiúna

Amostra		Amêndoa Ibiúna				
		Vermelho	Cinza	Vermelho Médio	Cinza Médio	
Microclínio		30	32	27	32	
Oligoclásio		24	29	28	28	
Quartzo		28	29	27	26	
Biotita		6	9	10	12	
Acessórios	apatita	1		Tr	Tr	
	Zircão	2	Tr	Tr	Tr	
	Titanita			1r	Tr	
	muscovita			Tr	1	
	Fluorita		Tr	Tr	Tr	
	Opaco	1	Tr	Tr	Tr	
Secundários	Sericita	-	-	Tr		
	Clorita	-	-	Tr	Tr	
	Epidoto	-	Tr	-	-	
	carbonato	-	Tr	Tr	-	
	hidróxidos de ferro	-	-	Tr	-	
Índice de coloração (%)		14	10	6	14	
Estrutura		anisotrópica	anisotrópica	anisotópica	anisotrópica	
Textura		Porfíroide	Porfíroide	Porfíroide	Porfíroide	
Granulação (mm)	Matriz	grossa	grossa	média	média	
	Fenocristal	Composição	FK/Pl/Qz	FK/Pl/Qz	FK/Pl/Qz	FK/Pl/Qz
		Cor	Vermelha	Cinza	Vermelha	Cinza
		Forma	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados	Sub-ovalados
		Tamanho Máximo (cm)	4,5	3,5	1,0	2,0
		Tamanho Médio (cm)	1,5	1,5	0,2	0,5
		Porcentagem (%) - FK	30	32	27	32
Nº de microfissuras /mm ²		0,8	1,9	1,0	1,7	
Microfissuras (%)	Intracristalina	97,9	100	100	87,6	
	Intercristalina	2,1	0	0	12,4	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	80,4	82,5	89,8	90,7	
	Plano	18,7	17,4	9,2	9,3	
	Serrilhado	0,9	0,1	1,0	0	
Alteração Mineral		Alta	Alta	Média	Alta	
Classificação (QAP)		Mozogranito	Mozogranito	Mozogranito	Mozogranito	

10. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO PIEDADE

10.1. GEOLOGIA LOCAL

A denominação de Complexo Piedade é atribuída a Hasui (1973) e representa um extenso batólito granitóide de caráter sin-tectônico à orogênese brasileira, identificado como “Tipo Pirituba”, os corpos graníticos que ocorrem nessa região. Fazem parte desta designação três tipos texturais distintos de granitóides: porfíricos, inequigranulares e finos. Parte do Complexo Piedade foi denominado de Batólito Ibiúna por Algarte et al., (1990), termo que foi corroborado por Hasui & Sadowski (1976).

Stein (1984) propõe a subdivisão dos granitóides da região em duas suítes distintas, a suíte granitóide Piedade, onde são individualizados os maciços designados Serra da Batéia e Sarapui e a suíte granitóide Pilar do Sul, de caráter posterior às demais suítes, constituída pelos stocks Pilar do Sul e Serra dos Lopes. Pires et al., (1990) descreveram a NW da cidade de Piedade três fácies de granitóides, sendo uma inequigranular róseo-acinzentada, mais frequente; a segunda hololeucocrática e a última chamada de fácies esbranquiçada, com enclaves de rochas cálcio-silicáticas.

Janasi et al., (1990 e 1995) definem os granitóides intrusivos nos terrenos de alto grau metamórfico do Complexo Embu em uma associação cálcio-alcalina e outra peraluminosa, considerados como sin- orogênicos ao ciclo brasileiro. Estes autores descrevem também um outro tipo denominado Piedade, considerado como tardi- orogênico, composto por diversas fácies e que se associa às rochas encaixantes, levando supor a existência de corpos granitóides laminares e/ou lenticulares pouco espessos.

Janasi & Ulbrich (1992) atribuem o nome “Piedade” apenas para os biotitas granitóides porfíricos aflorantes na região, enquanto que Janasi et al., (1990) e Leite (1997) através de estudos geoquímicos e petrográficos, consideram os granitóides da região de Piedade como tardi- orogênicos.

10.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO PIEDADE

O *Maciço Piedade* ocorre no extremo sul da Folha Sorocaba em uma pequena fração da sua

extensão total, estendendo-se a sul e sudoeste em uma extensa área não estudada ainda. Apresenta forma circular na área estudada, com disposição das faciologias, evidenciando uma zonalidade das fácies. Os tipos presentes são predominantemente biotita-monzogranitos, com textura porfiróide e fraca foliação. Assemelha-se visualmente ao Granitóide Ibiúna, porém seus fenocristais são menores e de tamanhos variados, e a composição da matriz mostra predominância dos termos com biotita. Termos do tipo mela monzogranitos porfiróides e hornblenda monzogranitos são mais escassos e localizados. Os sienogranitos porfiróides claros enriquecidos em fenocristais e empobrecidos em biotita e composições granodiorítica a monzodioríticas geradas principalmente pela diminuição da relação de fenocristais de feldspato potássico, são transicionais e localizados (Figura 8).

Os leuco-sienogranitos porfiróides claros constituídos pelo enriquecimento em fenocristais de feldspato potássico e rochas de composição granodiorítica a monzodioríticas geradas principalmente pela diminuição da relação de fenocristais de feldspato potássico, são transicionais e localizados Godoy et al., (1996 e 1999), Janasi et al., (1994). Foram selecionadas 12 amostras com determinação dos elementos maiores, menores e terras raras, das principais variedades litológicas desta seqüência.

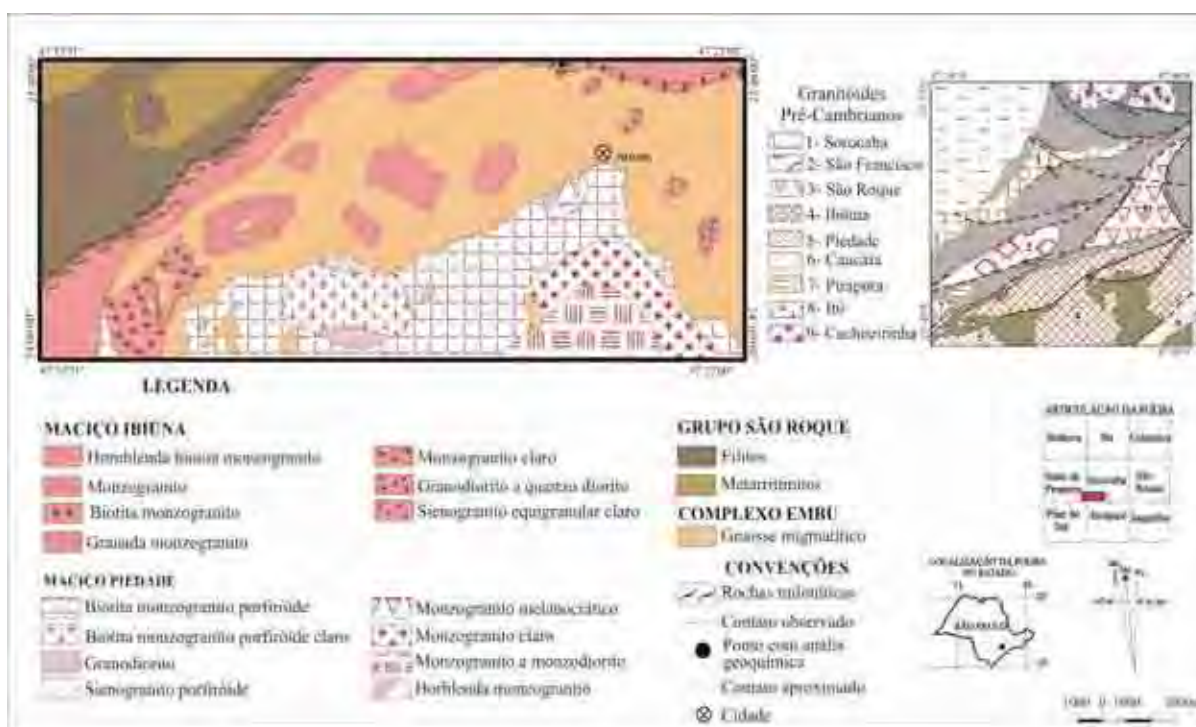


Figura 8. Mapa Geológico esquemático do Maciço Piedade (Godoy et al. 1999).

10.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO PIEDADE

Neste item serão descritas novas terminologias para as fácies que facilitem a utilização, padronização e comparação para os estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às

terminologias das associações definidas e já utilizadas em Godoy et al., (1999), bem como no mapa geológico de referência. A subdivisão e classificação do Maciço Granitóide Piedade obedecerá aos critérios composicionais, texturais, de cor e mineralógicos. Foi descrita a fácies definida inicialmente como a mais propícia a exploração, segundo aos objetivos do projeto e que serão designadas informalmente de “Amêndoa Piedade”, adicionado de termos referentes à coloração dominante para as estas rochas. O Quadro 6 apresenta o sumário das características petrográficas da variedade Amêndoa Piedade.

10.3.1. Amêndoa Piedade Róseo - Tipo 16

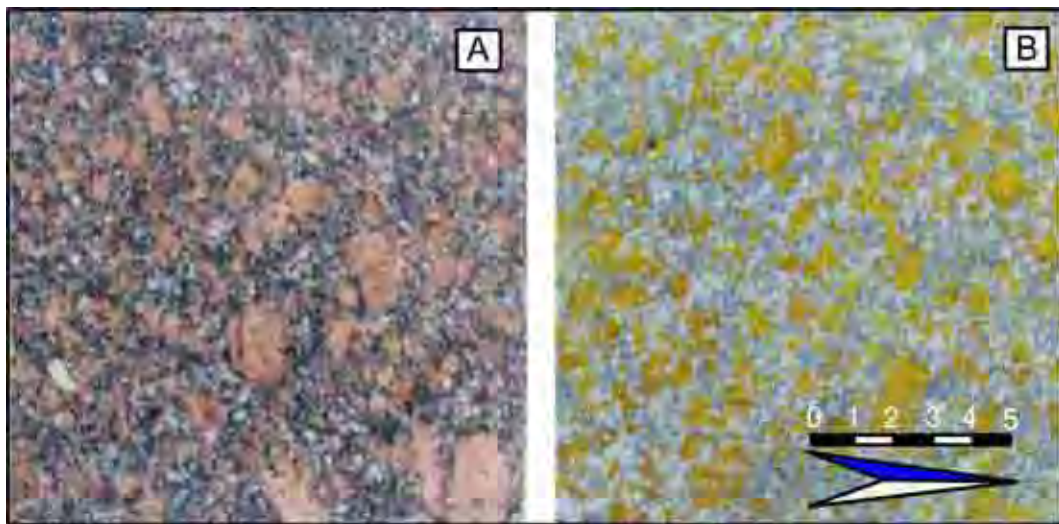
Os **biotita monzogranitos inequigranulares a porfíricos rósea** ocorrem dominando a parte principal do maciço. A foliação é incipiente e local, definida por orientação de máficos e estiramento do quartzo. A amostra estuda encontra-se identificada no afloramento da (Prancha 18.1), bloco analisado na (Prancha 18.2), fotos de detalhamento na (Prancha 19 – Foto 1 e 2) e por fotos tratadas por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 20 – Fotos A e B). O microclínio apresenta forma subédrica, com bordas retas ou corroídas e preenchidas por quartzo levemente apresentando processos de alteração (Prancha 21). O oligoclásio, em cristais subhédricos a euédricos, tem bordas retas a incipientemente corroídas, com a sericitização ocorrendo no núcleo ou em faixas concêntricas, indicando zonação composicional. O quartzo ocorre em domínios intersticiais, com extinção ondulante pronunciada e presença de cordões de subgrãos cruzando cristais maiores parcialmente recristalizados. O ferromagnesiano principal é a biotita e secundariamente hornblenda, parcialmente cloritizada, em lamelas de disposição caótica ou orientada. Os minerais acessórios presentes são a titanita, a apatita e o zircão. Os opacos são na maioria constituídos por magnetita. Só isso, não explica nada da passagem de inequigranular à porfíroide, e a matriz, contatos etc...etc



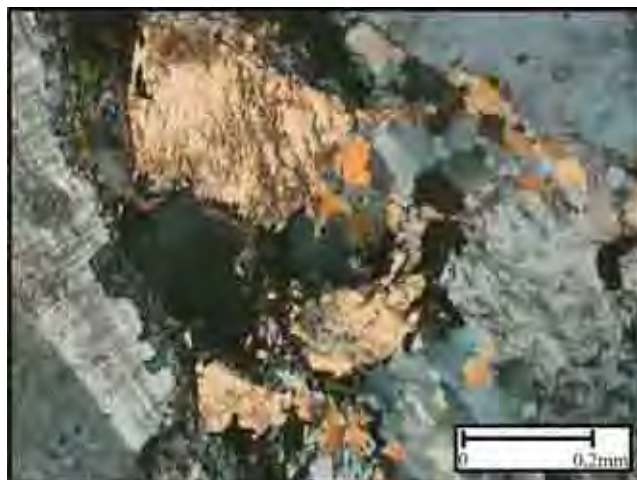
Prancha 18. Foto macroscópica de afloramento e detalhe do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo



Prancha 19. Foto macroscópica de detalhe do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo.



Prancha 20. Ensaio de Colorimetria do principal Tipo de Amêndoa Piedade Roseo



Prancha 21. Microfotografia do principal Tipo de Amêndoa Piedade Róseo

Quadro 6. Sumário das características petrográficas da variedade Amêndoa Piedade Róseo

Amostra		Amêndoa Piedade	
		<i>Róseo</i>	
Feldspato potássico		28	
Plagioclásio		34	
Quartzo		24	
Biotita		7	
Hornblenda		4	
Muscovita		2	
Acessórios	Apatita	tr	
	Zircão	tr	
	Opacos	tr	
	Titanita	-	
Secundários	Sericita	tr	
	Epidoto	-	
	Clorita	tr	
	Carbonato	-	
	Hid.de Ferro	-	
Índice de coloração (%)		11	
Estrutura		anisotrópica	
Textura		Porfiróide	
Granulação	Matriz	Fina-Média	
	Fenocrístais	Composição	FK/Pl/Qz
		Cor	Rósea
		Forma	Subedral ovaladas
		Tamanho Máximo (cm)	2,5
		Tamanho Médio (cm)	0,4
		Porcentagem (%) - FK	28
Nº de microfissuras /mm ²		0,2	
Micro-fissuras (%)	Intracristalina	100	
	Intercristalina	0	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	97,3	
	Plano	2,7	
	Serrilhado	0	
Alteração Mineral		Média	
Classificação (QAP)		Monzogranito	

11. GEOLOGIA LOCAL, FACIOLOGIA E PETROGRAFIA DO MACIÇO CAUCAIA

11.1. GEOLOGIA LOCAL

O *Maciço Caucaia* denominado por Hasui et al. 1973 e caracterizado por Godoy et al., (1992), representa uma área estudada de 35 km² e constitui uma faixa contínua que, com orientação geral NE-SW. A norte encontra-se em contato tectônico com os metassedimentos do Grupo Embu e com o Granitóide Ibiúna e a sul é intrusivo nos referidos metassedimentos. Os litotipos composicionais correspondem a sieno e monzogranitos, sendo reconhecidos tipos texturais equigranulares a inequigranulares, róseos e acinzentados. Encontra-se caracterizado por Hackspacher et al., (1991 e 1992) e Godoy et al., (1992) como constituindo uma faixa contínua na porção sudeste com orientação geral NE-SW, com largura variando entre 2,3 e 4,2 km e ocupando uma área aproximada de 35 km², estende-se a sul para a área da Folha Jucituba e a norte para a área da Folha Osasco. O limite noroeste é determinado na sua maior extensão pela Zona de Cisalhamento Caucaia que o coloca em contato com rochas metassedimentares do Complexo Embu e com granitóides do Maciço Ibiúna.

Os litotipos correspondem a sieno e monzogranitos, equigranulares a inequigranulares, róseos e acinzentados. Predominam os granitóides inequigranulares cinza ou róseos de composição monzogranítica, representados por três fácies principais: 1- monzogranito cinza, inequigranular de granulação média/grossa, com esporádicos megacristais; 2- sieno a monzogranito róseo, equigranular de granulação média; 3- sienogranito róseo, equigranular de granulação média e de ocorrência restrita à região central do maciço. Efeitos deformacionais são comuns em todos os tipos petrográficos, com intensidade diminuindo à medida que aumenta a distância da Zona de Cisalhamento.

Ao longo do contato com a zona de cisalhamento ocorre espessa faixa de granitóides intensamente deformados com o desenvolvimento de rochas protomiloníticas que constituem intercalações com espessuras e distribuições heterogêneas, e orientadas segundo direção geral NE-SW. De modo geral, os efeitos deformacionais afetam, em diferentes intensidades, toda extensão do corpo granítico mapeado, sendo que regridem progressivamente em direção ao seu limite sudeste. Internamente apresenta faixas e leitos miloníticos com espessuras centimétricas a métricas que se sobrepõem discordantemente em relação à foliação tectônica geral de orientação NE-SW.

11.2. CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DO MACIÇO CAUCAIA

O Maciço Caucaia descrito por Godoy et al., (1996) é constituído por granitóides equigranulares a inequigranulares a porfiróides, róseos e acinzentados, com composições sienograníticas a monzograníticas que foram reunidas em três ocorrências faciológicas principais, como serão descritas a seguir (Figura 9).

O **monzogranito inequigranular cinza de granulação média a grossa** representa uma unidade com feições miloníticas marcantes, principalmente nas proximidades da zona de cisalhamento. Internamente exhibe estruturas foliadas de intensidade variada e apenas na porção sul do corpo ocorre rochas discretamente orientadas.

A granulação destas rochas varia de média a grossa, podendo ser fina quando deformada, fortemente inequigranular, com a presença esporádica de megacristais de microclínio, que perfazem menos de 5%, podendo localmente superar a 10%, com dimensões máximas em torno de 2 cm.

Composicionalmente correspondem a monzogranitos de coloração cinza, essencialmente leucocráticos com cerca de 5 a 10% de minerais máficos. Apresentam quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita, além de titanita, mineral opaco, apatita, zircão, allanita, epidoto, clorita e sericita.

O **sieno- monzogranito inequigranular róseo de granulação média a grossa** apresenta semelhança com a unidade anterior, mostrando feições miloníticas marcantes, principalmente nas proximidades da Zona de Cisalhamento Caucaia. Na porção centro-sul é freqüente rochas com estruturas pouco foliadas a isotrópicas.

Apresentam composições que variam de sienogranítica a monzogranítica, com coloração rósea-clara. A textura é inequigranular, com granulação média a grossa. São constituídos por microclínio, quartzo, plagioclásio, biotita e pelos acessórios; apatita, mineral opaco, zircão e titanita, além de teores variados de minerais secundários.

O **sienogranito equigranular a inequigranular róseo de granulação média a grossa** constitui um conjunto de sienogranitos hololeucocráticos, de coloração rósea, com estruturas isotrópicas a discretamente foliada, tardio em relação às unidades anteriores. A textura é inequigranular, com granulação média a grossa e contém esparsos megacristais de microclínio, que apresentam dimensões máximas ao redor de 2 cm e raramente ultrapassam 2 ou 3 % da rocha. Em termos composicionais corresponde essencialmente a sienogranito constituído por quartzo, microclínio e plagioclásio, contendo cerca de 3 a 5 % de biotita e traços de mineral opaco, apatita, titanita e zircão. Os minerais secundários são pouco freqüentes e estão representados pela sericita, muscovita, epidoto, clorita e fluorita.

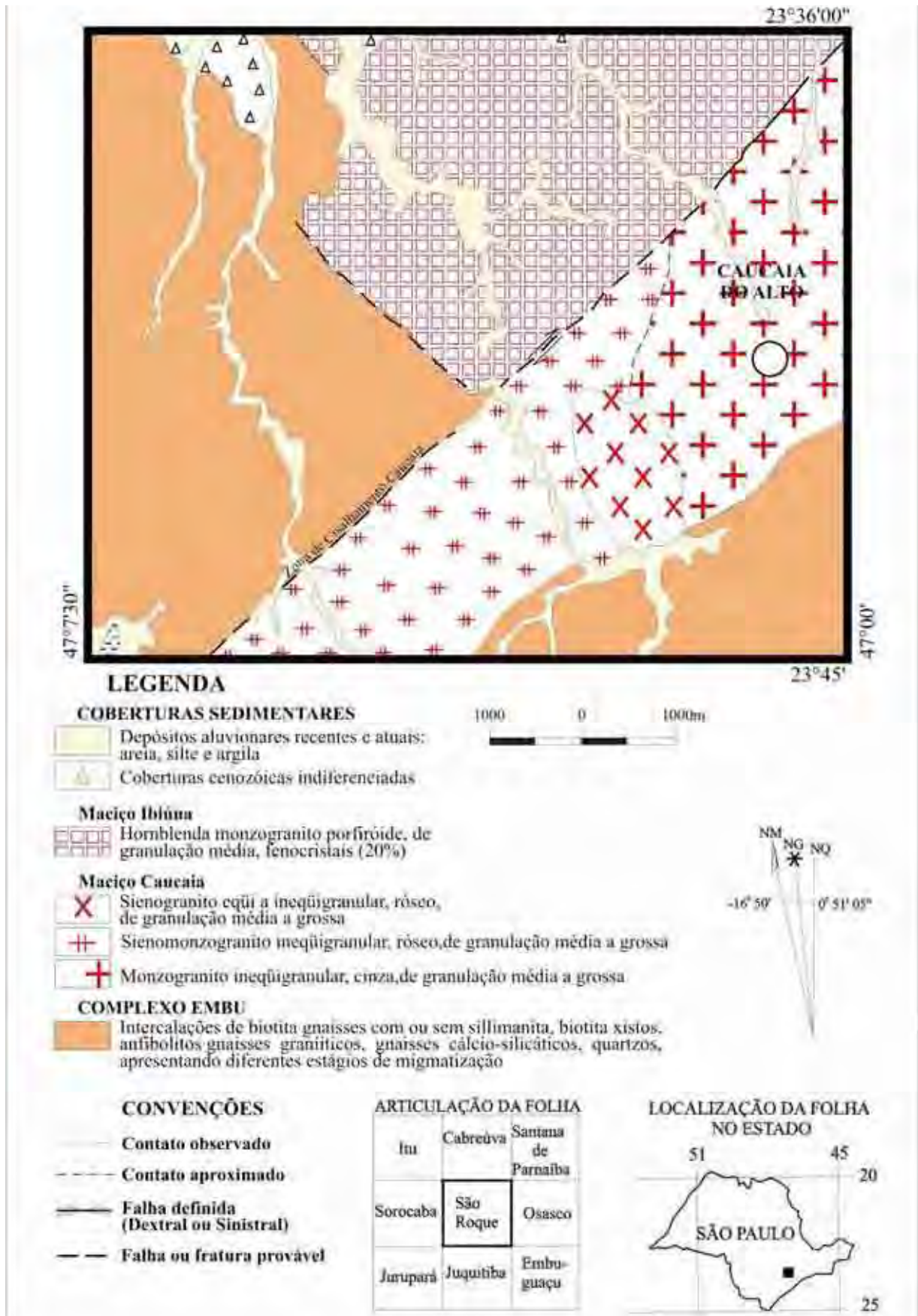


Figura 9. Mapa Geológico esquemático do Maciço Caucaia Fino Cinza (Godoy et al. 1996)

11.3. PETROGRAFIA DAS FÁCIES DO MACIÇO CAUCAIA

Neste item serão descritas novas terminologias para as fácies que facilitem a utilização, padronização e comparação para os estudos de rochas ornamentais e que estarão associadas às terminologias das associações definidas e já utilizadas em Godoy et al., (1996), bem como no mapa geológico de referência. A diferenciação da fácies e ou associações que serão descritas, baseiam-se essencialmente em aspectos macroscópicos e microscópicos, de textura e da cor dos feldspatos, índice de cor, e feições composicionais. O Quadro 7 apresenta o sumário das características petrográficas de uma variedade do Amêndoa Caucaia.

11.3.1. Amêndoa Caucáia Fino Cinza - Tipo 17

O **monzogranito inequigranular cinza de granulação média a grossa** ocupa toda extensão centro-leste do corpo e estende-se para a Folha Osasco. Seus contatos se processam a norte com os granitóides Ibiúna, através da Zona de Cisalhamento Caucaia; a sul com os metassedimentos do Complexo Embu e a leste com as outras faciologias do próprio maciço. Suas relações de contato com a fácies granítica inequigranular rósea não foram observadas e, por outro lado, é cortado pelas rochas da fácies sienogranítica equi a inequigranular rósea.

A amostra estudada encontra-se identificada através de foto do bloco analisado na (Prancha 22), por fotos de maior detalhamento na (Prancha 23.3, 4) e por fotos da fácies tratada por colorimetria, possibilitando a identificação modal das relações de feldspatos (Prancha 24–Fotos A, B).

Trata-se de uma unidade com feições miloníticas marcantes, principalmente nas proximidades da zona de cisalhamento. Internamente exhibe estruturas foliadas de intensidade variável e apenas na porção sul do corpo ocorrem rochas discretamente orientadas. Corresponde a monzogranitos de coloração cinzenta, essencialmente leucocrático com cerca de 5 a 10% de minerais máficos. Encontram-se constituídos por quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita e pelos acessórios titanita, opacos, apatita, zircão e allanita, além de conterem minerais secundários. A granulação destas rochas varia de média a grossa, podendo ser fina quando deformada, fortemente inequigranular, com a presença esporádica de megacristais de microclínio. Microscopicamente exibem textura basicamente cataclástica, dos tipos porfiroclásticas, protomiloníticas, caracterizadas por diferentes intensidades na microgranulação dos minerais (Prancha 25).

O microclínio é o mineral que apresenta os cristais com as maiores dimensões, chegando a constituir megacristais. Estes são esporádicos e normalmente perfazem menos de 5% do volume da rocha, podendo localmente superar a casa dos 10%. Suas dimensões máximas ficam em torno de 2 cm,

exibem cores rosadas e formas retangulares, arredondadas a quadradas, com bordas pouco corroídas, nos termos deformados adquirem formas ovóides, discóides, alongadas e laminadas.

Os cristais da matriz ou da massa rochosa apresentam formas anédricas, muitas vezes de aspecto intersticial, e bastante afetados pelos efeitos deformacionais. No geral apresentam geminações em grade bem desenvolvida, são pertíticos e mostram-se salpicados por pontos de sericita e por argilo-minerais.

O plagioclásio constitui cristais subedrais a anedrais, geminados, com bordas normalmente corroídas e com grau de saussuritização bastante variável. Às vezes exibem delgadas coroas albíticas. Encontram-se, igualmente, bastante afetados pelos efeitos tectônicos.

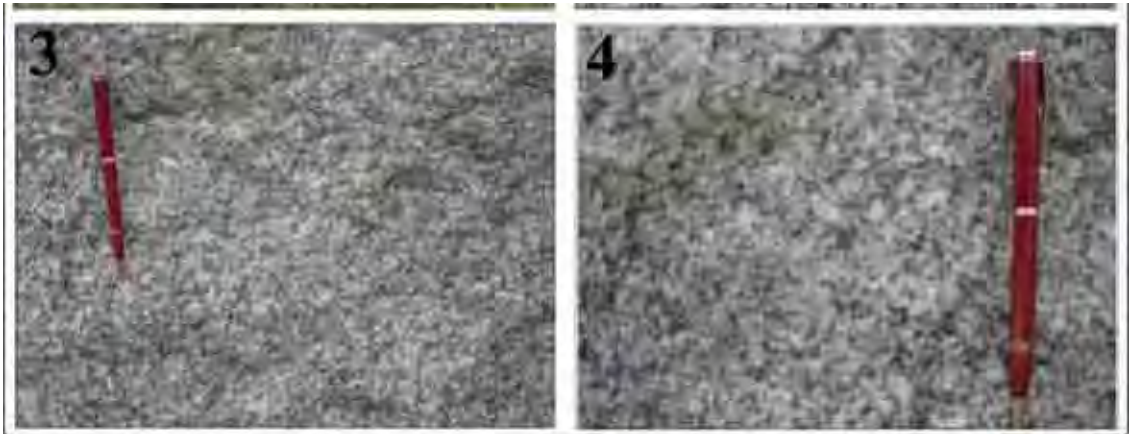
O quartzo encontra-se invariavelmente microgranulado, freqüentemente constituindo agregados poligonizados com formas alongadas a lenticulares e bem orientadas. Em termos gerais apresentam boa reconstituição com extinção desde homogênea a ondulante, e em alguns casos com a presença de grãos alongados a laminados exibindo nítidas bandas de deformação.

A biotita é praticamente o único mineral máfico presente e ocorre sob a forma de pequenos cristais com pleocroísmo marrom, castanho, castanho esverdeado e mesmo verde, normalmente concentrados em cordões lineares e filetes descontínuos. Mostra-se comumente alterada, seja parcial ou totalmente para clorita.

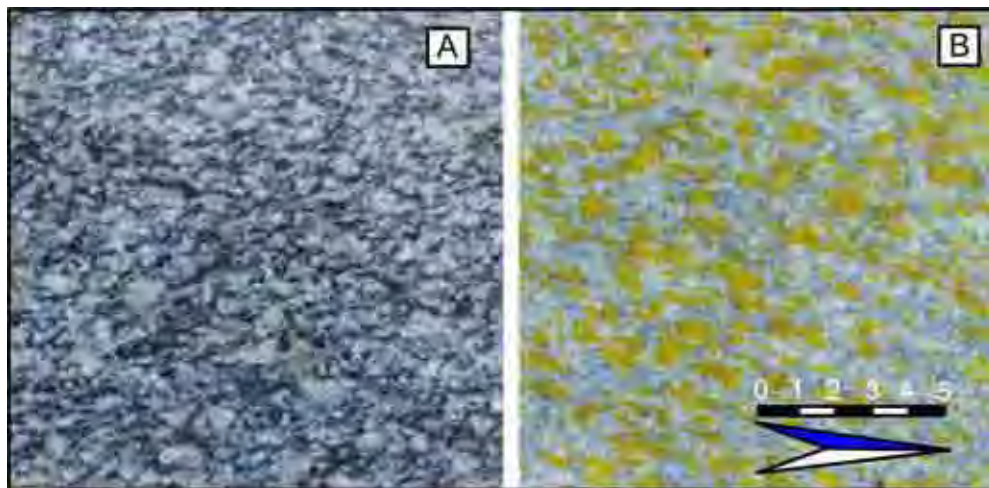
Os minerais secundários estão representados principalmente pelo epidoto, clorita, sericita, muscovita e algum carbonato, sendo que sua quantidade está diretamente relacionada com o grau de deformação exibida pela rocha.



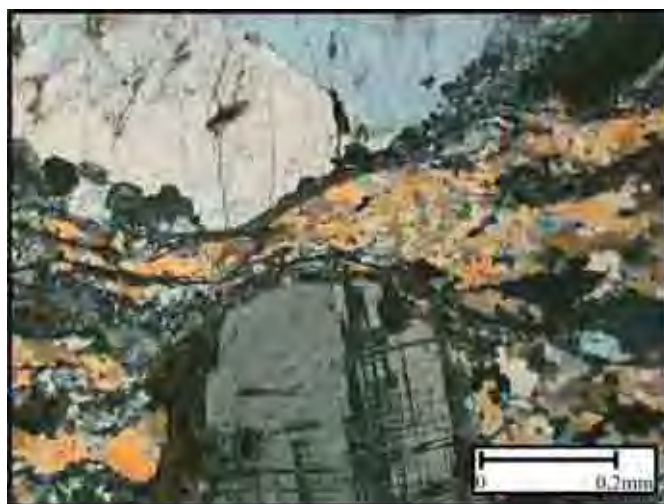
Prancha 22. Foto macroscópica de bloco do principal Tipo de Amêndoa Caucáia Fino Cinza



Prancha 23. Foto macroscópica de afloramento e detalhe do principal Tipo de Amêndoa Caucaía



Prancha 24. Ensaio de Colorimetria do principal Tipo de Amêndoa Caucaía Fino Cinza



Prancha 25. Microfotografia do principal Tipo de Amêndoa Caucaía

Quadro 7. Sumário das características petrográficas da variedade Amêndoa Caucáia

Amostra		Amêndoa Caucáia	
		<i>Fino Cinza</i>	
Feldspato potássico		35	
Plagioclásio		29	
Quartzo		28	
Biotita		5	
Anfibólio		1	
Acessórios	Apatita	Tr	
	Zircão	Tr	
	Opacos	Tr	
	Allanita	Tr	
	Titanita	-	
Secundários	Sericita	Tr	
	Epidoto	Tr	
	Clorita	Tr	
	Carbonato	-	
	Muscovita	-	
Índice de coloração (%)		11	
Estrutura		Anisotrópica	
Textura		Equigranular	
Granulação	Matriz	Fina	
	Fenocristais	Composição	FK/Pl?Qz
		Cor	Cinza
		Forma	Subedrais ovalados
		Tamanho Máximo (cm)	1,5
		Tamanho Médio (cm)	0,3
		Porcentagem (%) - FK	35
Nº de microfissuras /mm ²		0,1	
Micro- fissuras (%)	Intracristalina	100	
	Intercristalina	0	
Contatos (%)	Côncavo/Serrilhado	97	
	Plano	3,0	
	Serrilhado	0	
Alteração Mineral		Média	
Classificação (QAP)		Monzogranito	

12. CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DAS FÁCIES

As análises geoquímicas das variedades estudadas foram realizadas no Laboratório de Geoquímica do DPM/IGCE/UNESP e serão discutidas quanto ao padrão de distribuição dos elementos maiores com vista à caracterização dos litotipos rochosos, possibilitando assim, correlacioná-las à distribuição mineralógica e aos parâmetros físico-mecânicos das rochas.

12.1. AMÊNDOAS SOROCABA

Foram selecionadas no (Quadro 8) as análises geoquímicas das fácies estudadas, tornando-se assim possível a definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores.

Quadro 8. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Sorocaba Godoy (1989)

Amostra(%Peso)		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Escuro (Tpo11)	SO-1	65,00	1,03	15,69	4,59	0,08	1,10	3,36	3,19	4,73	0,44
	SO-1	65,10	1,07	15,87	5,02	0,09	1,11	3,06	3,01	5,28	0,36
	SO-1	66,60	1,42	13,87	5,10	0,06	1,71	1,62	3,22	4,97	0,25
Cinza (Tpo 2)	SO-2	68,10	0,62	14,90	5,16	0,09	0,75	1,61	2,83	5,47	0,25
	SO-2	70,70	0,58	14,11	4,51	0,06	0,22	1,51	3,00	3,97	0,30
	SO-2	71,61	0,13	13,06	4,20	0,03	0,08	0,40	2,66	6,63	0,05
Branco (Tpo 3)	SO-3	70,72	0,56	14,30	3,96	0,08	0,53	1,44	2,74	5,13	0,15
	SO-3	71,52	0,35	15,04	2,68	0,06	0,42	1,19	2,76	5,81	0,13
	SO-3	73,50	0,71	12,39	2,53	0,04	0,76	0,91	3,01	4,92	0,08
Vermelho (Tpo 4)	SO-4	70,27	0,38	13,86	2,76	0,04	0,34	1,52	3,66	6,11	0,14
	SO-4	70,45	0,59	13,78	4,10	0,07	0,68	1,74	2,77	5,19	0,19
	SO-4	71,92	0,43	13,71	2,92	0,05	0,48	1,43	2,87	6,04	0,13
Róseo (Tpo5)	SO-5	69,90	0,54	14,06	4,36	0,08	0,55	1,71	3,05	5,21	0,18
	SO-5	70,73	0,57	15,35	5,41	0,10	0,91	1,69	2,25	2,29	0,06
	SO-5	70,55	0,50	14,02	4,02	0,07	0,54	1,63	2,76	5,28	0,17
Crème (Tpo 6)	SO-6	70,30	0,80	13,85	2,18	0,04	0,92	1,10	3,36	5,62	0,11
	SO-6	71,34	0,57	13,37	4,40	0,08	0,72	1,64	2,61	5,06	0,19
	SO-6	71,64	0,61	12,94	4,08	0,07	0,66	1,73	2,68	4,92	0,20

Em razão das características ácidas dos litotipos estudados os valores de SiO_2 das fácies analisadas mostram-se no intervalo entre 68 e 72% (Figura 10A). Os valores TiO_2 (Figura 10B) são variáveis nas fácies analisadas, apresentando-se mais elevados devido às quantidades maiores de minerais acessórios, como titanita e rutilo, podendo, portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontualmente nas placas.

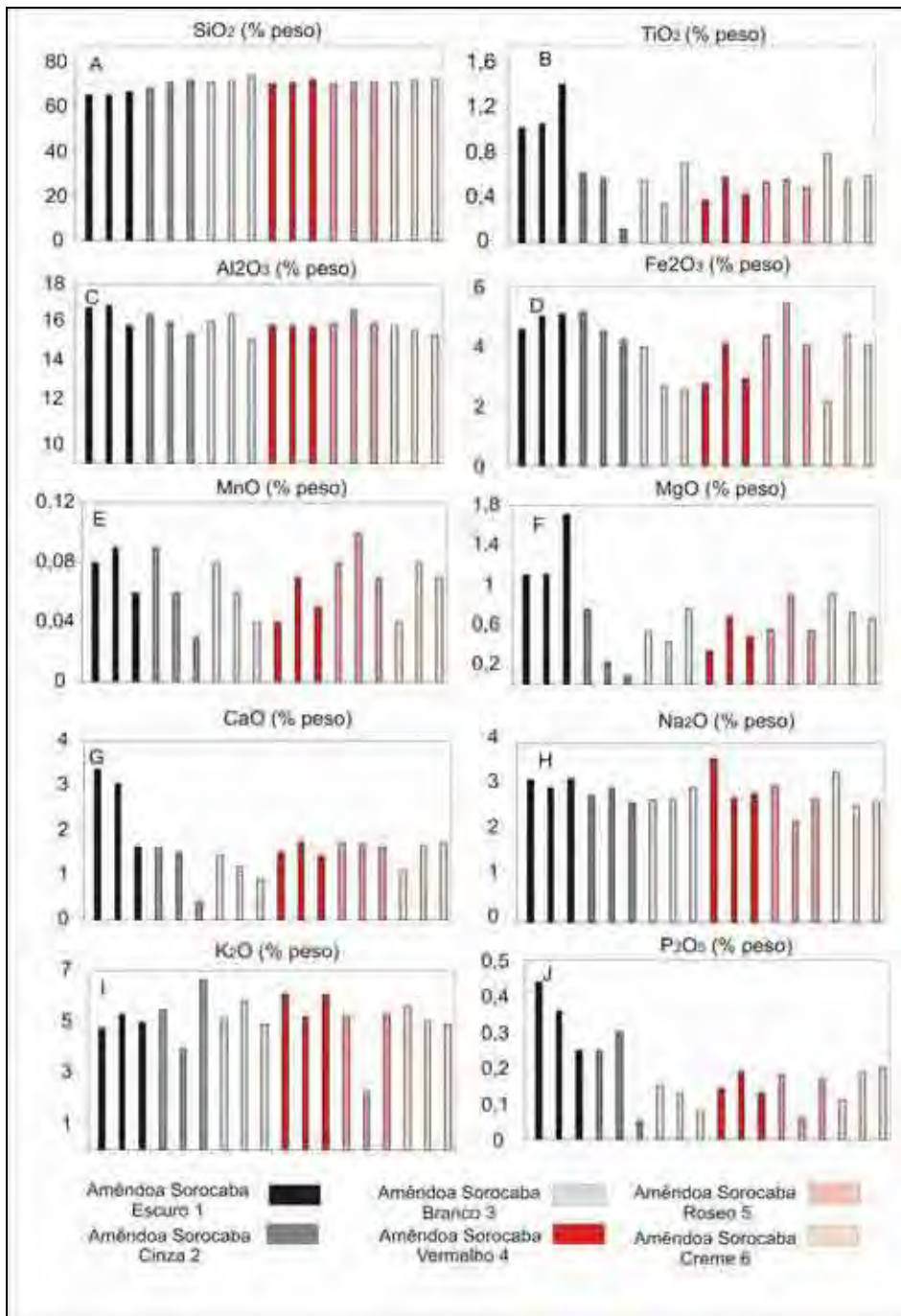


Figura 10. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Sorocaba (Tipos 1 a 6).

Os teores de Al_2O_3 também apresentam diferenças significativas entre as diversas variedades (Figura 10C), mostrando valores mais elevados para as rochas mais enriquecidas em biotitas. Estes altos valores de alumínio e conseqüentemente a presença de teores mais elevados de biotita se refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudados.

Quanto ao óxido Fe_2O_3 (Figura 10.D) encontram-se diretamente correlacionados à presença de minerais máficos (biotitas e/ou hornblendas) e à presença dos minerais opacos (magnetita e ilmenita). Esta relação de valores mais elevados de minerais de Fe propicia a geração de hidróxidos de Fe, que quando em ambientes úmidos, pode proporcionar o aparecimento de manchas avermelhadas. Os valores de MgO e CaO e (Figuras 10F e G) estão diretamente relacionados aos valores mais altos de Al_2O_3 e são reflexos diretos da mineralogia. Os valores de MgO estão presente em razão principalmente de hornblenda. A relação apresentada dos valores de K_2O (Figura 10I) e de Na_2O (Figura 10H) apresenta os valores distribuídos em amplo intervalo, mas apresentando-se elevados, característicos das rochas ácidas, enriquecidas em sílica.

12.2. AMÊNDOAS SÃO FRANCISCO

Foram selecionadas as análises geoquímicas das fácies analisadas do Maciço São Francisco, tornando-se assim possível à definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores da fácies. As análises encontram-se definidas na (Quadro 9): **Tipo 7–Amêndoa São Francisco Vermelho, Tipo 8–Amêndoa São Francisco Rapakivi I (Marrom Montês) e Tipo 9–Amêndoa São Francisco Rapakivi II (Vermelho Anelar).**

Quadro 9. Análises geoquímicas de elementos maiores do Maciço São Francisco Godoy (1989).

Amostra (%Peso)	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	
Vermelho (Tipo 7)	SF-7	74,50	0,43	11,43	0,46	0,02	0,32	0,58	3,32	5,35	0,05
	SF-7	74,70	0,50	11,55	0,44	0,03	0,39	0,74	3,45	5,37	0,05
	SF-7	76,00	0,11	11,84	2,58	0,07	0,01	0,63	3,00	4,82	0,04
Montês (Tipo 8)	SF-8	74,50	0,43	11,43	0,46	0,02	0,32	0,58	3,32	5,35	0,05
	SF-8	74,70	0,50	11,55	0,44	0,03	0,39	0,74	3,45	5,37	0,05
	SF-8	76,00	0,11	11,84	2,58	0,07	0,01	0,63	3,00	4,82	0,04
Anelar (Tipo 9)	SF-9	78,78	0,22	11,63	1,83	0,04	0,05	0,74	2,96	3,74	0,01
	SF-9	78,92	0,08	12,39	2,20	0,09	0,07	0,57	2,85	3,46	0,01
	SF-9	77,51	0,32	14,47	2,26	0,08	0,08	0,92	2,60	3,52	0,01

O padrão geoquímico quanto a SiO_2 é restrito a um intervalo com valores elevados entre 73%

a 79% (Figura 11A). Os valores TiO_2 (Figura 11B) são variáveis nas fácies analisadas e apresentam valores extremamente baixos, que reflete nas menores porcentagens de minerais acessórios, como titanita e rutilo o que dificulta o processo de manchamento amarelado pontualmente nas placas. Os teores de Al_2O_3 também apresentam diferenças significativas entre as diversas variedades (Figura 11C), mostrando valores mais elevados para as rochas mais enriquecidas em biotitas e plagioclásios e conseqüentemente refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudado.

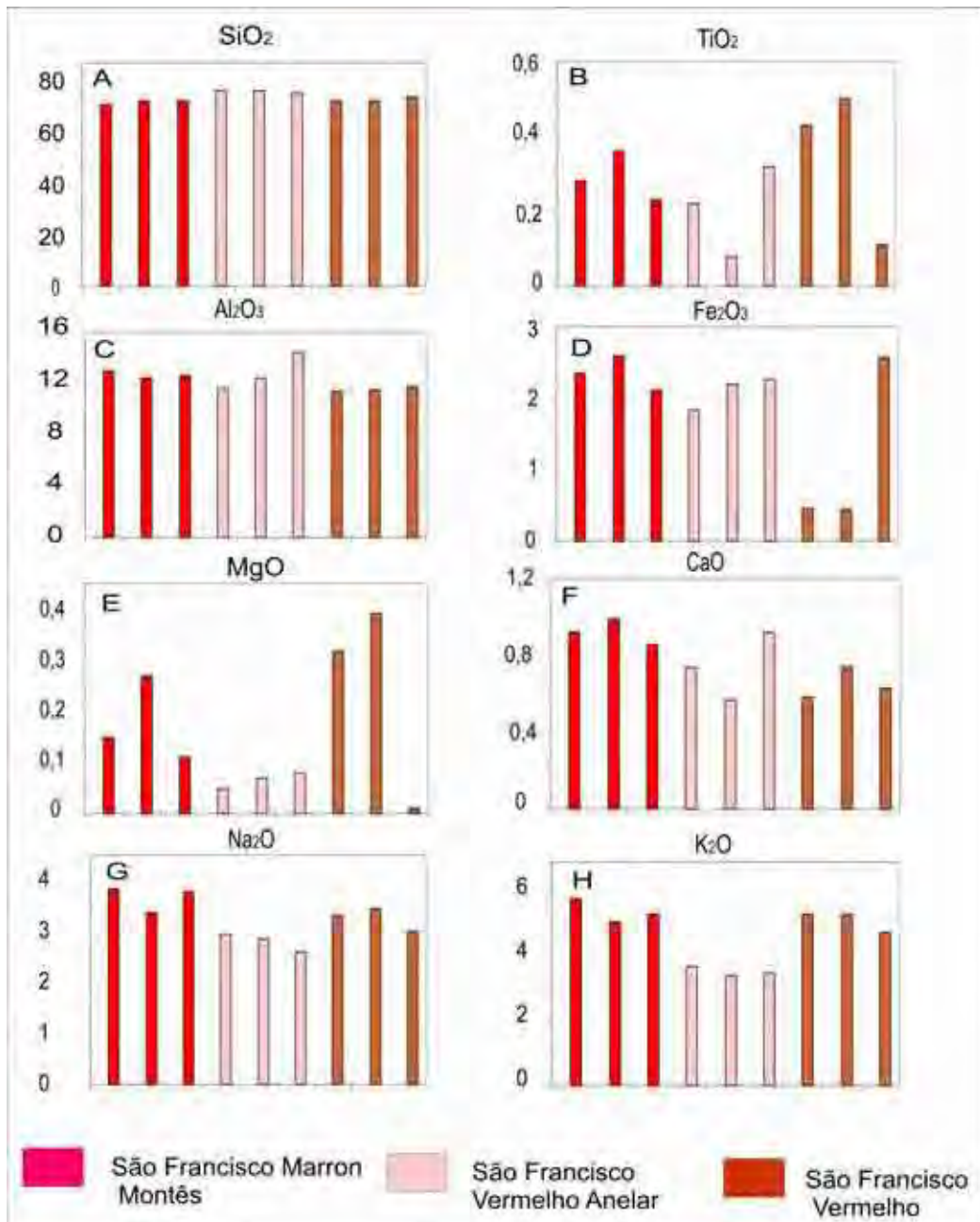


Figura 11. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço São Francisco (Tipos 7 a 9).

Quanto ao óxido Fe_2O_3 (Figura 11D) apresentam-se com valores extremamente baixos refletindo diretamente o caráter hololeucocrático das rochas dado pela pequena presença de minerais biotitas, o que reduzirá os processos de geração de manchamento avermelhadas por hidróxidos de Fe.

Os valores de CaO e MgO (Figuras 11E e 11F) se refletem nas inexpressivas quantidades de biotita e hornblenda, diretamente correlacionado a maior resistência e menor alterabilidade dos tipos estudados. A relação apresentada dos valores de K_2O (Figura 11G) variando entre 3,5 e 6,5% e de Na_2O (Figura 11H) variando entre 2,5 a 5,5% são fortemente elevadas, características das rochas ácidas, enriquecidas em sílica, mas com pequenas diferenças registradas devido aos menores valores apresentados pelo tipo porfirítico vermelho.

12.3. AMÊNDOAS SÃO ROQUE

Foram selecionadas as análises geoquímicas das fácies analisadas do Maciço São Roque, tornando-se assim possível à definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores da fácies. As análises encontram-se definidas na (Quadro 10). **Tipo 10 – Amêndoa São Roque Vermelho e Tipo 11 – Amêndoa São Roque Vermelho Médio.**

Quadro 10. Análises geoquímicas de elementos maiores do Maciço São Roque Godoy et al., (1996)

Amostra (%Peso)		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
Vermelho (Tipo 10)	SR-10	71,68	0,28	14,32	2,53	0,04	0,56	1,51	3,11	5,42	0,15
	SR-10	73,20	0,09	14,25	0,49	0,03	0,19	0,93	3,60	5,24	0,03
	SR-10	69,65	0,41	15,12	2,83	0,04	0,23	1,81	3,58	5,13	0,17
Vermelho médio (Tipo 11)	SR-11	69,51	0,28	14,90	2,43	0,04	0,21	1,51	3,83	5,36	0,24
	SR-11	69,85	0,33	14,79	2,76	0,05	0,26	2,05	3,95	4,28	0,14
	SR-11	70,34	0,30	14,14	2,85	0,10	0,64	1,59	3,56	5,59	0,06

O padrão geoquímico distribui-se no intervalo entre 69 e 73% de SiO_2 , (Figura 12A). Valores elevados de Al_2O_3 (Figura 12C) condicionado a mineralogia dominante silicática, valores de TiO_2 e Fe_2O_3 (Figura 12B e D) que refletem diretamente a presença de titanita, rutilo, magnetita e ilmenita e que podem, portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontual nas placas.

Os valores altos de MgO e CaO, (Figura 12F e G) razão das altas quantidades de biotita e hornblenda e que se refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudados e as relações de valores de K_2O (Figura 12I) e de Na_2O (Figura 12H) vinculados principalmente aos valores elevados de feldspatos alcalinos.

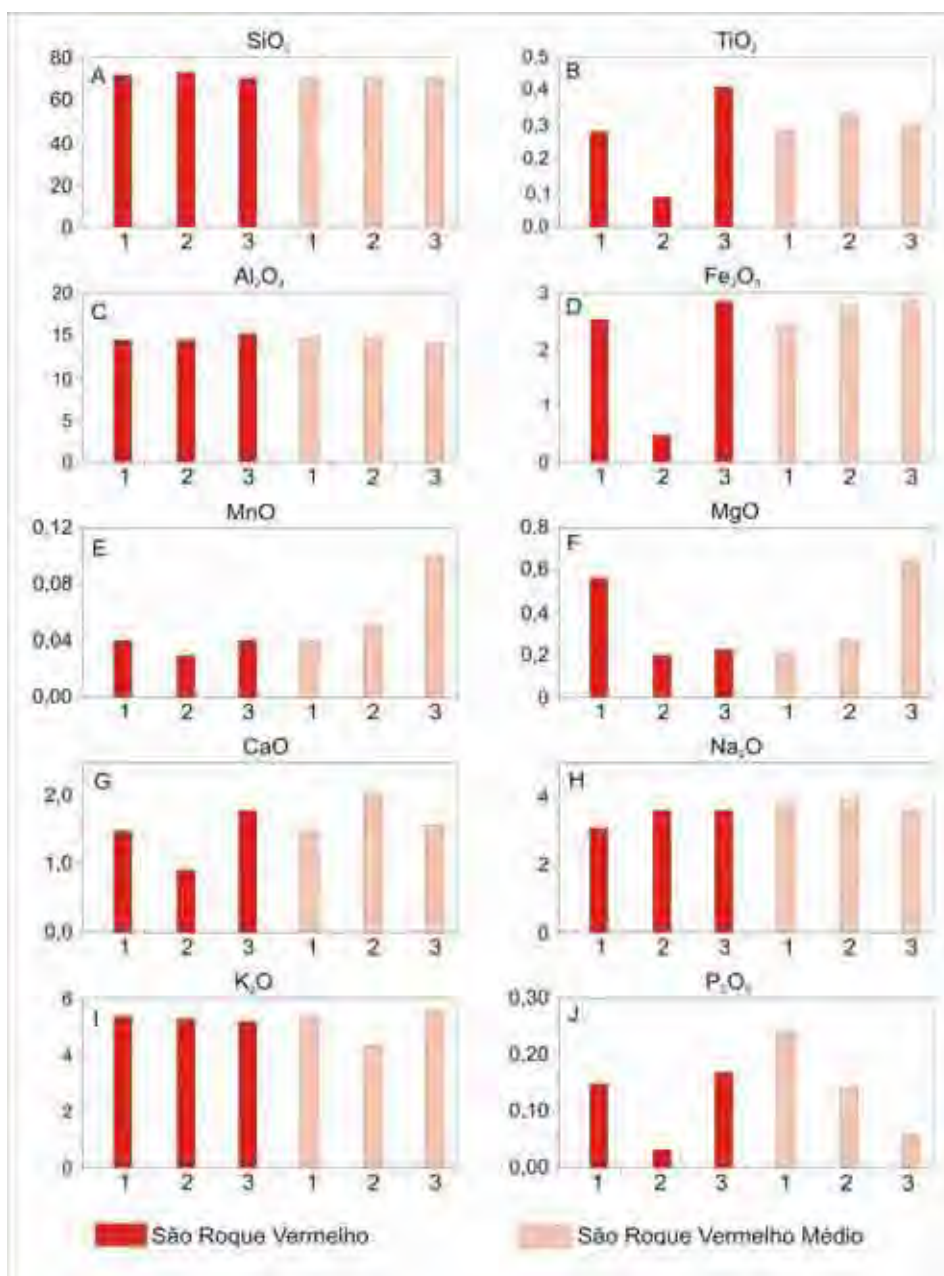


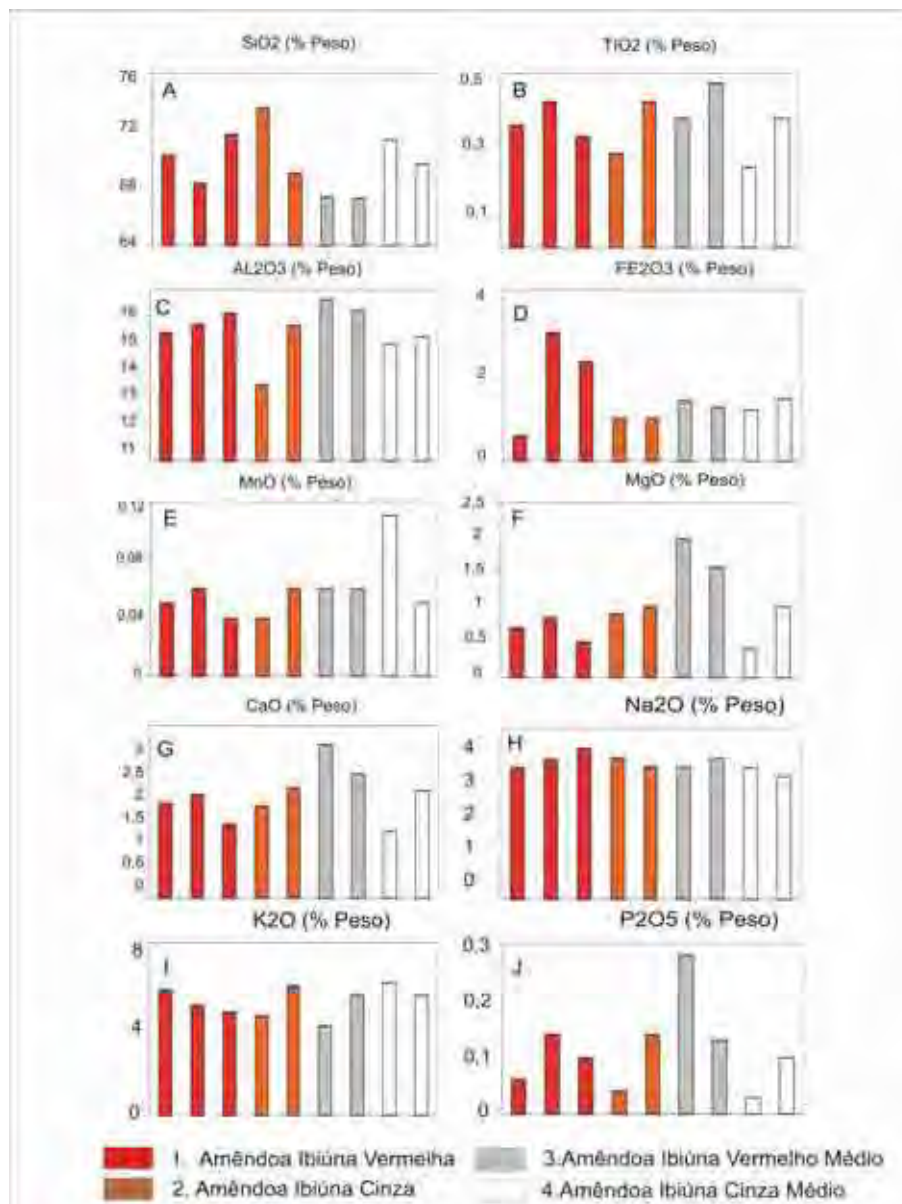
Figura 12. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço São Roque (Tipos 10 e 11).

12.4. AMÊNDOAS IBIÚNA

Foram selecionadas as análises geoquímicas das fácies analisadas do Maciço Ibiúna, tornando-se assim possível à definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores da fácies. As análises encontram-se definidas na (Quadro 11): **Tipo 12 – Amêndoa Ibiúna Vermelho, Tipo 13 – Amêndoa Ibiúna Cinza, Tipo 14 – Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, Tipo 15 – Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.**

Quadro 11. Análises geoquímicas de elementos maiores do Maciço Ibiúna Godoy et al., (1999)

Amostra (%Peso)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
Tipo 12	IB-12	70,32	0,35	14,74	0,59	0,05	0,71	1,65	3,06	5,81	0,06
	IB-12	68,33	0,42	15,00	3,01	0,06	0,84	1,79	3,26	5,09	0,14
	IB-12	71,73	0,32	15,30	2,31	0,04	0,50	1,28	3,53	4,78	0,10
Tipo 13	IB-13	73,56	0,27	13,20	1,00	0,04	0,90	1,60	3,29	4,61	0,04
	IB-13	69,00	0,42	14,94	1,00	0,06	1,00	1,90	3,09	5,98	0,14
Tipo 14	IB-14	67,42	0,37	15,70	1,42	0,06	1,97	2,67	3,09	4,14	0,28
	IB-14	67,25	0,47	15,40	1,25	0,06	1,58	2,15	3,29	5,61	0,13
Tipo 15	IB-15	71,35	0,23	14,44	1,20	0,11	0,41	1,15	3,08	6,13	0,03
	IB-15	69,70	0,37	14,64	1,45	0,05	1,01	1,86	2,87	5,56	1,10

**Figura 13.** Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Ibiúna (Tipos 12 a 15).

O padrão geoquímico distribui-se no intervalo entre 67 e 71% de SiO₂, (Figura 13A) valores elevados de Al₂O₃ (Figura 13C) condicionado a mineralogia dominante silicática.

Os valores de TiO₂ e Fe₂O₃ (Figura 13B e D) que refletem diretamente a presença de titanita, rutilo, magnetita e ilmenita e que podem, portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontual nas placas.

Os valores altos de MgO e CaO, (Figura 13F e G) razão das altas quantidades de biotita e hornblenda e que se refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudados.

As relações de valores de K₂O (Figura 13I) e de Na₂O (Figura 13H) vinculados principalmente aos valores elevados de feldspatos alcalinos.

12.5. AMÊNDOAS PIEDADE

Foram selecionadas as análises geoquímicas da fácies analisada do Maciço Piedade, tornando-se assim possível à definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores da fácies. As análises encontram-se definidas na (Quadro 12): **Tipo 15 – Amêndoa Piedade Róseo**

Quadro 12. Análises geoquímicas de elementos maiores das rochas do Maciço Piedade.

Amostra (%Peso)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
Róseo (Tipo 16)	PI-16	67,59	0,71	15,50	3,44	0,06	0,88	1,40	3,14	6,37	0,34
	PI-16	67,85	0,55	15,44	3,65	0,06	0,96	1,84	3,85	5,16	0,30
	PI-16	69,88	0,42	15,04	3,29	0,11	1,42	2,77	2,12	5,01	0,16

O padrão geoquímico distribui-se no intervalo entre 67 e 70% de SiO₂, (Figura 14A) valores elevados de Al₂O₃ (Figura 14C) condicionado a mineralogia dominante silicática.

Os valores de TiO₂ e Fe₂O₃ (Figura 14B e D) que refletem diretamente a presença de titanita, rutilo, magnetita e ilmenita e que podem, portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontual nas placas.

Os valores altos de MgO e CaO, (Figura 14F e G) razão das altas quantidades de biotita e hornblenda e que se refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudados.

A relações de valores de K₂O (Figura 14I) e de Na₂O (Figura 14H) vinculados principalmente aos valores elevados de feldspatos alcalinos.

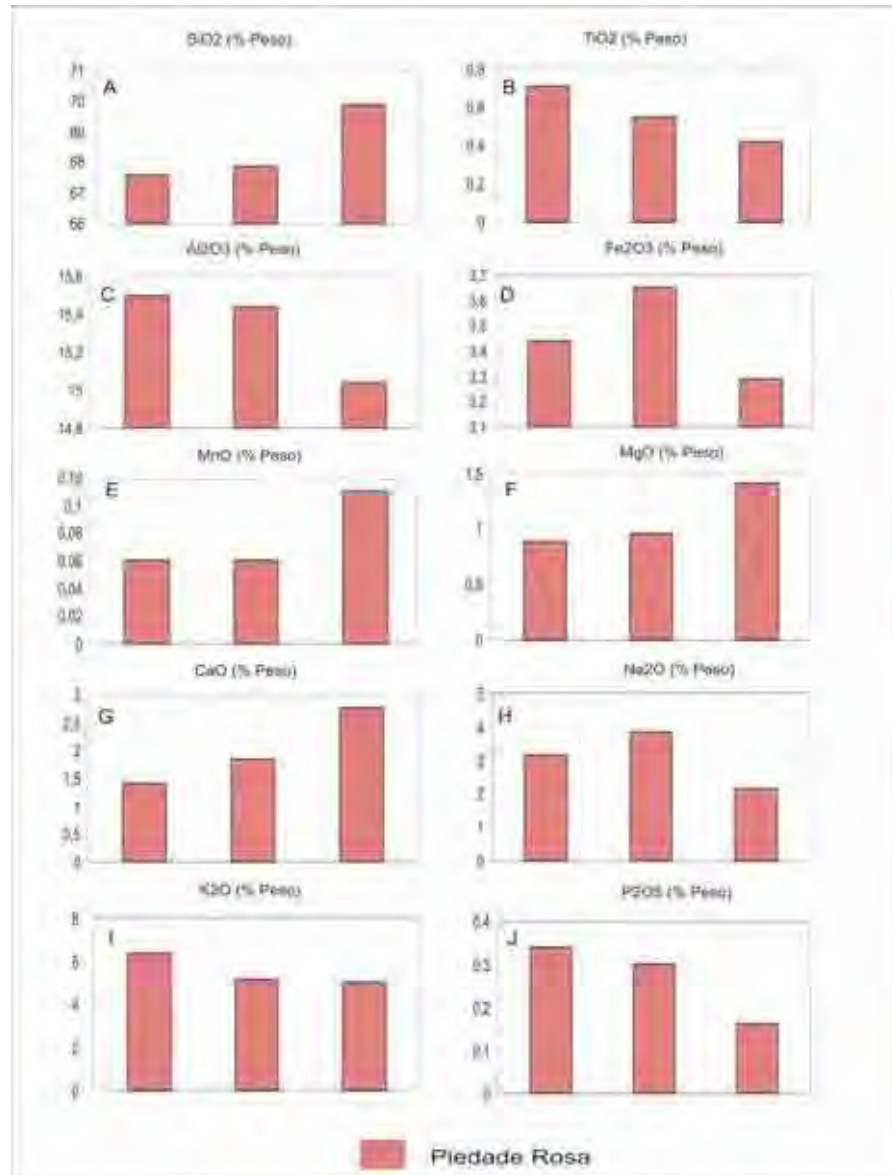


Figura 14. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Piedade (Tipo 16).

12.6. AMÊNDOA CAUCÁIA

Foram selecionadas as análises geoquímicas da fácies analisada do Maciço Caucaia, tornando-se assim possível a definição do intervalo padrão de variação dos elementos maiores da fácies.. As análises encontram-se definidas na (Quadro 13): **Tipo 17 – Amêndoa Caucaia Cinza.**

O padrão geoquímico distribui-se no intervalo entre 70 e 71% de SiO₂, (Figura 15A) valores elevados de Al₂O₃ (Figura 15C) condicionado a mineralogia dominante silicática, valores de TiO₂ e Fe₂O₃ (Figura 15B e D) que refletem diretamente a presença de titanita, rutilo, magnetita e ilmenita e que podem, portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontual nas placas, valores altos

de MgO e CaO, (Figura 15F e G) razão das altas quantidades de biotita e hornblenda e que se refletem na resistência e alterabilidade dos tipos estudados e as relações de valores de K₂O (Figura 15G) e de Na₂O (Figura 15H) vinculados principalmente aos valores elevados de feldspatos alcalinos.

Quadro 13. Análises geoquímicas de elementos maiores do Maciço Caucaía Godoy et al, (1996).

Amostra (%Peso)		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Caucaía (Tipo 17)	CA-17	70,60	0,35	14,63	2,74	0,07	0,60	1,50	3,11	5,50	0,05
	CA-17	71,21	0,35	14,59	2,06	0,04	0,62	1,50	3,08	5,72	0,03

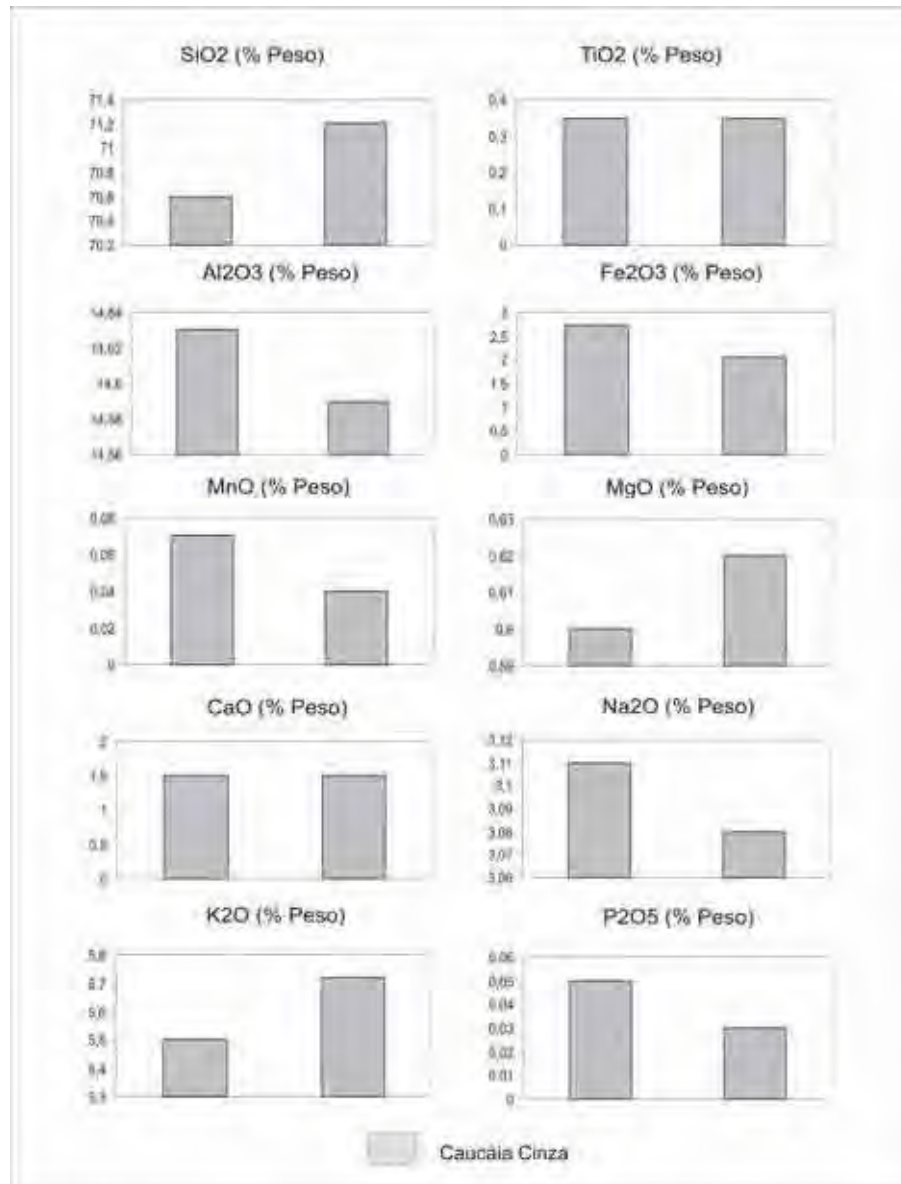


Figura 15. Distribuição dos elementos maiores das rochas do Maciço Caucaía (Tipo 17).

12.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto aos aspectos geoquímicos das variedades analisadas encontra-se definidos nos (Quadro 8, 9, 10, 11, 12, 13) e discutidos quanto ao padrão de distribuição dos elementos maiores, com vista à caracterização dos litotipos rochosos, possibilitando assim, correlacioná-las à distribuição mineralógica e aos parâmetros físico-mecânicos das rochas.

Em razão das características ácidas dos litotipos estudados os valores de SiO₂ das fácies analisadas mostram-se no intervalo entre 68 e 79% (Figura 16) (Estas figuras e outras citadas neste capítulo elas deveriam ter sido discutidas bem mais detalhada ao longo do texto e não neste capítulo)

Observa-se que os padrões de distribuição das rochas do Maciço São Francisco apresentam valores mais elevados de sílica, resultando, portanto na resistência menor ao desgaste abrasivo. No geral as amostras dos diversos maciços distribuem-se ao redor de 70% SiO₂, o que definem, portanto uma série de rochas com valores de boa resistência, se considerar somente este fator.

Os teores de Al₂O₃ também apresentam diferenças significativas entre as diversas variedades, mostrando valores mais elevados para as rochas mais enriquecidas em biotitas. As variedades com maiores teores alumínio apresentam comportamento inverso, com redução da sílica (Figura 17).

Estes altos valores de alumínio, baixa sílica e conseqüentemente a presença de teores mais elevados de biotita se refletem na menor resistência abrasiva e também maior alterabilidade dos tipos estudados.

Os valores TiO₂ (Figura 18) são variáveis nas fácies analisadas, apresentando-se mais elevados devido às quantidades maiores de minerais acessórios, como titanita e rutilo, podendo portanto, refletir no processo de manchamento amarelado pontualmente nas placas. Cuidados são exigidos ao acentuado teor apresentado no Tipo Sorocaba Escuro, que necessariamente exigem restrições a ambientes de alta umidade.

Quanto ao óxido Fe₂O₃ (Figura 19) (Estas figuras e outras citadas neste capítulo elas deveriam ter sido discutidas bem mais detalhada ao longo do texto e não neste capítulo) encontram-se diretamente correlacionados à presença de minerais máficos (principalmente a biotitas e secundariamente hornblendas) e à presença dos minerais opacos (magnetita e ilmenita). Esta relação de valores mais elevados de minerais de Fe propicia a geração de hidróxidos de Fe, quando em ambientes úmidos, podendo ocorrer o aparecimento de manchas avermelhadas. As rochas do Maciço Sorocaba apresentam os maiores valores de ferro, o que refletem na maior quantidade de biotita e entre as rochas analisadas exige maiores restrições de uso a ambiente úmidos.

Os valores de CaO (Figuras 20) e MgO (Figura 21) (Estas figuras e outras citadas neste capítulo elas deveriam ter sido discutidas bem mais detalhada ao longo do texto e não neste capítulo) estão diretamente relacionados a presença biotita, mas acentuado a presença de hornblenda e/ou

cloritas resultados de processos de uralitização de piroxênio e/ou hornblenda. Quando da presença de hornblenda ainda preservada fica maior o processo restritivo a uso em ambiente de alta umidade em função da fácil transformação em micas a argilo minerais.

A relação apresentada dos valores de K_2O (Figura 22) e de Na_2O (Figura 23) são fortemente elevadas, características das rochas ácidas, enriquecidas em sílica, mas com pequenas diferenças registradas entre os litotipos de pequenas amplitudes e encontram-se diretamente relacionada ao alumínio na constituição dos feldspatos, mas inverso ao magnésio e cálcio.

A relação apresentada dos valores de MnO (Figura 24) apresentam baixos não caracterizando proibições de seu uso.

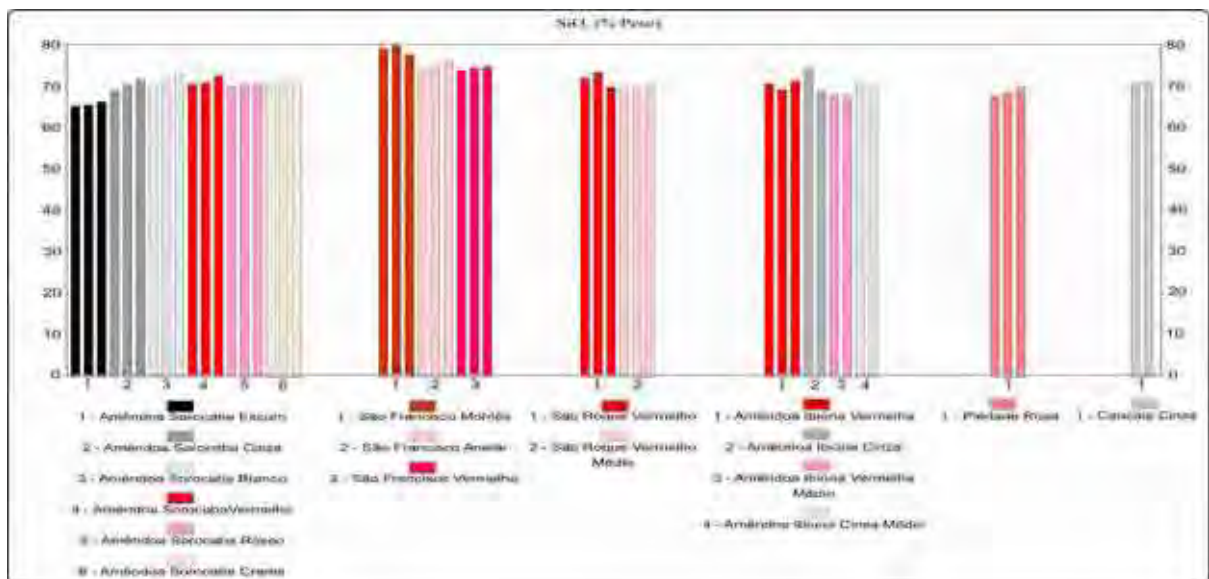


Figura 16. Correlação dos teores de SiO_2 dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

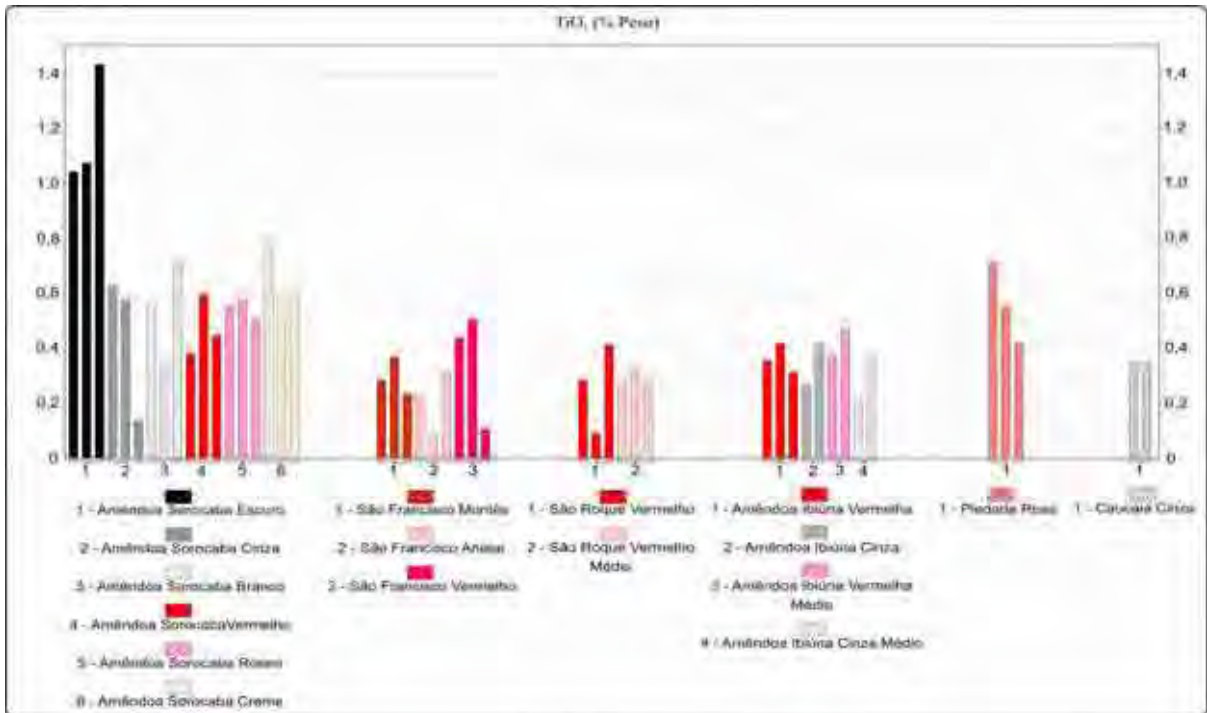


Figura 17. Correlação dos teores de TiO₂ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

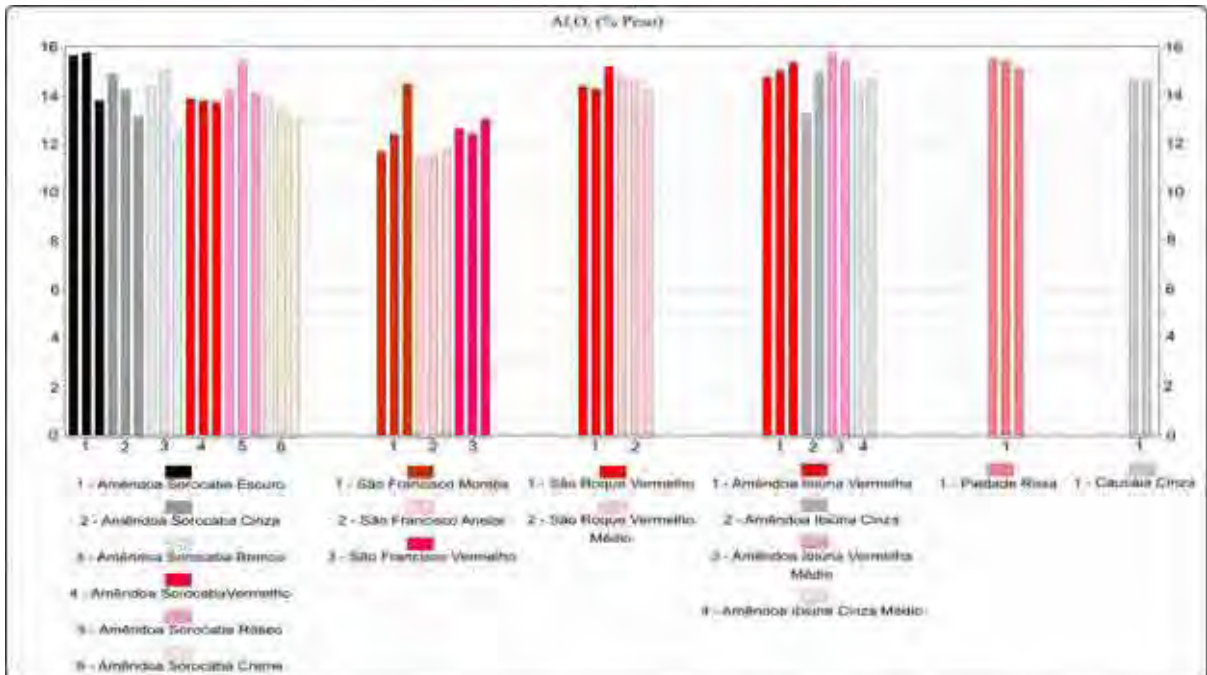


Figura 18. Correlação dos teores de Al₂O₃ dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

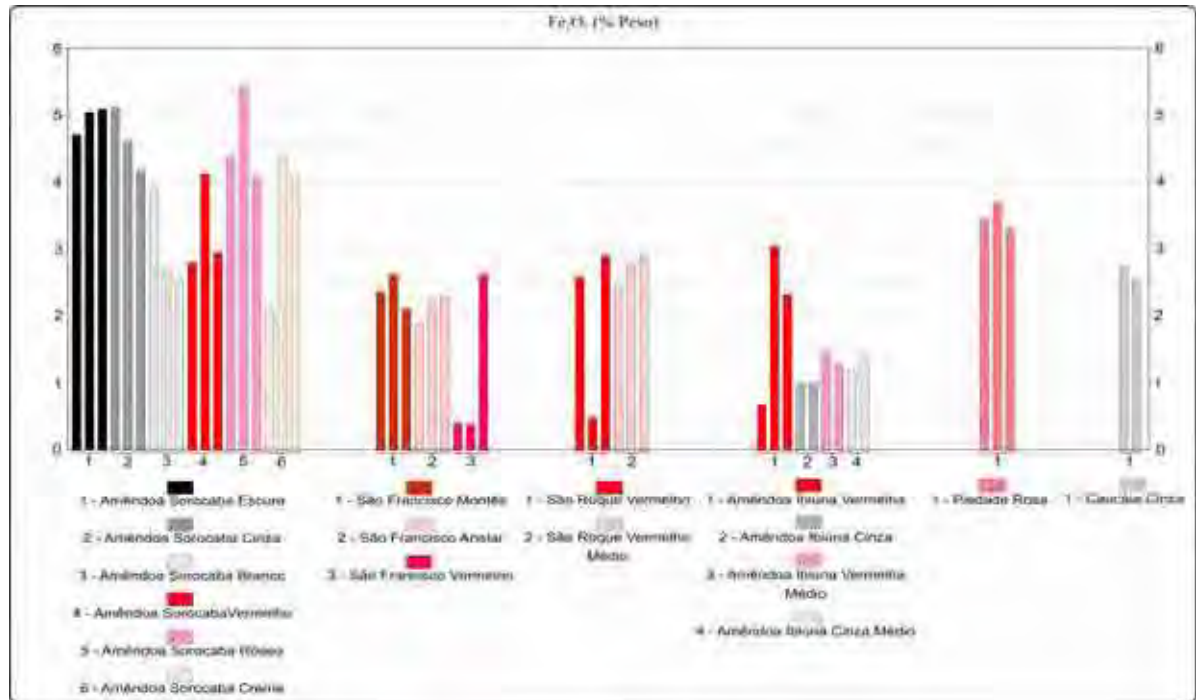


Figura 19. Correlação dos teores de Fe_2O_3 dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

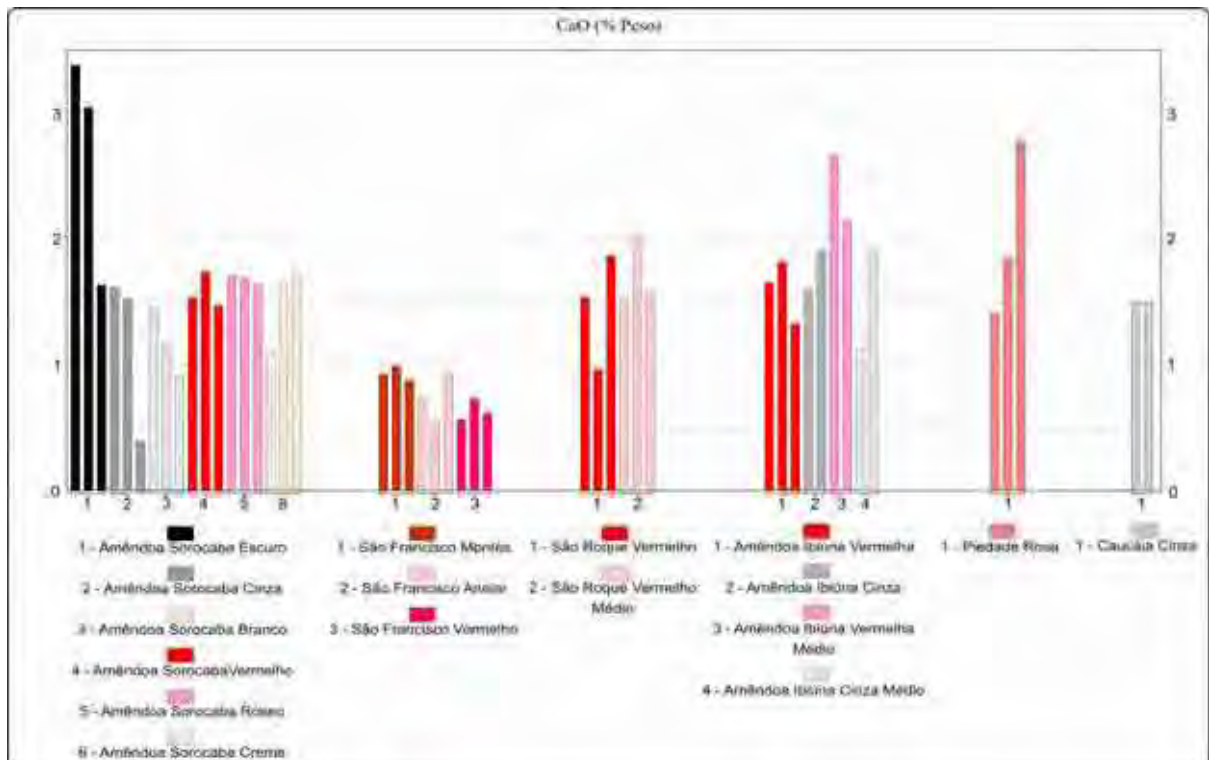


Figura 20. Correlação dos teores de CaO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

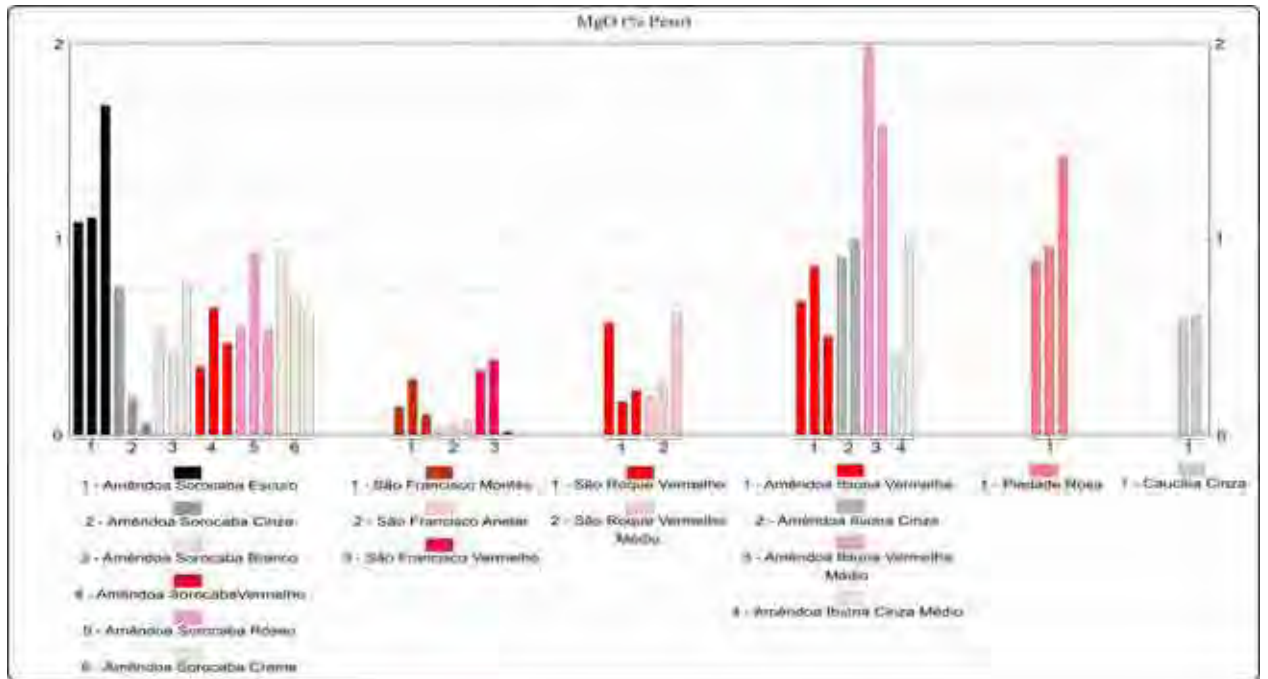


Figura 21 Correlação dos teores de MgO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

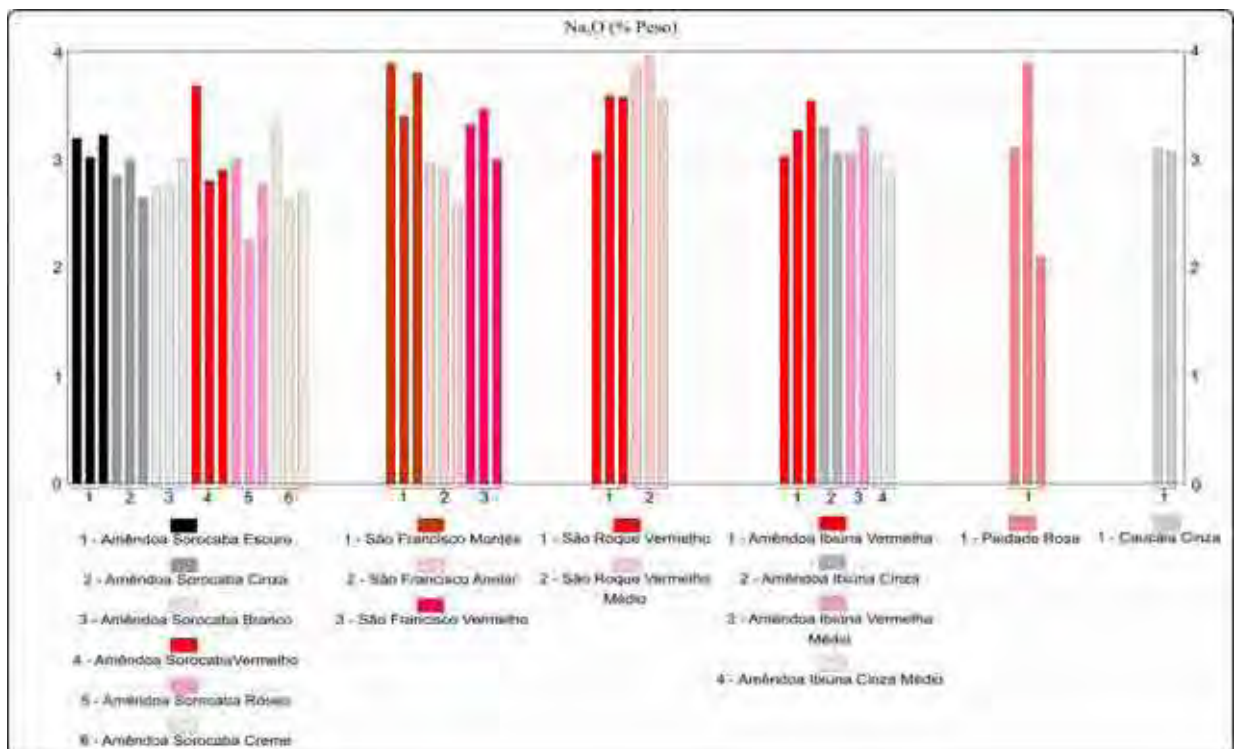


Figura 22. Correlação dos teores de Na₂O dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

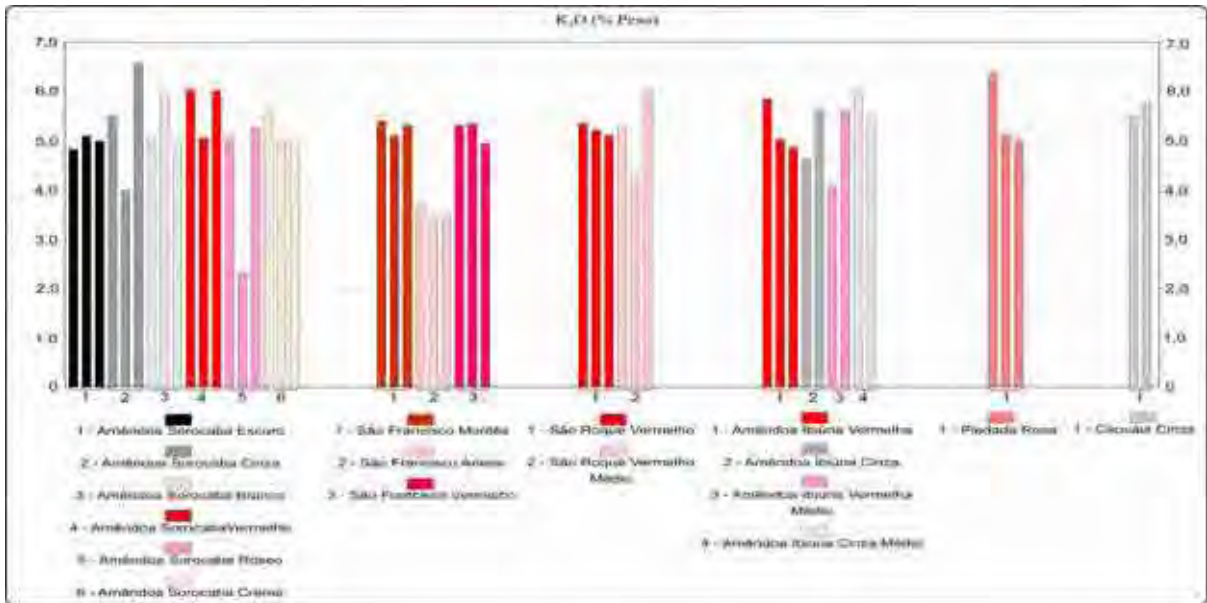


Figura 23. Correlação dos teores de K₂O dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

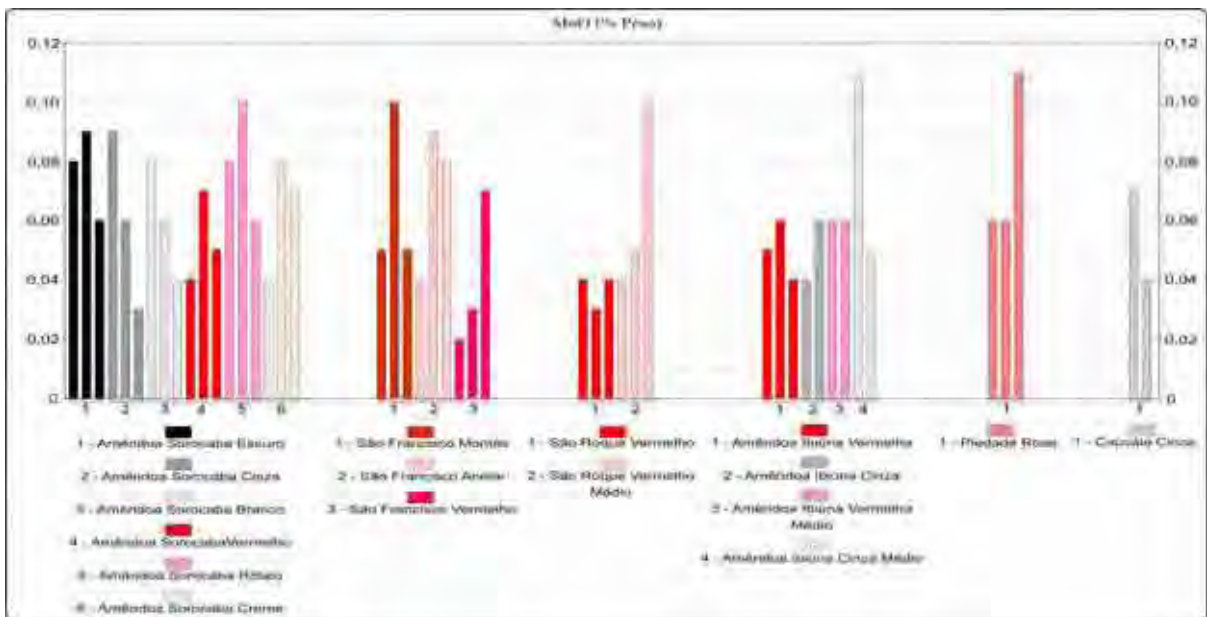


Figura 24 Correlação dos teores de MnO dos maciços granitóides (Tipos 1 a 17).

13. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

No sentido de caracterizar tecnologicamente os tipos ornamentais, suas características físicas e mecânicas foram analisadas através dos ensaios de índices físicos, resistência à compressão uniaxial, resistência à flexão pelo método três pontos – *Flexão 3 pontos*, desgaste abrasivo AMSLER, velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais (VPO) e ensaio de dilatação térmica linear.

Os resultados desses ensaios foram correlacionados com os aspectos mineralógicos, texturais e estruturais dessas rochas, visando o melhor entendimento do comportamento físico-mecânico apresentado por elas diante das diversas solicitações.

Os valores médios referentes aos ensaios realizados encontram-se resumidos em tabelas e diagramas ao longo dos respectivos itens e o Quadro 14 apresenta outros valores, o que facilita as análises do comportamento das rochas graníticas estudadas nesta Tese, possibilitando assim uma melhor visualização do comportamento das mesmas, além de possibilitar melhor correlações entre os diferentes parâmetros obtidos.

As análises foram realizadas no Laboratório de Rochas Ornamentais do DPM/ICGE/UNESP. Durante as discussões e interpretações dos resultados tecnológicos obtidos para os granitos estudados, em termos de suas qualificações como materiais ornamentais e de revestimento procurou-se correlacionar os resultados com os valores limítrofes fixados pela norma C-615 (ASTM, 1992) e naqueles sugeridos por Frazão e Farjallat (1995).

A etapa de caracterização tecnológica dos materiais estudados contemplou a realização dos principais ensaios para a determinação das propriedades físicas e mecânicas, obedecendo aos procedimentos normativos apresentados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ASTM (American Society for Testing and Materials).

Os índices físicos quanto aos parâmetros *massa específica aparente, porosidade e absorção d'água aparente* foram efetuados, segundo a norma NBR 12766 da ABNT(1992b);

Os valores de resistência à *compressão uniaxial* foram obtidos, segundo a norma NBR 12767 da ABNT (1992c);

Os valores de resistência à flexão pelo método três pontos – *Flexão 3 pontos* foram obtidos, segundo a norma NBR 12763 da ABNT (1992d);

O ensaio para determinação do *desgaste abrasivo Amsler* seguiu-se a norma NBR 12042 da ABNT (1992e);

Os valores de determinação da dilatação térmica linear (β) foram determinados, de acordo com a norma NBR – 12756 (ABNT, 1992f).

Os valores de *velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais* foram obtidos, segundo a norma ASTM D2845 (ASTM, 1995) e C880 (ASTM, 1998).

Quadro 14. Valores médios para análises e correlações dos Granitos Amêndoa

Nome da Rocha	β (médio) $\times 10^{-3}$ mm/m°C	*Granulação-FK (cm)	Qtzo %	Porosidade %	VPA (m/s)	VPD (m/s)	VP (média)	Micro - fissura (mm ²)	SiO ₂ Livre %	FK %	Índice de cor (%)	Contato predominant	Iteração
S. E. (Tipo 1)	5,45	3,0	20,0	0,42	6440,0	6439,1	6347,8	1,7	65,5	29,0	20	CS	M
S. Cza. (Tipo 2)	6,15	4,0	26,0	0,90	5383,3	5544,9	5464,1	1,9	70,1	31,0	15	P	A
S. B. (Tipo 3)	8,05	4,8	30,0	0,69	4622,1	5672,0	5147,1	1,3	71,9	34,0	8	CS	A
S. V. (Tipo 4)	7,85	5,0	28,0	0,69	5331,1	5871,6	5601,4	1,2	70,8	32,0	9	CS	A
S. R. (Tipo 5)	9,55	4,0	27,0	0,60	5302,1	5578,3	5440,2	1,8	70,3	33,0	8	CS	M
S. Cme. (Tipo 6)	7,25	4,0	23,0	0,69	5156,4	5482,3	5303,2	1,8	71,0	35,0	8	CS	M
S.F.V. (Tipo 7)	7,55	2,0	33,0	0,89	4614,9	5750,6	5182,1	0,9	75,0	39,0	6	CS	A
S.F.M.M. (Tipo 8)	7,10	3,0	29,0	0,29	6359,6	6700,7	6530,2	0,5	74,0	37,0	6	CS	M
S.F.A (Tipo 9)	6,60	2,0	30,0	0,60	5818,7	5789,1	5115,0	0,7	78,3	40,0	3	CS	A
S.R.V. (Tipo 10)	7,00	2,5	29,0	0,34	5584,5	6372,9	5978,7	0,4	71,5	34,0	13	CS	A
S.R.V.M. (Tipo 11)	6,05	3,0	29,0	0,41	6064,3	6385,8	6223,3	0,3	69,9	35,0	12	CS	A
I.V. (Tipo 12)	8,15	4,5	28,0	0,67	4687,1	5563,3	5125,2	0,8	70,1	30,0	14	CS	A
I.C. (Tipo 13)	8,00	3,5	29,0	0,88	4227,6	5051,4	4639,5	1,9	71,2	32,0	10	CS	A
I.V.M. (Tipo 14)	7,45	1,0	27,0	0,54	5721,3	6258,8	5990,0	1,0	67,3	27,0	6	CS	M
I.C.M. (Tipo 15)	7,95	2,0	26,0	0,45	5757,0	6151,3	5964,8	1,7	69,7	32,0	14	CS	A
P.R. (Tipo 16)	7,00	2,5	24,0	0,52	5849,6	5903,8	5876,7	0,2	68,4	28,0	11	CS	M
C.F.C. (Tipo 17)	6,10	1,5	28,0	0,60	5393,0	5632,8	5512,9	0,1	70,9	35,0	11	CS	M

β (Dilatação T. Linear) – VPA (Veloc. de Pulso Antes da Dilatação) – VPD (Veloc. de Pulso Depois da Dilatação) –

*Colorimetria -CS (Concavo Serrilhado) – P (Plano) – A (Alta) – M (Média)

13.1. AMÊNDOAS SOROCABA

O Quadro 15 apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Sorocaba e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 26 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figuras 25 os valores obtidos em gráficos e a Figura 26 a correlação entre os ensaios. O Amêndoa Sorocaba é caracterizado pelos tipos: **Tipo 1 – Amêndoa Sorocaba Escuro, Tipo 2 – Amêndoa Sorocaba Cinza, Tipo 3 – Amêndoa Sorocaba Branco, Tipo 4 – Amêndoa Sorocaba Vermelho, Tipo 5 – Amêndoa Sorocaba Róseo, Tipo 6 – Amêndoa Sorocaba Creme**, Godoy (2004 e 2005).

Quadro 15. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Sorocaba, e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995).

Grupo A	ASTM (1995)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoa Sorocaba					
			Escuro (Tipo1)	Cinza (Tipo 2)	Branco (Tipo 3)	Verm. (Tipo 4)	Rosa (Tipo 5)	Creme (Tipo 6)
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,42	0,90	0,69	0,69	0,60	0,69
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,16	0,34	0,26	0,26	0,22	0,26
Massa específica seca (Kg/m³)	≥2560	≥2550	2700	2670	2700	2660	2670	2660
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,58	0,51	0,73	0,74	0,60	0,74
Modulo Ruptura 3 pto (MPa)	≥10,34	≥10,0	14,817	12,678	10,851	10,403	11,058	10,602
Compressão uniaxial (MPa)	≥131	≥100	154,24	151,02	118,88	174,48	121,91	123,59
VPO (m/s) Três pontos			5039,95	4430,40	4602,23	4760,59	4816,08	4554,00

A porosidade aparente (Figura 25A) e a absorção d'água (Figura 25B) dos tipos analisados apresentam valores variáveis, porém próximos uns dos outros. Valores ligeiramente mais altos desses parâmetros Tipo 2 é devido a transformação de minerais máficos e mais raramente dos feldspatos que estão mais desenvolvidos. Valores melhores (Tipo 1 Escuro) encontram-se diretamente vinculado a granulação mais fina da matriz desta rocha. Numa rocha com maior valor de porosidade (Tipo 2 - Cinza), esse volume de vazios promove nessa rocha um retardo na propagação de ondas, mostrando, portanto uma velocidade menor. Concluindo, a porosidade deve ser mais intensamente influenciada pelo grau de alteração e pela presença de fraturas (Tipo 2 – Cinza) e secundariamente pelos tipos de

contato e granulação. Os valores obtidos para esses materiais não restringem a aplicação em ambientes interiores ou exteriores. Ressalta-se apenas a observação da presença ou não de cavidades provenientes de alteração nos tipos, que embora raras, devem ter sua presença monitorada, e quando constatada, devem ser impermeabilizadas com produtos adequados, disponíveis no mercado.

Os valores de massa específica aparente (Figura 25C) encontram-se acima dos valores normativos, sendo muito próximos e refletindo a similaridade composicional entre as amostras analisadas. Valores mais elevados como o Tipo 3 que possui 8% de máficos portanto com 50% menos que o tipo 2 se deve a maior porosidade do tipo 2 (quanto maior a porosidade menor a densidade).

O ensaio para determinação do *desgaste abrasivo Amsler* (Figura 25D): todos os valores obtidos mostram-se inferiores ao limite máximo proposto por Frazão & Farjallat (1995). Os valores do desgaste são reflexos do número médio de fraturas (%), porcentagens de feldspato potássico (FK), além da porcentagem de quartzo, portanto, o Tipo 6 possui a maior porcentagem de quartzo e menor de feldspato potássico e por isso apresenta menor desgaste abrasivo, já os Tipos 1 e 4, possuem pouco quartzo e muito feldspato potássico, portanto deve apresentar maior desgaste em relação às rochas deste grupo. Dessa forma os valores de desgaste não são proibitivos para a aplicação dessas rochas como revestimentos de pisos, cabendo, entretanto, bastante cuidado para a aplicação em pisos de alto tráfego, especialmente em áreas externas, pois sob determinadas condições de trânsito, podem apresentar erosão diferencial devido à diferença de dureza média dos minerais da matriz e dos fenocristais.

Os valores de resistência à flexão pelo método três pontos – *Flexão 3 pontos* (Figura 25E): os resultados obtidos foram muito próximos aos limites propostos, sendo que o tipo 1, apresentou o melhor desempenho, devido principalmente à granulação dos fenocristais (3 cm) e a alta porcentagem de contatos côncavo/serrilhado, sua menor porosidade e absorção d'água, o tipo 2 teve pior desempenho que o Tipo 1 devido a maior porosidade e absorção d'água e possuir contatos planos. Por fim o fator mais relevante no comportamento destas rochas é o tamanho médio dos tipos estudados, ocorrendo melhores valores para os com tamanho menores dos cristais e os com matriz média. O Tipo 5 e 6 tiveram comportamentos parecidos devido a pequena diferença de suas microfissuras. Os baixos valores de módulo de ruptura, comuns em rochas porfiríticas, são devido principalmente ao caráter grosseiro e ineqüigranular dessas rochas, havendo influência significativa do microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato. Uma solução tecnológica simples é o aumento da espessura das placas, o que dependendo do tipo de aplicação, garante a resistência mecânica sem exigir grandes alterações de projeto para o suporte da placa. Em virtude dos baixos valores desse parâmetro recomenda-se a realização de estudos detalhados para a aplicação em fachadas.

Os valores de resistência à *compressão uniaxial* (Figura 25F), apresentam valores superiores aos limites de referência adotados. O tipo de contato mineral, textura heterogênea grosseira e ineqüigranular e o microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato são os responsáveis pelo fraco desempenho mecânico de alguns destes materiais. Fazendo relação aos fatores: pulso, granulação, %FK e

índice de cor, O bom desempenho do Tipo 4 deve ser creditado a sua baixa porcentagem em microfissuras e índice de cor, O Tipo 1 que apresenta a segunda melhor compressão entre os tipos é devido a sua maior velocidade de pulso, menor granulação e porcentagem de índice de cor, O Tipo 2 é devido a granulação e porcentagem de FK, os Tipos 3, 5 e 6 possuem baixo índice de cor, porém alta porcentagem de FK, sendo que o Tipo 3 foi o de pior desempenho.

Os valores de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais (Figura 25G) em corpos de prova de Flexão 3 pontos obtidos para os granitos, permitem situá-los na média das rochas brasileiras, segundo valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O Tipo 1 e 5 apresentam maior pulso devido sua menor granulação e porcentagem em porosidade em relação aos outros Tipos, os Tipos 2, 3, 4 e 6 apresentam maior valor de porosidade, esse volume de vazios promove nestas rochas um retardo na propagação de ondas, mostrando portanto uma velocidade menor. O Tipo 2 tem a maior porosidade (0,90%) e a maior porcentagem de microfissuras (1,9mm²), por isso uma menor velocidade de ondas.. No presente caso as velocidades de ondas nos materiais considerados mostram boa coerência com as suas características petrográficas.

A Figura 26 apresenta diversas correlações entre as propriedades físicas e mecânicas obtidas. A correlação direta existente entre a propriedade de absorção d'água *versus* porosidade aparente é demonstrada na (Figura 26A) onde se verifica a correlação direta do meio, quanto mais poroso for o material maior será a capacidade de absorção d'água dos litotipos.

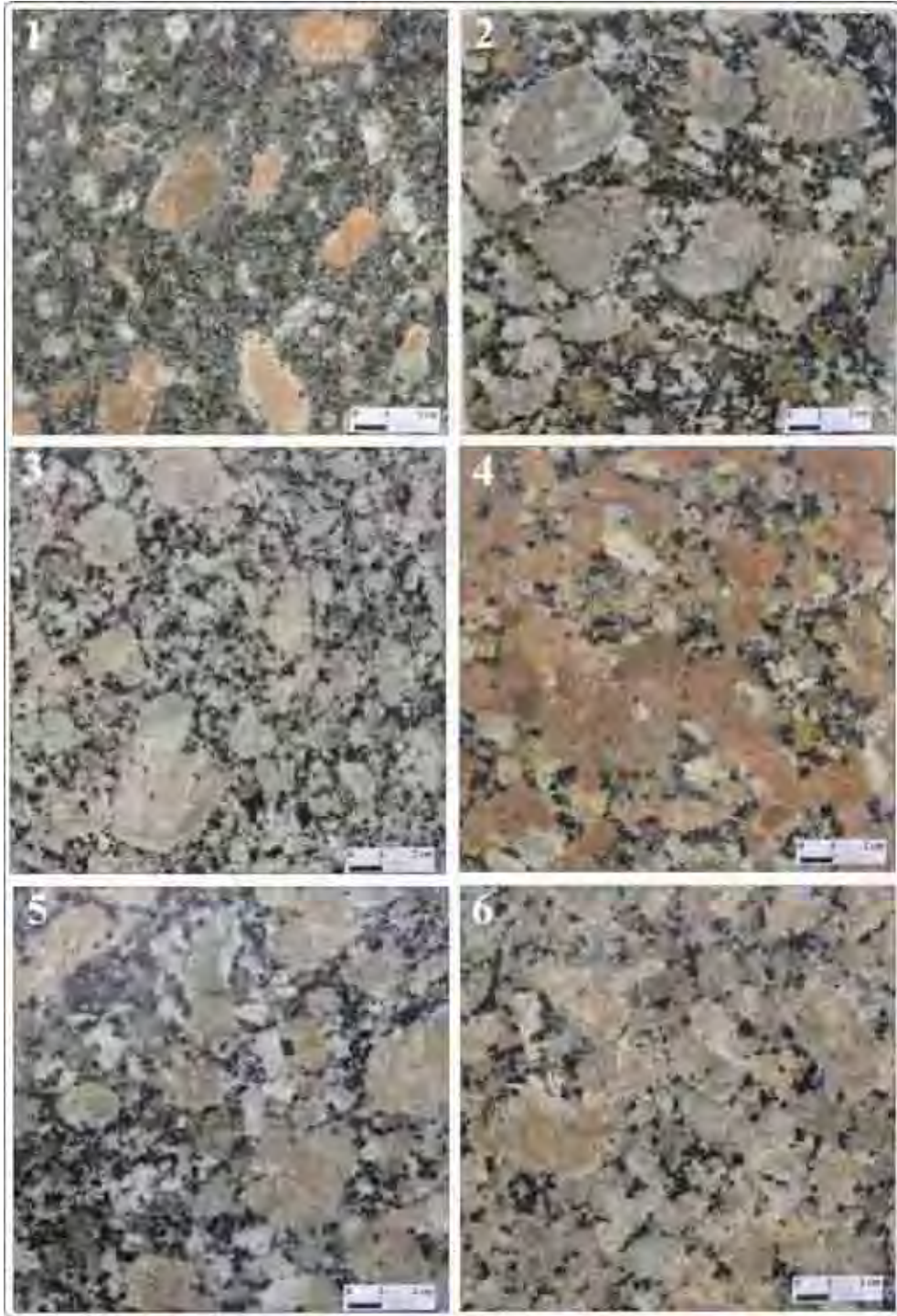
A correlação da massa específica *aparente versus índice de cor* (Figura 26B), demonstra que quanto maior a massa específica maior sua porcentagem em máficos. O Tipo 1 possui 2700 Kg/m³ de massa específica e 20% de índice de cor, já os tipos 4 e 6 possuem respectivamente massa específica de 2260 Kg/m³ e índice de cor de 9 e 8%.

A correlação entre a porosidade *versus microfissura* (Figura 26C) onde se demonstra que meios com maior presença de microfissuras (mais porosos) ou com maior grau de alteração mineralógica, apresentam valores altos de porosidade. Como neste grupo as microfissuras são bem próximas, fato evidenciado pela velocidade de pulso, as diferenças encontradas se devem ao maior ou menor grau de alteração destas rochas.

Os valores de pulso ultrassônico *versus resistência a comprssão uniaxial* (Figura 26D), a relação é de que quanto maior o valor da velocidade de pulso maior será a compressão, porém os Tipos 2, e 4 não corresponderam. O Tipo 2 teve este comportamento devido à sanidade da amostra já que este tipo tem alta porosidade e também a sua granulação que é igual a dos Tipos 5 e 6, o Tipo 3 se deve a baixa porcentagem de microfissuras.

Os valores de módulo de ruptura *versus* porosidade (Figura 26E) demonstram a relação inversa evidenciada no tipo escuro, quanto menos porosa for a rocha, maior resistência aos esforços. O Tipo 2 apresentou uma anomalia já que o esperado era possuir uma porosidade menor. Isto é devido a sua maior alteração. Os outros tipos apresentaram resultados coerentes.

Os valores de módulo de ruptura *versus* velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais (Figura 26F), os resultados são coerentes, pois rochas com altos valores de módulo de ruptura apresentam também altos valores de pulso. Exceção foi o Tipo 2 que deveria apresentar maior valor de pulso, porém sua alterabilidade alta aliada ao maior número de microfissuras neste grupo, ajudam a explicar este comportamento.



Prancha 26. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida dos Tipos Amêndoas Sorocaba: 1-(Tipo 1) Sorocaba Escuro, 2-(Tipo 2) Sorocaba Cinza, 3-(Tipo 3) Sorocaba Branco, 4-(Tipo 4) Sorocaba Vermelho, 5-(Tipo 5) Sorocaba Róseo e 6-(Tipo 6) Sorocaba Creme.

Os valores de compressão uniaxial *versus* porosidade (Figura 26G) demonstram a relação inversa entre estes dois índices, quanto menor a porosidade, maior será os valores de resistência a compressão. Esta correlação pode ser controlado pela granulação da rocha. Do mesmo modo da Figura 17E, os tipos 2 e 4 apresentam alta alteração que resultou na anomalia apresentada.

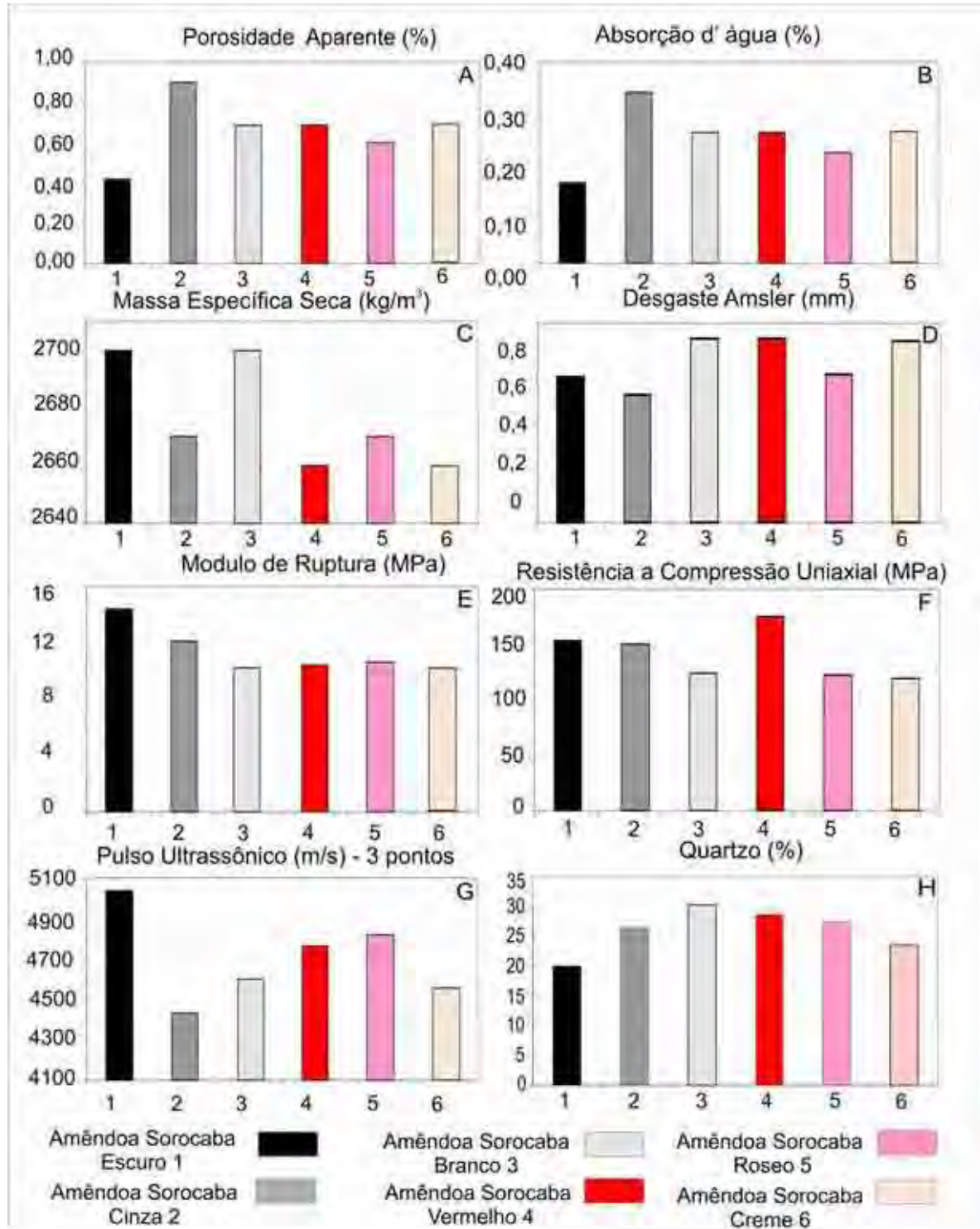


Figura 25. Ensaio tecnológico das rochas do Maciço Sorocaba: 1-(Tipo 1) Sorocaba Escuro, 2-(Tipo 2) Sorocaba Cinza, 3-(Tipo 3) Sorocaba Branco, 4-(Tipo 4) Sorocaba Vermelho, 5-(Tipo 5) Sorocaba Róseo e 6-(Tipo 6) Sorocaba Creme.

Os valores de porcentagem de quartzo *versus desgaste Amsler* (Figura 26H) evidencia que quanto menos desgaste ocorrer maior será a porcentagem de quartzo numa rocha. Nesta relação este fato não se evidenciou: O Tipo 1 e 2 que apresentam baixo desgaste não possuem maior porcentagem de quartzo, isto se deve à suas altas porcentagens de índice de cor e massa específica. Os outros tipos deram resultados coerentes para esta correlação.

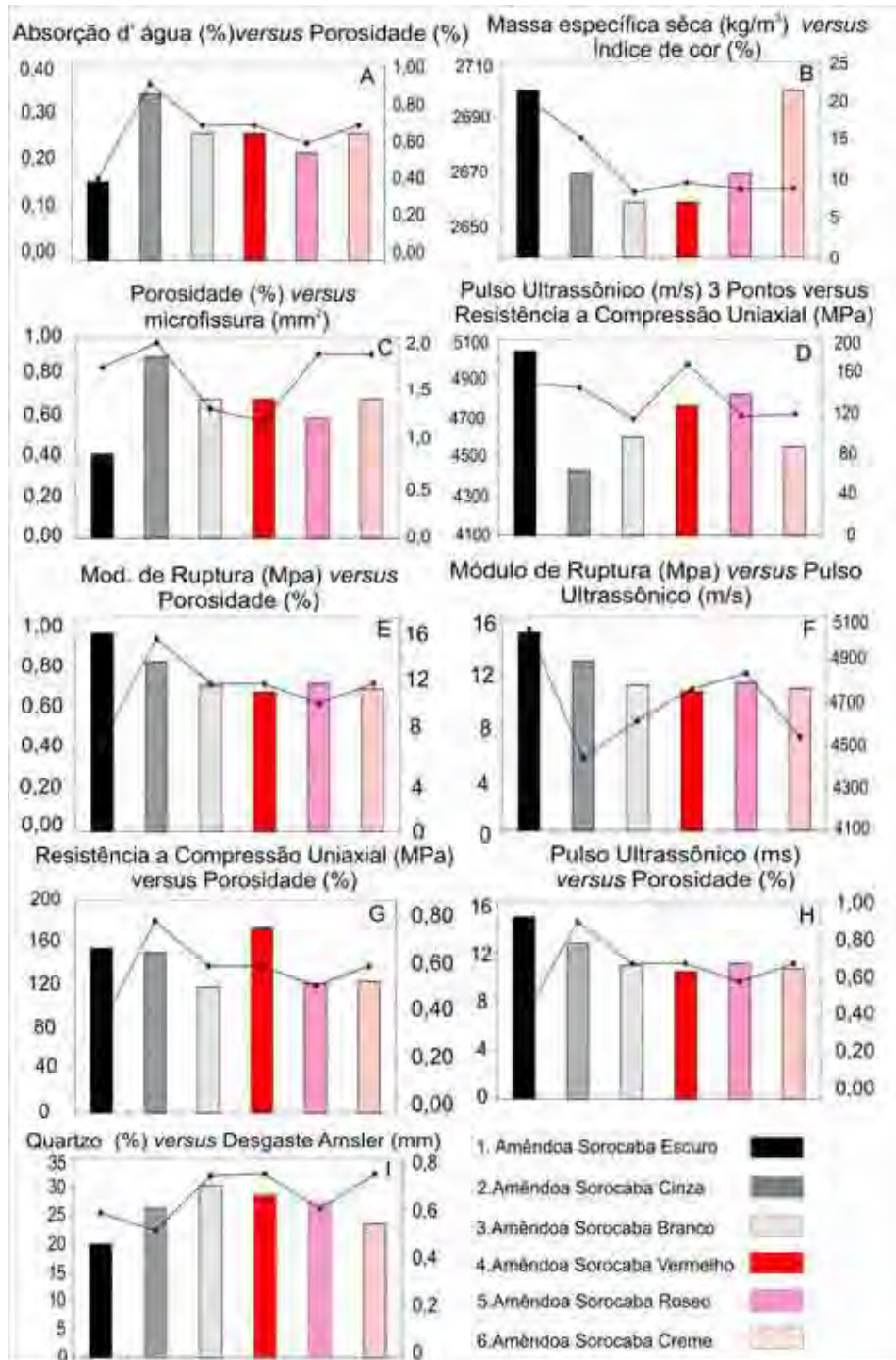


Figura 26. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço Sorocaba: 1-(Tipo 1) Sorocaba Escuro, 2-(Tipo 2) Sorocaba Cinza, 3-(Tipo 3) Sorocaba Branco, 4-(Tipo 4) Sorocaba Vermelho, 5-(Tipo 5) Sorocaba Róseo e 6-(Tipo 6) Sorocaba Creme.

13.2. AMÊNDOAS SÃO FRANCISCO

O (Quadro 16) apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Francisco e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 27 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figura 27 os valores obtidos em gráficos e a Figura 28 a correlação entre os ensaios. O Amêndoa São Francisco é caracterizado pelos tipos: **Tipo 7 – Amêndoa São Francisco Vermelho**, **Tipo 8 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi I (Marrom Montês)** e **Tipo 9 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi II (Vermelho Anelar)**, Artur et al., (2004) e Godoy (2005).

Quadro 16. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Francisco e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

Grupo C	ASTM (1995)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoa São Francisco		
			Vermelho (Tipo 7)	Rapakivi I (M. Montês) (Tipo8)	Rapakivi II (V. Anelar) (Tipo 9)
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,89	0,29	0,60
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,34	0,11	0,23
Massa específica seca (kg/m ³)	≥2560	≥2550	2610	2653	2650
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,59	0,67	0,62
Flexão 3 ptos (MPa)	≥10,34	≥10,0	7,753	12,33	9,327
Compressão uniaxial (MPa)	≥131	≥100	140,45	152,10	142,46
VPO (m/s) Três pontos	n.e.	n.e.	4449,94	5425,00	4613,02

Os valores de porosidade (Figura 27A) e absorção d'água (Figura 27B) nos três granitos são moderados quando comparados com outros granitos da literatura e nos valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). Esses resultados podem ser analisados em função do microfissuramento, pois rochas com menos microfissuras Tipo 8 apresentam menor porosidade. A correlação nos mostra que quanto maior a porosidade maior a absorção d'água.

Os granitos estudados possuem massa específica aparente (Figura 27C) dentro dos valores especificados para rochas graníticas, como os propostos por Neville (1997) e nos valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). A maior porosidade do Tipo 7 favoreceu a menor massa específica do mesmo. Esse fato reflete as características composicionais desses granitos, no geral, com pequenas quantidades de minerais máficos, como constatado pelo seus índices de cor .

Os resultados do ensaio para determinação do *desgaste abrasivo Amsler* (Figura 27D) dos três granitos ensaiados, de maneira geral, encontram-se dentro dos limites de qualidade sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O Granito Tipo 7, apresenta o melhor desempenho em relação aos demais Tipos, devido a sua maior porcentagem em quartzo (33%). Os Tipos 8 e 9 inverteram seus resultados porém as porcentagens de quartzo destes tipos são bem próxima (30 e 29%) o que é coerente no sentido que o Tipo 8 possui maior abrasão e consequentemente maior densidade que o Tipo 9. Dessa forma os valores de desgaste não são proibitivos para a aplicação dessas rochas como revestimentos de pisos, cabendo, entretanto, bastante cuidado para a aplicação em pisos de alto tráfego, especialmente em áreas externas, pois sob determinadas condições de trânsito, podem apresentar erosão diferencial devido à diferença de dureza média dos minerais da matriz e dos fenocristais.

Os valores de resistência à flexão pelo método três pontos – Flexão 3 pontos (Figura 27E) obtidos ficaram abaixo dos limites propostos - Tipos 7 e 9, sendo que o tipo 8 apresentou o melhor desempenho, devido principalmente a sua baixa porosidade (0,29%) e absorção d'água (0,11%). Os valores abaixo dos limites propostos Tipos 7 e 9 poderiam ser devidos as porcentagens de biotita, que tem grande influência nessa propriedade, porém os três tipos possuem pouca porcentagens da mesma, por isso o comportamento destes dois Tipos são devidos a alteração mineral alta. Em virtude dos baixos valores desse parâmetro recomenda-se a realização de estudos detalhados para a aplicação em fachadas.

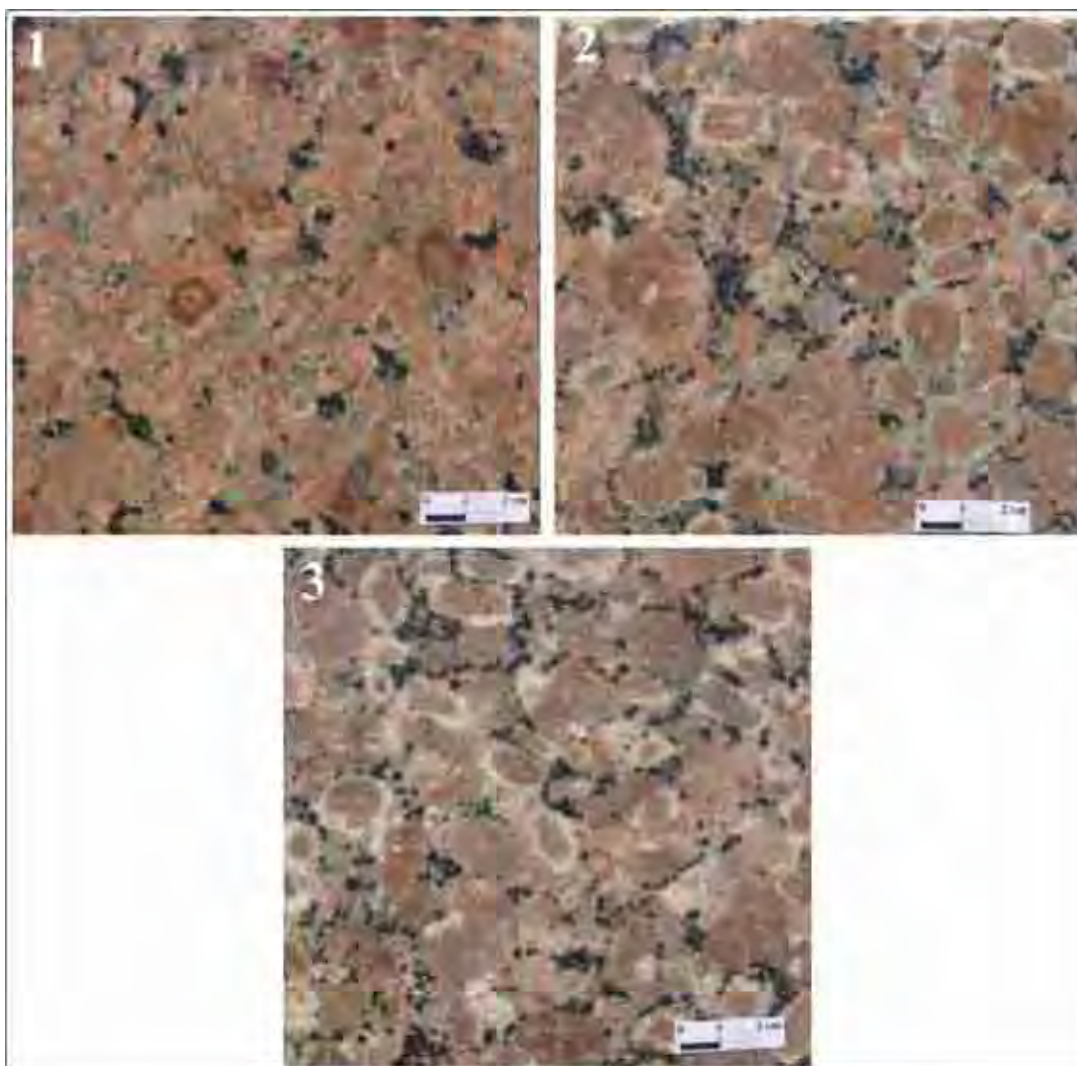
Os valores de resistência à compressão uniaxial (Figura 27F) nas três variedades estudadas são superiores aos limites estabelecidos por Frazão & Farjallat (1995), que é de ≥ 100 MPa. O Tipo 8 foi o mais resistente devido à sua menor porosidade e absorção d'água, além da porcentagem em microfissuras. O mesmo ocorre com os Tipos 9 e 7.

Os valores de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais (Figura 27G) em corpos de prova de Flexão 3 pontos obtidos para os granitos, permitem situá-los na média das rochas brasileiras, segundo valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O Tipo 8 apresenta maior pulso devido sua menor porcentagem em microfissuras em relação aos Tipos 7 e 9. Além disso os Tipos 7 e 9 apresentam maior valor de porosidade, esse volume de vazios promove nestas rochas um retardo na propagação de ondas, mostrando portanto uma velocidade menor. O São Francisco Vermelho tem a maior porosidade (0,89%) e a maior porcentagem de microfissuras (0,9mm²), por isso uma menor velocidade de ondas. A mesma avaliação pode ser feita em relação a compressão que quanto maior for, maior velocidade de pulso apresentará. No presente caso as velocidades de ondas nos materiais considerados mostram boa coerência com as suas características petrográficas.

A Figura 28 apresenta diversas correlações entre as propriedades físicas e mecânicas obtidas. A correlação direta existente entre a propriedade de porosidade *versus* absorção d'água é demonstrada na (Figura 28A) onde se verifica a correlação direta do meio, quanto mais poroso for o material maior será a capacidade de absorção d'água dos litotipos.

A correlação da massa específica *aparente versus* desgaste abrasivo Amsler (Figura 28B), demonstra um maior desgaste das rochas com valores de massa específica maiores em razão da associação de minerais presentes mais máficos.

A correlação entre a porosidade *versus* velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas (Figura 28C), demonstra que meios com maior presença de microfissuras, portanto mais porosos apresentam valores baixos de propagação de ondas. Isso pode ser comprovado quando vemos que o tipo Montês possui menor porosidade (0,29%) e seu pulso ultra sônico é o maior (5425,00 m/s), portanto este aumento de onda reflete um meio homogêneo



Prancha 27. Aspectos Macroscópicos da Amostras Polidas do Maciço São Francisco: 1-(Tipo 7) Amêndoa São Francisco Vermelho, 2-(Tipo 8) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Marrom Montês) e 3-(Tipo 9) Amêndoa São Francisco Rapakivi (Vermelho Anelar)

Os valores de pulso ultra-sônico *versus* porcentagem de microfissuras (Figura 28D) nos mostra que o valor da velocidade de pulso aumenta quanto menor for a porcentagem de microfissuras por mm^2 .

Os valores de flexão 3 pontos *versus* porosidade (Figura 28E) demonstra a relação, que quanto menos porosa for a rocha, maior resistência aos esforços.

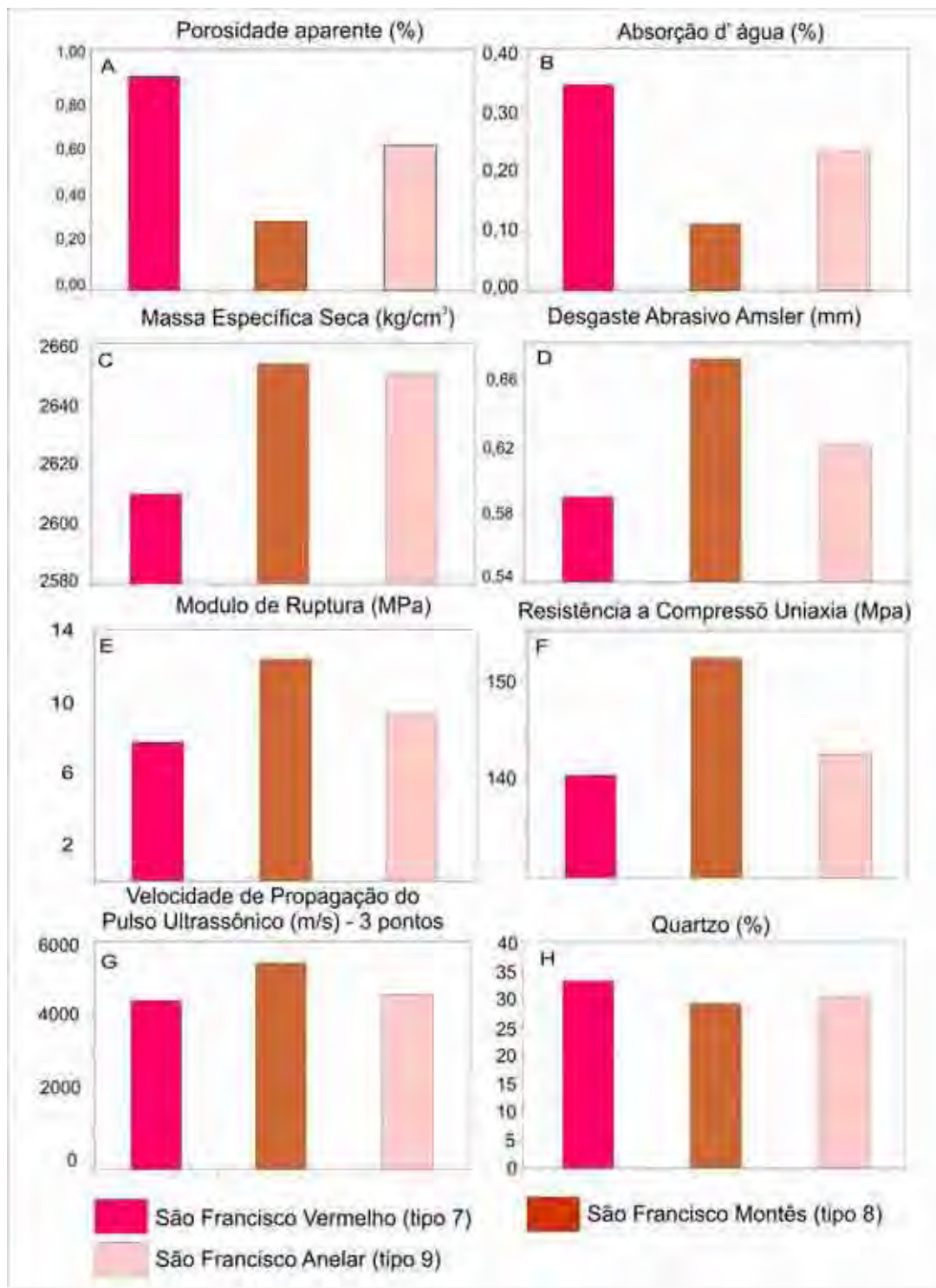


Figura 27. Ensaios tecnológicos das rochas do Maciço São Francisco.

Os valores de resistência à compressão uniaxial *versus* porosidade (Figura 28F) demonstram a relação que quanto menor a porosidade, maior serão os valores de resistência à compressão uniaxial.

Os valores de porcentagem de quartzo *versus* desgaste abrasivo (Figura 28G) mostram correlação direta, com maior desgaste para as rochas com teores menores de quartzo

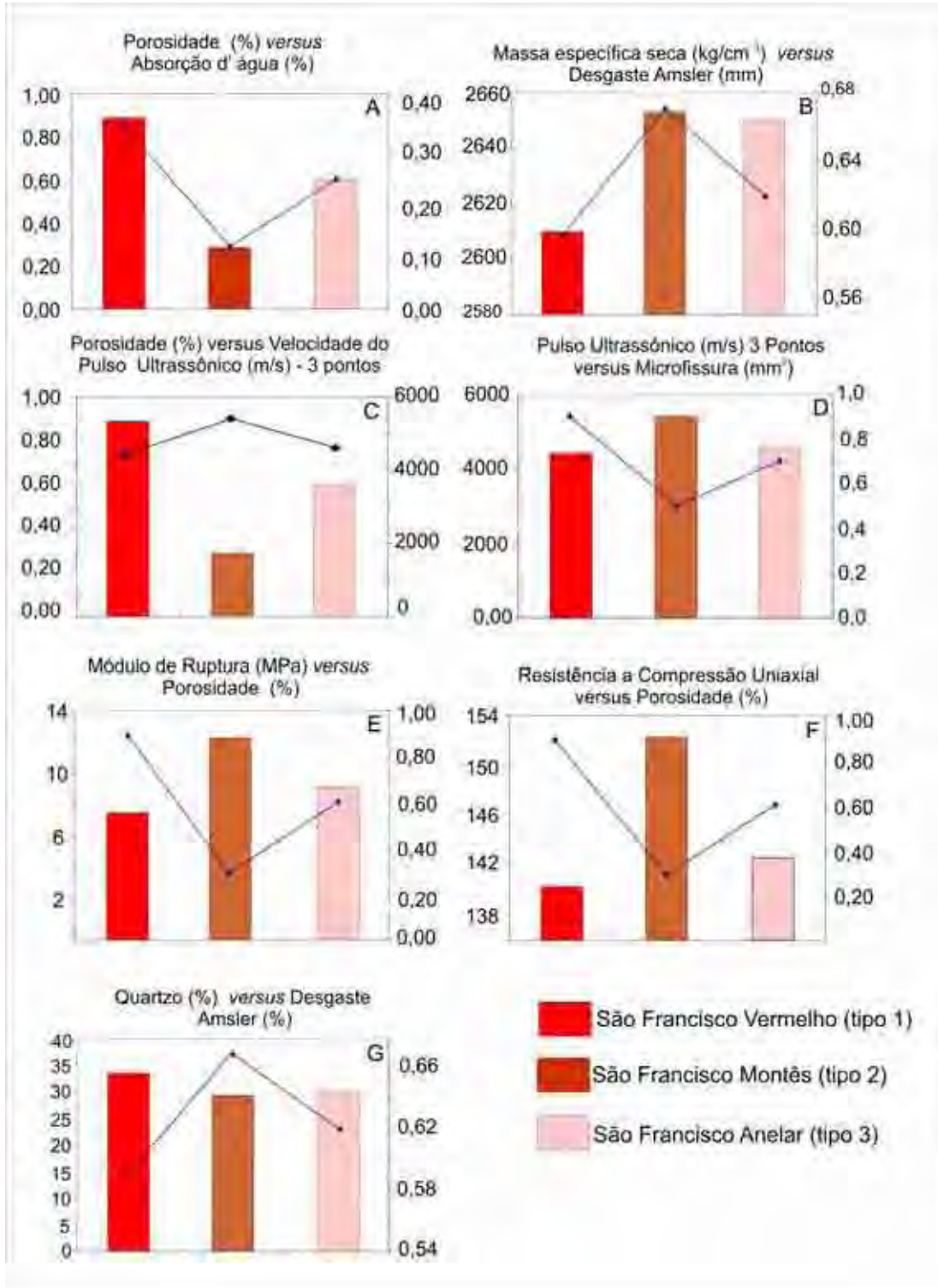


Figura 28. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço São Francisco.

13.3. AMÊNDOAS SÃO ROQUE

O Quadro 17 apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Roque e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 28 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figuras 29 os valores obtidos em gráficos e a Figura 30 a correlação entre os ensaios. O Amêndoa São Roque é caracterizado pelos tipos: **Tipo 10 – Amêndoa São Roque Vermelho** e **Tipo 11 – Amêndoa São Roque Vermelho Médio**.

Quadro 17. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço São Roque, e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e sugeridos por Frazão & Farjallat(1995).

Grupo D	ASTM (1995)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoa São Roque	
			Vermelho (Tipo 10)	Vermelho Médio (Tipo 11)
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,34	0,41
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,12	0,15
Massa específica seca (kg/m ³)	≥2560	≥2550	2270	2730
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,49	0,56
Flexão 3 ptos (MPa)	≥10,34	≥10,0	16,178	16,156
Compressão uniaxial (MPa)	≥131	≥100	178,57	160,88
VPO (m/s) Três pontos	n.e.	n.e.	5750,53	5760,51

A análise conjunta dos resultados em relação à porosidade (Figura 29A) e absorção d'água (Figura 29B) massa específica aparente (Figura 29C) indica que os dois granitos apresentam qualidades, na média das rochas brasileiras conforme valores sugeridos por Frazão & Farjallat (1995), com exceção do granito São Roque Vermelho que possui massa específica abaixo dos valores especificados para rochas graníticas devido ao corpo de prova estar bastante alterado.

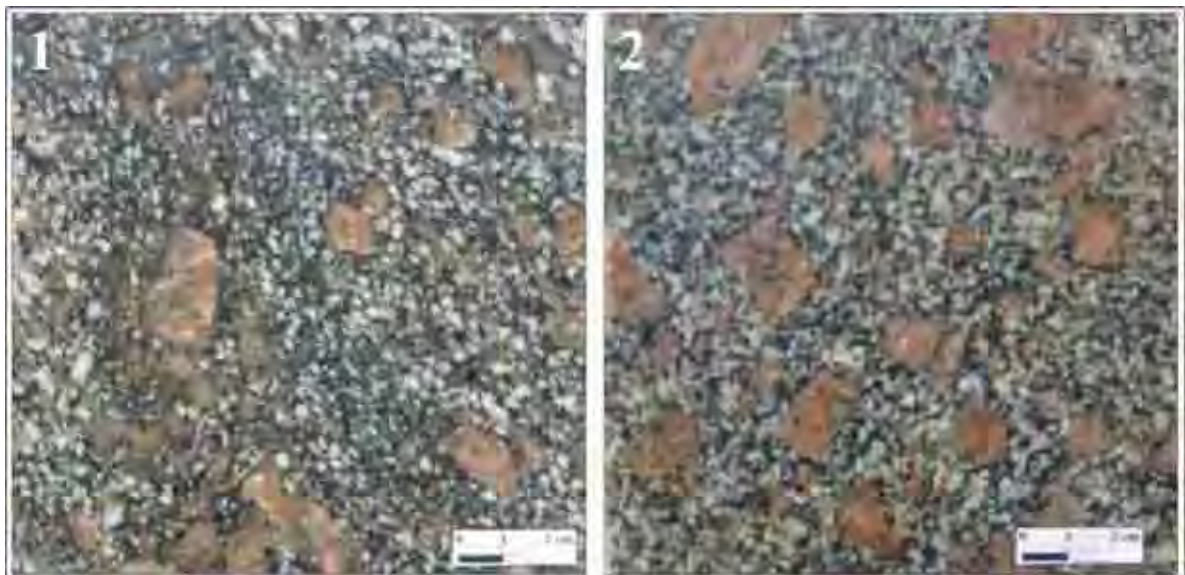
Os valores de desgaste abrasivo Amsler (Figura 29D) dos dois granitos ensaiados, de maneira geral, encontram-se dentro dos limites de qualidade sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O Granito São Roque Vermelho apresenta pior (relativo) desempenho em relação ao Vermelho Médio. Os resultados obtidos mostram-se plenamente coerentes quando comparados com as características petrográficas exibidas pelos granitos ensaiados, principalmente pela alta porcentagem de quartzo nos

dois granitos (29%), o melhor desempenho do Tipo 11 é atribuída a sua menor porcentagem de microfissura por mm^2 . Dessa forma os valores de desgaste não são proibitivos para a aplicação dessas rochas como revestimentos de pisos, cabendo, entretanto, bastante cuidado para a aplicação em pisos de alto tráfego.

Os valores de módulo de ruptura (Figura 29E) das duas variedades estudadas são bem próximas e isto ocorreu em virtude da similaridade de suas granulações, porosidade e microfissuramento

Os valores de resistência à compressão uniaxial (Figura 29F) as duas variedades estudadas são classificadas com resistência mediana. Os valores de resistência à compressão uniaxial apresentados são também superiores aos limites estabelecidos por Frazão & Farjallat (1995), que é de 100 MPa. A resistência mecânica das rochas é um reflexo dos aspectos macroscópicos representados pela granulação e tipos de contatos, ou por condições particulares do ensaio. O Granito São Roque Vermelho, por ser o com menor porosidade e absorção d'água, além de possui menor granulação (2,5cm) configura-se como o tipo mais resistente.

Os valores de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas longitudinais (Figura 29G) obtido para os granitos, permitem situá-los na média das rochas brasileiras, segundo valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). Os valores de porcentagens de quartzo (Figura 29H) são os mesmos para os dois tipos.



Prancha 28. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do Maciço São Roque: 1- (Tipo 10) Amêndoa São Roque Vermelho e 2- (Tipo 11) Amêndoa São Roque Vermelho Médio

A Figura 30 apresenta diversas correlações entre as propriedades físicas e mecânicas obtidas. A correlação direta existente entre a propriedade de absorção d'água *versus* porosidade aparente é

demonstrada na (Figura 30A) onde se verifica a correlação direta do meio, quanto mais poroso for o material maior será a capacidade de absorção d'água dos litotipos.

A correlação da massa específica seca *versus* desgaste abrasivo Amsler (Figura 30B) demonstra a menor resistência das rochas com valores de massa específica maiores em razão da maior porcentagem de minerais máficos - Tipo 11.

Os valores da resistência à flexão pelo método três pontos – flexão 3 pontos *versus* porosidade (Figura 30C) mostram resultados muito próximos entre as duas rochas. O Vermelho Médio é menos resistente devido à sua menor porosidade e granulação.

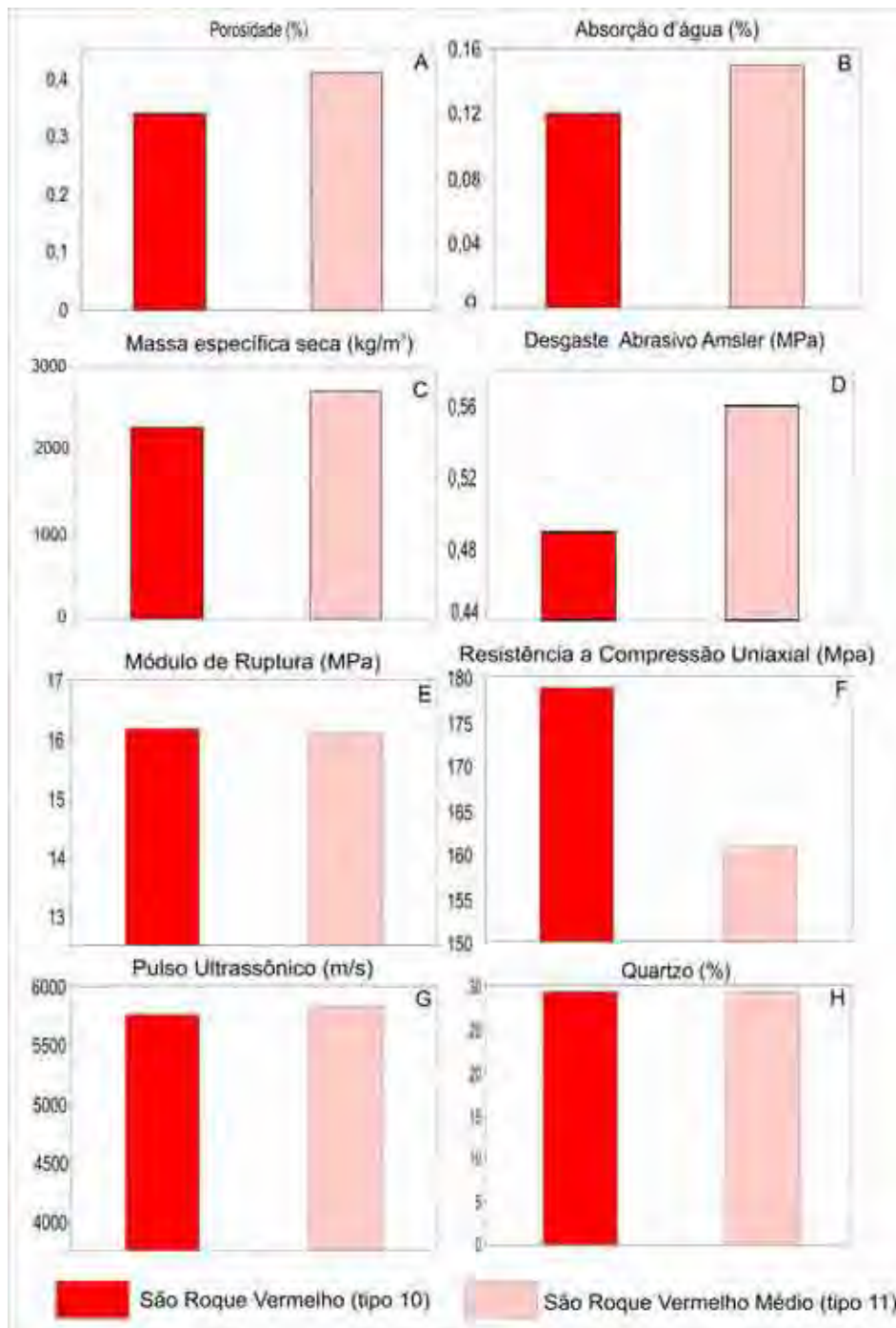


Figura 29. Ensaios tecnológicos das rochas do Maciço São Roque.

Os valores de resistência a compressão uniaxial *versus* porosidade (Figura 30D) demonstram a relação, que quanto menos porosa for a rocha, maior resistência aos esforços.

Os valores de velocidade de massa específica seca *versus* índice de cor (Figura 30E) evidencia que quanto maior a massa específica maior o índice de cor. Na presente correlação, os resultados se inverteram e isto é devido ao maior microfissuramento do Tipo 10.

Os valores de porcentagem de quartzo *versus* desgaste abrasivo *Amsler* (Figura 30F) mostram a mesma porcentagem de quartzo dos litotipos, porém o Tipo 10 teve maior desgaste devido à sua maior porcentagem em microfissuras.

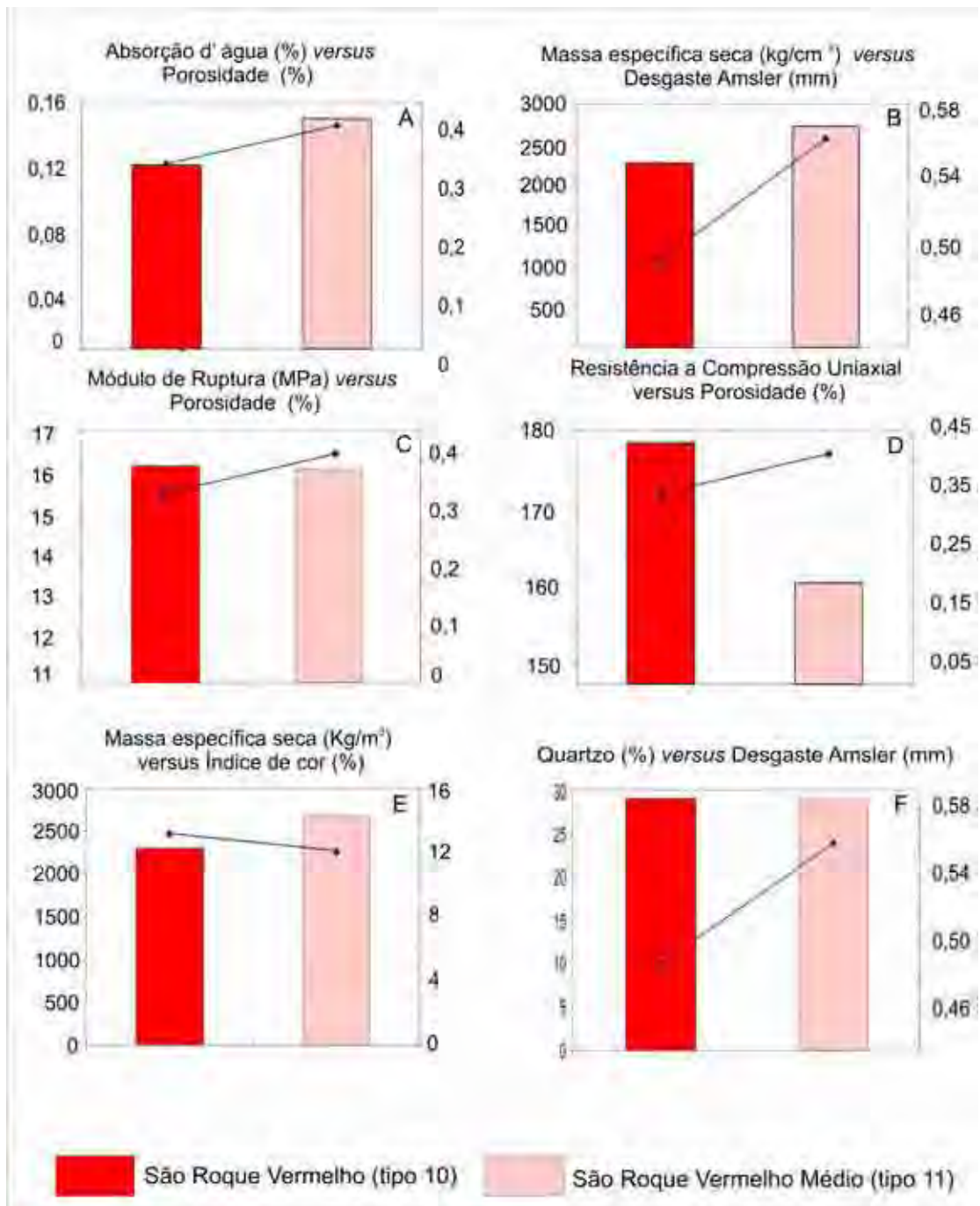


Figura 30. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço São Roque.

13.4. AMÊNDOAS IBIÚNA

O (Quadro 18) apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Ibiúna e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 29 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figuras 31 os valores obtidos em gráficos e a Figura 32 a correlação entre os ensaios. O Amêndoa Ibiúna é caracterizado pelos tipos: **Tipo 12 – Amêndoa Ibiúna Vermelho**, **Tipo 13 – Amêndoa Ibiúna Cinza**, **Tipo 14 – Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio** e **Tipo 15 – Amêndoa Ibiúna Cinza Médio**, Arrais (2003 e 2004).

Quadro 18. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Ibiúna, e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

Grupo B	ASTM (1995)	Frazão e Farjallat (1995)	Amêndoa Ibiúna			
			Vermelho (Tipo 12)	Cinza (Tipo 13)	Vermelho Médio (Tipo 14)	Cinza Médio (Tipo 15)
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,67	0,88	0,54	0,45
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,25	0,33	0,20	0,17
Massa específica seca (kg/m ³)	≥2560	≥2550	2670	2690	2690	2700
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,60	0,88	0,63	0,75
Modulo Ruptura 3 pto (MPa)	≥10,34	≥10,0	13,50	11,33	17,81	16,48
Compressão uniaxial (MPa)	≥131	≥100	149,59	95,81	133,90	109,20
VPO (m/s) Três pontos	n.e.	n.e.	5095,62	4556,20	5159,21	5074,61

A análise conjunta dos resultados em relação à porosidade (Figura 31A), e absorção d'água (Figura 31B) e massa específica aparente (Figura 31C), indica que os quatro granitos, apresentam qualidades, e estão dentro da média das rochas brasileiras, conforme valores sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). Os granitos estudados possuem massa específica dentro dos valores especificados para rochas graníticas, como os propostos por Neville (1997).

Os valores de desgaste abrasivo Amsler (Figura 31D). Os quatro granitos ensaiados, de maneira geral, encontram-se dentro dos limites de qualidade sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). Os Tipos 12 e 14 (vermelho) apresentaram melhor desempenho em relação aos Tipos 13 e 15 (cinza) como as porcentagens de quartzo entre aos tipos são muito próximas as diferenças de desgaste são devidos as microfissuras por mm².

Os valores da resistência à flexão pelo método três pontos – Flexão 3 pontos (Figura 31E). Os resultados obtidos ficaram acima dos limites propostos, sendo que o tipo Amêndoa Vermelho Médio apresentou o melhor desempenho, devido principalmente à menor granulação. Os baixos valores de resistência à flexão pelo método três pontos, comuns em rochas porfíricas, são devido principalmente ao caráter grosseiro e inequigranular dessas rochas, havendo influência significativa do microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato.

Os valores de resistência à compressão uniaxial (Figura 31F), as quatro variedades estudadas são classificadas com resistência mediana. Os valores de resistência à compressão uniaxial apresentados são também superiores aos limites estabelecidos por Frazão & Farjallat (1995), que é de 100 MPa. Exceção ficou para o Tipo 13 que apresentou valor inferior (95,81) devido a sua maior porosidade, maior porcentagem de microfissuras por mm² e sua alterabilidade um pouco maior em relação aos outros tipos.

Os valores de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas (Figura 31G) obtidos para os granitos, permitem situá-los na média das rochas brasileiras, segundo valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

As porcentagens de quartzo (Figura 31H) para estes litotipos nos indicam que o Tipo 13 é o que possui maior porcentagem de quartzo e o 15 a menor porcentagem.

A Figura 32 apresenta diversas correlações entre as propriedades físicas e mecânicas obtidas. A correlação entre a propriedade de absorção d'água *versus* porosidade aparente é demonstrada na (Figura 32A) onde se verifica a correlação direta do meio, quanto mais poroso for o material, maior será a capacidade de absorção d'água.

A correlação da massa específica *versus* desgaste de Amsler (Figura 32B), demonstra menor desgaste com valores de massa específica menores. O Tipo 13 apresentou maior desgaste que o 14 apesar de possuírem mesma massa específica, isto ocorreu devido a sua maior porcentagem em microfissuras.

Os valores de porosidade *versus* microfissuras (Figura 32C) evidenciam que quanto menos poroso for o material analisado menor deverá se a sua porcentagem de microfissura. Ocorreu uma anomalia no Tipo 15 que é o menos poroso e apresentou uma alta porcentagem de microfissuras, uma explicação plausível é relacionar este resultado a alterabilidade alta deste tipo.

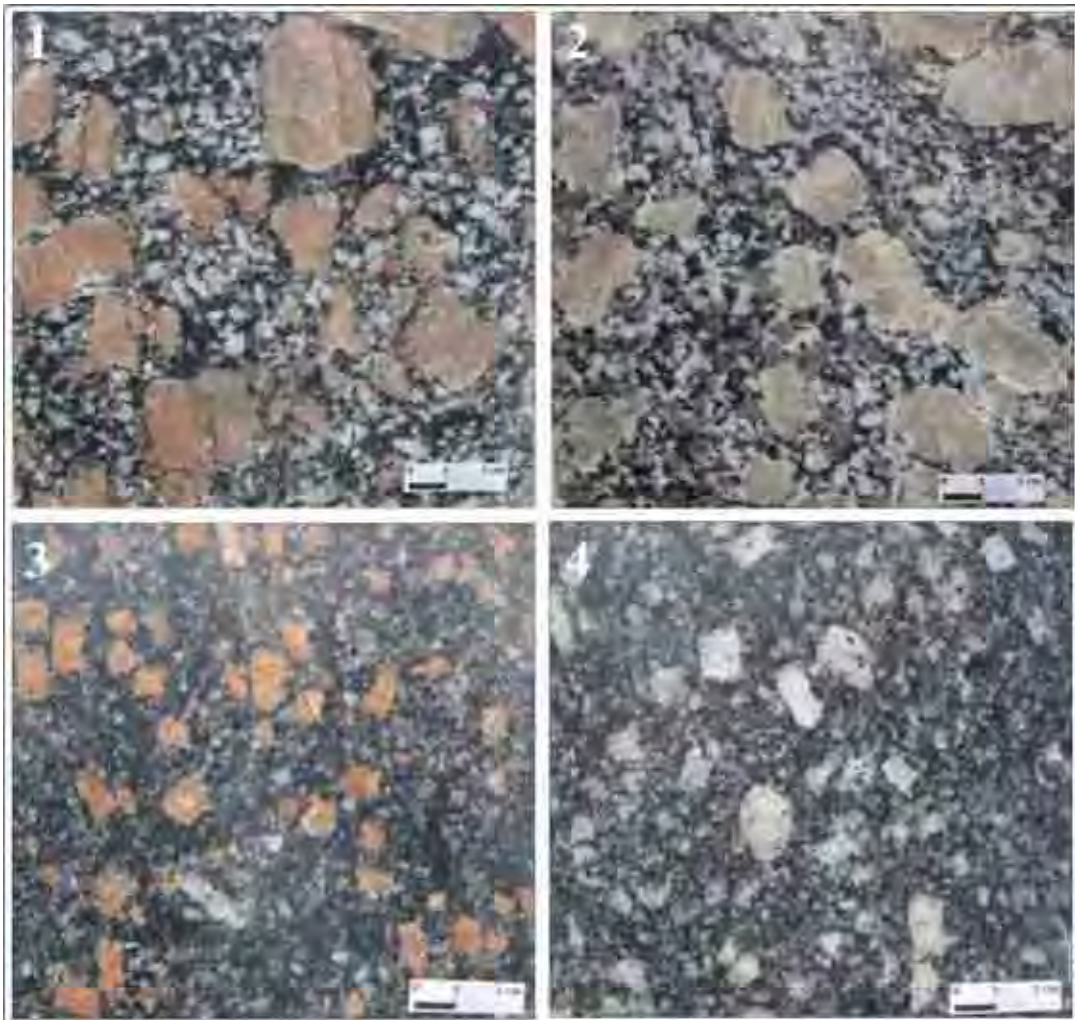
Os valores de pulso ultrassônico *versus* compressão uniaxial (Figura 32D). A velocidade de propagação de pulso ultra-sônico permite avaliar a sanidade da rocha, sendo que estes valores são ainda influenciados pela coesão, grau de alteração, textura, porosidade e presença ou não de água nos poros das rochas. Nesta correlação, quanto maior a compressão maior velocidade de pulso.

Os valores de Flexão 3 pontos *versus* porosidade (Figura 32E) demonstram a relação, que quanto menos porosa for a rocha, maior resistência aos esforços.

Os valores de módulo de ruptura *versus* granulação (Figura 32F) evidencia uma correlação direta apresentando valores melhores nas rochas que apresentam menor granulação, comportando-se, portanto mais coesas e homogêneas. O Tipo 12 deveria apresentar uma menor granulação em relação ao 13 porém pode-se explicar o maior valor de módulo de ruptura do Tipo 12 pela sua menor porosidade.

Os valores de compressão uniaxial *versus* porosidade (Figura 32G) demonstram a relação, que quanto menor for à compressão maior a porosidade. As diferenças observadas ficam pelo comportamento coerente entre os tipos com maior granulação (12 e 13) com os de menor granulação (14 e 15).

Os valores de índice de cor *versus* desgaste Amsler (Figura 32H) evidencia que os tipos que tiveram maior desgaste nesta relação foi devido às suas porcentagens de microfissuras



Prancha 29. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do Maciço Ibiúna: 1- (Tipo 12)Amêndoa Ibiúna Vermelho, 2 (Tipo 13)Amêndoa Ibiúna Cinza, 3- (Tipo 14)Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio e 4- (Tipo 15)Amêndoa Ibiúna Cinza Médio.

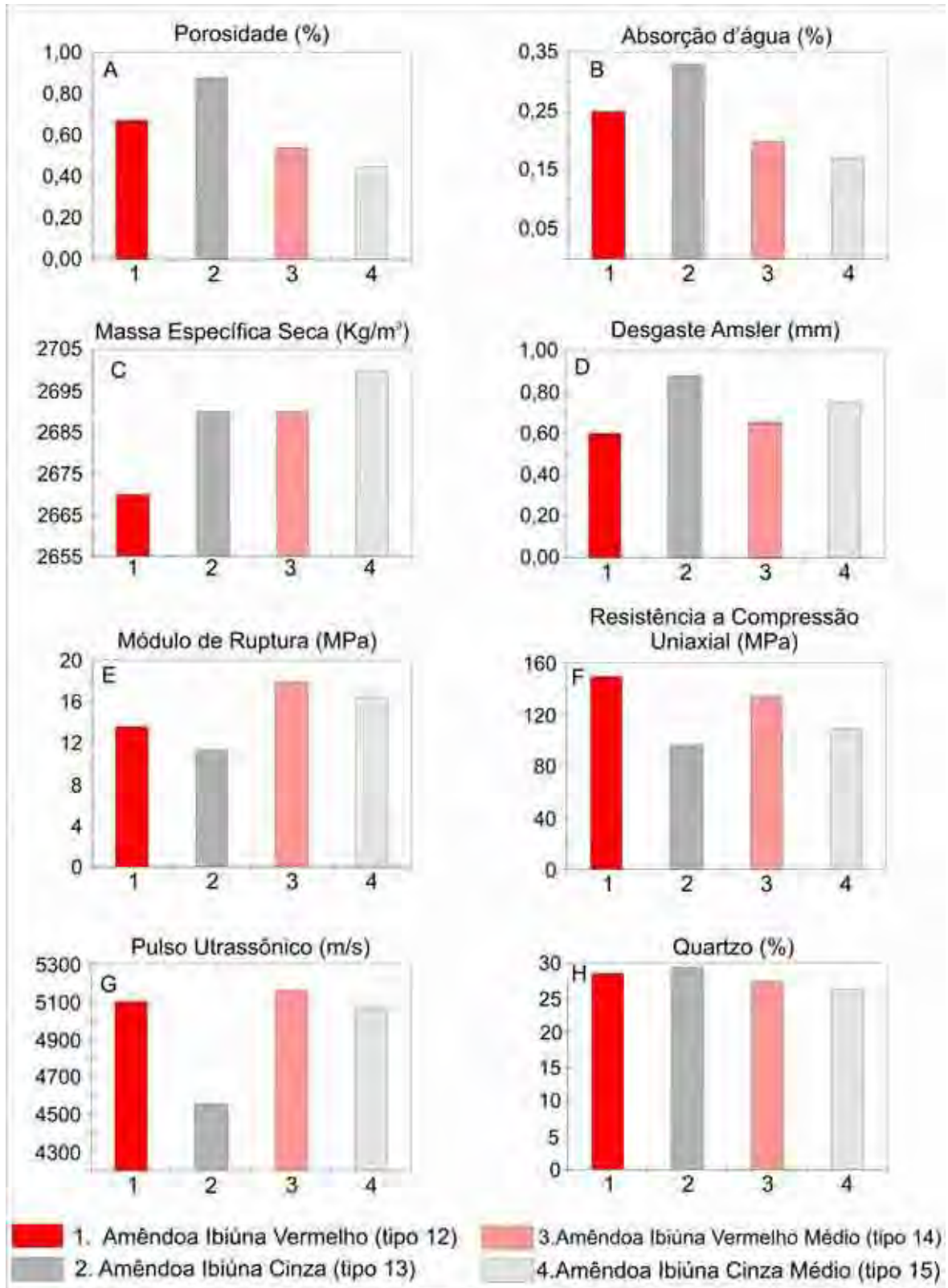


Figura 31 Ensaios tecnológicos das rochas do Maciço Ibiúna.

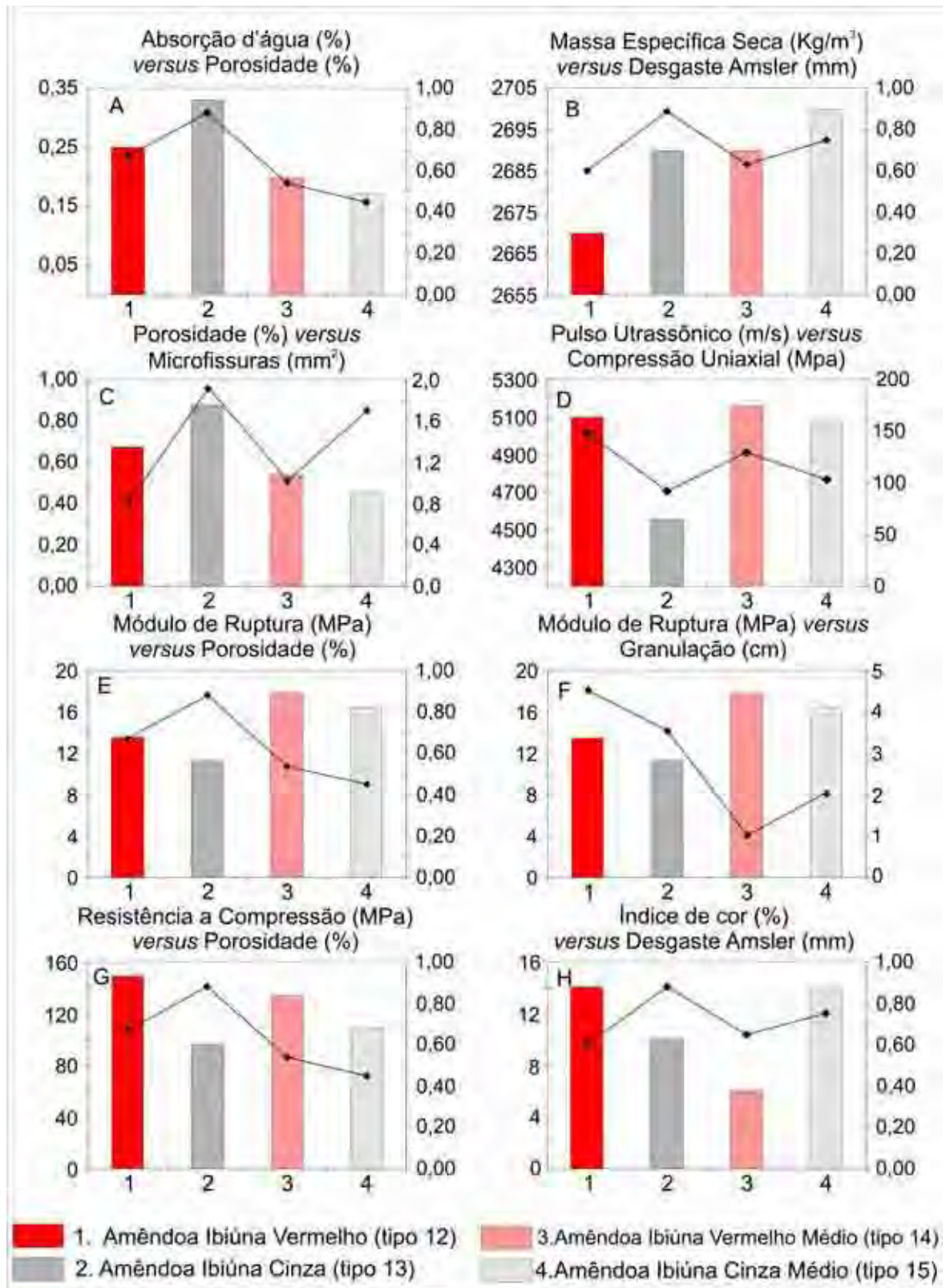


Figura 32. Correlação dos ensaios físico-mecânicos das rochas do Maciço Ibiúna.

13.5. AMÊNDOA PIEDADE

O (Quadro 19) apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Piedade e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 30 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figura 33 os valores obtidos em gráficos. O Amêndoa Piedade é caracterizado pelo tipo: **Tipo 16 – Amêndoa Piedade Róseo.**

Quadro 19. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Piedade, e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

Grupo E	ASTM (1995)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoa Piedade
			Rosa
Porosidade aparente (%)	n.e.	$\leq 1,0$	0,52
Absorção d'água (%)	$\leq 0,4$	$\leq 0,4$	0,19
Massa específica seca (kg/m ³)	≥ 2560	≥ 2550	2600
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	$\leq 1,0$	0,75
Flexão 3 ptos (MPa)	$\geq 10,34$	$\geq 10,0$	16,308
VPO (m/s) Três pontos	n.e.	n.e.	5609,10

A análise conjunta dos resultados em relação à porosidade (Figura 33A) e absorção d'água (Figura 33B) e massa específica aparente (Figura 33C), indica que o granito apresenta baixa porosidade e absorção d'água, portanto acima dos valores sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O granito estudado possui massa específica dentro do valor especificado para rochas graníticas, como os propostos por Neville(1997).



Prancha 30. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do (Tipo 16) Piedade Róseo.

O valor de desgaste amsler (Figura 33D) do granito ensaiado, encontra-se dentro do limite de qualidade sugerido por Frazão & Farjallat (1995). Dessa forma o valor de desgaste não é proibitivo para a aplicação dessa rocha como revestimento de piso, cabendo, entretanto, bastante cuidado para a aplicação em pisos de alto tráfego.

O valor de flexão 3 pontos (Figura 33E) obtido ficou acima do limite proposto por Frazão & Farjallat (1995). O valor de compressão uniaxial (Figura 33F) é classifica a rocha como alta resistência. O valor de resistência à compressão apresentado é superior ao limite estabelecido por Frazão & Farjallat (1995), que é de 100 MPa.

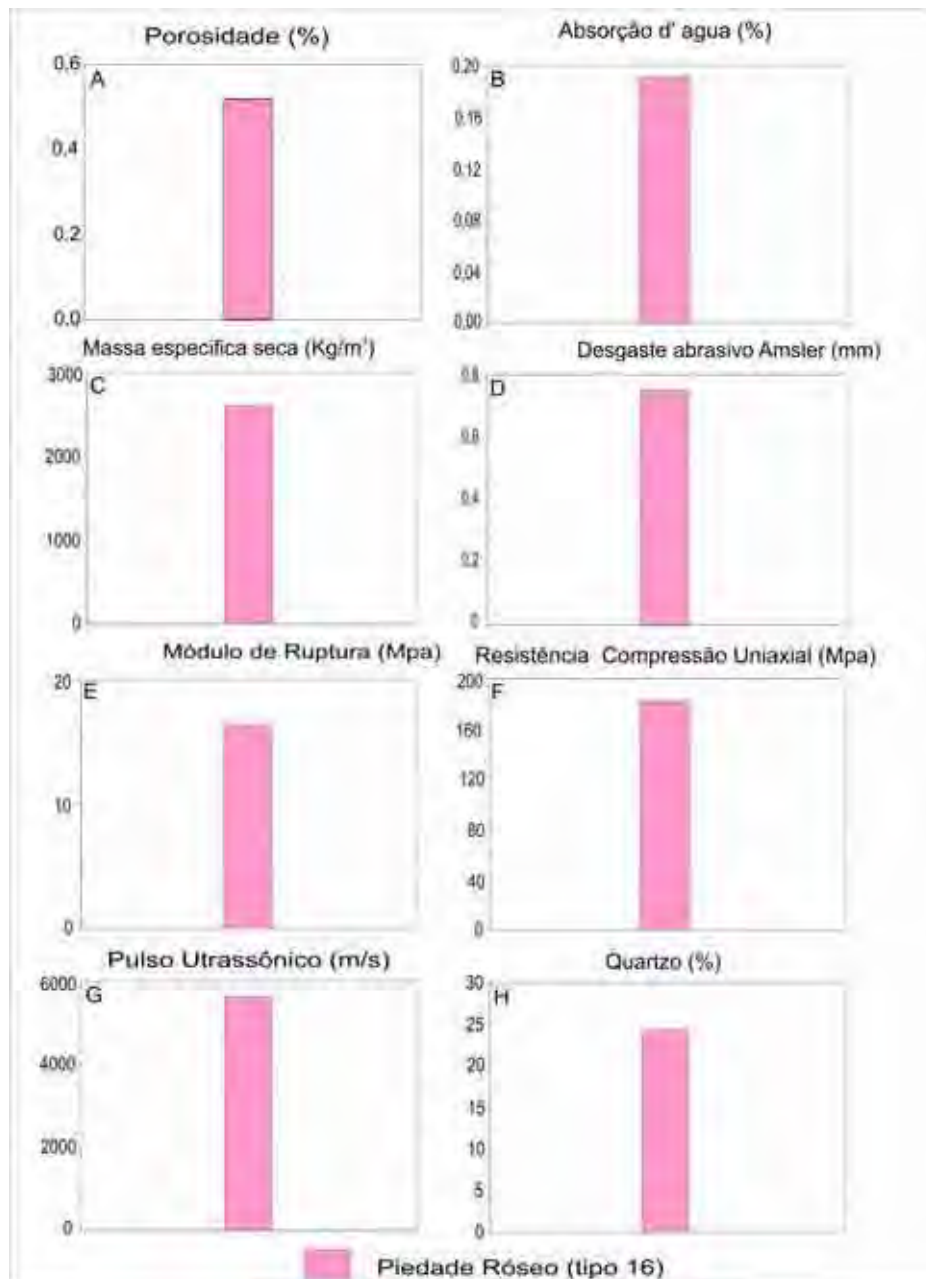


Figura 33. Ensaios tecnológicos das rochas do Maciço Piedade (Tipo 16).

O valor de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas (Figura 33G) obtido para este granito, permite situá-lo na média das rochas brasileiras, segundo valores limítrofes sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). A (Figura 33H) mostra a porcentagem de quartzo.

13.6. AMÊNDOA CAUCAIA

O (Quadro 20) apresenta os resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Caucaia e os valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e Frazão & Farjallat (1995). A Prancha 31 apresenta os Tipos Amêndoas em placas polidas que foram analisados, a Figura 34 os valores obtidos em gráficos. O Amêndoa Caucaia é caracterizado pelo tipo: **Tipo 17 – Amêndoa Caucaia Fino Cinza.**

Quadro 20. Resultados dos ensaios tecnológicos para as amostras do Maciço Caucaia, e valores limítrofes especificados pela norma ASTM (1992) e sugeridos por Frazão & Farjallat (1995).

Grupo E	ASTM (1995)	Frazão & Farjallat (1995)	Amêndoa Caucaia
			FinoCinza (Tipo 17)
Porosidade aparente (%)	n.e.	≤1,0	0,60
Absorção d'água (%)	≤0,4	≤0,4	0,23
Massa específica seca (kg/m ³)	≥2560	≥2550	2650
Desgaste Amsler (mm)	n.e.	≤1,0	0,68
Flexão 3 ptos (MPa)	≥10,34	≥10,0	15,133
Compressão uniaxial (Mpa)	≥131	≥100	203,58
VPO (m/s) Três pontos	n.e.	n.e.	4689,03

A análise conjunta dos resultados em relação à porosidade (Figura 34A) e absorção d'água (Figura 34B) e massa específica aparente (Figura 34C), indica que o granito apresenta baixa porosidade e absorção d'água, portanto dentro dos valores sugeridos por Frazão & Farjallat (1995). O granito estudado possui massa específica dentro do valor especificado para rochas graníticas, como os propostos por Neville (1997).

O valor de desgaste amsler (Figura 34D) do granito ensaiado, encontra-se dentro do limite de qualidade sugerido por Frazão & Farjallat (1995). Dessa forma o valor de desgaste não é proibitivo para a aplicação dessa rocha como revestimento de piso.

O valor de Flexão 3 pontos (Figura 34E) obtido ficou dentro do limite proposto por Frazão & Farjallat (1995).

O valor de compressão uniaxial (Figura 34F) classifica a rocha como de alta resistência. O valor de resistência à compressão apresentado é bem superior ao limite estabelecido por Frazão & Farjallat (1995), que é de 100 MPa.

O valor de velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas (Figura 34G) , obtido para este granito, permite situá-lo na média das rochas brasileiras.



Prancha 31. Aspectos Macroscópicos da Amostra Polida do Maciço Caucáia:1- (Tipo 17)

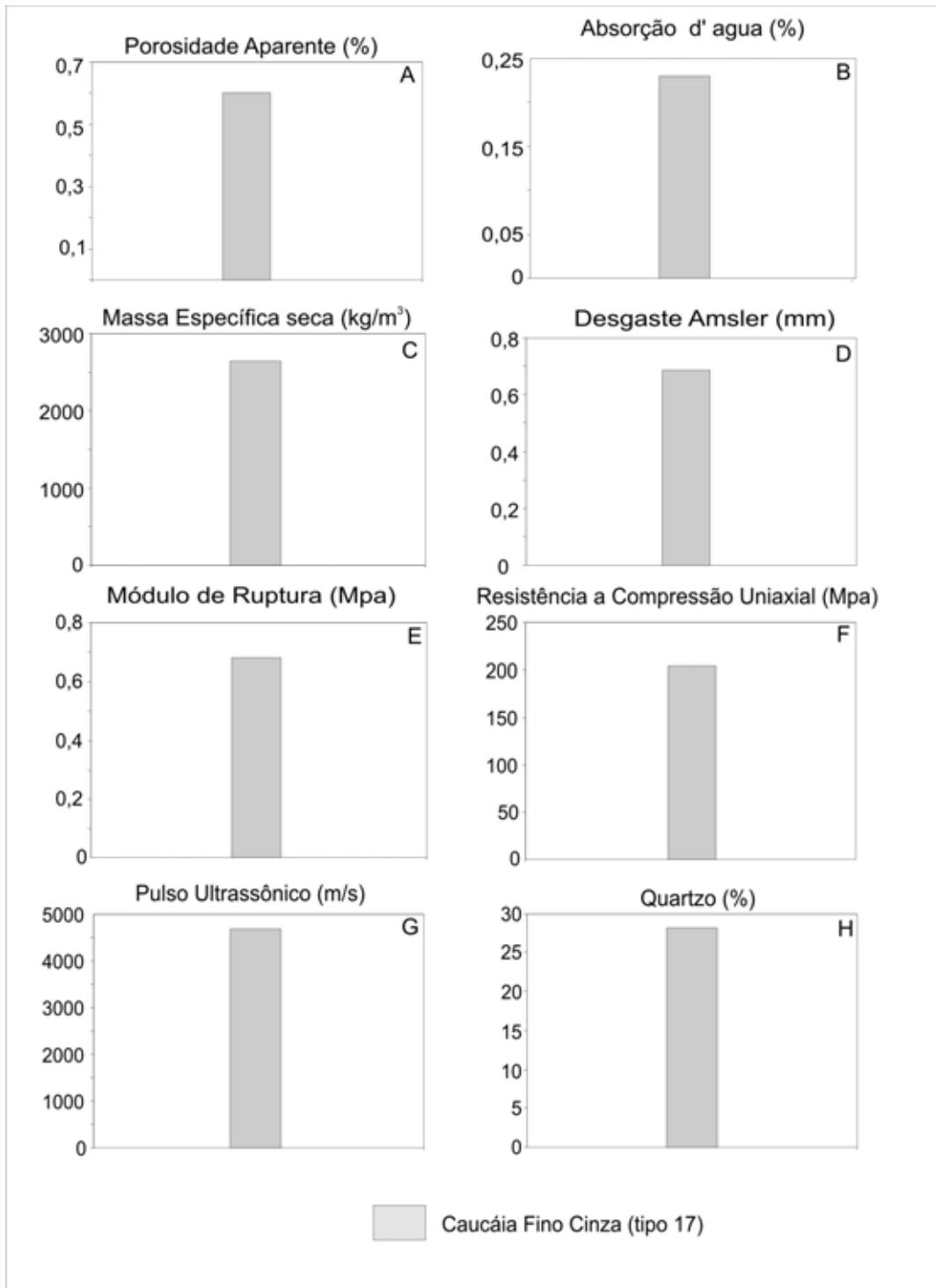


Figura 34. Ensaio tecnológico da rocha do Maciço Caucáia.

13.7. COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (B) – NBR 12765/92 E VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS ULTRA-SÔNICAS – ASTM D 2845 (ASTM, 1990)

A determinação da dilatação térmica linear é a propriedade que os materiais (rochas) têm de se expandir ou contrair (volume), com a variação de temperatura. As rochas assim como a maioria dos materiais (nos estados: sólido, líquido e gasoso), apresenta valores de dilatação variados, dilatando-se quando aquecidos e contraindo-se quando resfriados. Embora este fenômeno se manifeste tridimensionalmente, esta medida é calculada linearmente e deve ser expressa pelo coeficiente de dilatação térmica (β).

Utiliza-se este ensaio (em especial) em materiais rochosos utilizados como revestimentos de fachadas ou pisos externos expostos à ação direta do sol, situações de intenso calor ou sujeitas a grandes oscilações de temperatura, como ocorrem em regiões com estações climáticas bem definidas.

Na prática, utilizamos (β) para calcularmos o dimensionamento das juntas de dilatação de placas, painéis e ladrilhos de rochas ornamentais, e isto implica também na escolha do processo de ancoragem das placas a serem utilizadas em uma obra.

Os valores de determinação da dilatação térmica linear (β) foram analisados, de acordo com a norma NBR 12765 (ABNT, 1992f), e de Pulso Ultra-Sônico, de acordo com a norma ASTM D 2845 (ASTM, 1990). Foram determinados no laboratório de rochas ornamentais da Unesp–Rio Claro (DPM/IGCE/UNESP), em corpos-de-prova cilíndricos, com diâmetro de 28 mm e comprimento de 90 mm. Estes corpos de prova foram aquecidos em água a partir de 0° até 50 °C e resfriado de 50° até 0 °C. Vale observar que neste ensaio, evitou-se a histerese (microfraturamentos) variando a temperatura numa taxa constante de 0,3 °C/min.

O pulso ultra-sônico permite calcular a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas, a qual em primeira instância é usada para avaliar as condições de sanidade da rocha. Ela é influenciada pela estrutura, porosidade e pela presença ou não de água nos poros.

Na presente tese a velocidade de propagação, em todas as amostras (saturadas), foi determinada antes e depois de determinar o valor de (β), para verificar se houve a formação de novas fissuras ou expansão de outras preexistentes, provocadas pelo intervalo de temperatura (0° a 50°C) pela taxa de aquecimento usada no presente ensaio: 0,3°C/min. Procurou-se ainda correlacionar a média da velocidade de propagação de ondas e a porosidade aparente nos granitos estudados.

13.7.1. Equipamento utilizado na determinação de (B)

O equipamento (dilatômetro) (Figura 35) é constituído por um sistema de refrigeração e aquecimento projetado para elevar e abaixar a temperatura do banho (água) com uma taxa de 0,3 °C/min. Os limites de temperatura superior e inferior são de 50 °C e 0 °C, respectivamente. No entanto, esses valores podem ser facilmente alterados, através de um controlador digital do tipo PID com *setpoint* programável e variável ao longo dos dois limites.



Figura 35. Dilatômetro do Laboratório de Rochas Ornamentais da UNESP

Essa determinação é realizada em conjunto com um computador, o qual contém um programa para calcular os coeficientes de dilatação e traça o gráfico da dilatação do tempo e da temperatura (por problemas técnicos, neste trabalho os gráficos não serão apresentados no anexo).

Sistema de Calibração: a calibração do dilatômetro é realizada utilizando um corpo-de-prova de alumínio, que tem coeficiente de dilatação conhecido.

Alteração da Variáveis do Sistema: o controlador digital permite a modificação de suas variáveis através do seu próprio teclado do painel de controle que é usado para alterar o valor superior (50 °C), inferior (0 °C) e a taxa de aquecimento (0,3 °C/min) para os valores que se deseja trabalhar. Existem botões no painel de controle que são setas auxiliares, para cima e para baixo, que têm a função de alterar o valor da variável em visualização.

Procedimento: a determinação realizada pelo equipamento pode ser dividida em 4 partes:

1) *Estabilização Inicial do Sistema*

Comprime-se o botão iniciar da janela principal do programa e o ensaio será iniciado. O programa monitora o equipamento até que é detectada a estabilização no deslocamento do corpo-de-prova.

Quando o sistema estiver estabilizado inicia-se efetivamente a leitura dos dados que serão utilizados para calcular o β . O sistema envia uma mensagem para a tela do computador, e pergunta se o usuário deseja ou não que o ensaio continue. Feito essa confirmação, será solicitado que seja invertida a posição da chave de *setpoint* que encontra-se no painel de controle.

2) *Primeira Leitura (aquecimento)*

Nesta fase os valores de temperatura e deslocamento usado para o cálculo de β começam a ser lidos. O gráfico deslocamento *versus* tempo será traçado e atualizado aproximadamente de 15 em 15 segundos.

Decorrido cerca de 3 horas, o sistema chega novamente ao ponto de estabilização, ou seja, a um valor de deslocamento constante durante um período de tempo de mais ou menos 20 minutos.

Percebida a estabilização do sistema, solicita-se que se inverta a chave *setpoint* do painel e dará início a terceira parte do ensaio.

3) *Segunda Leitura (resfriamento)*

Os valores de temperatura e deslocamento continuarão a ser lidos para que se calcule o segundo valor de β . Este valor será referente ao aquecimento ou resfriamento, dependendo da leitura realizada anteriormente.

Esta etapa será finalizada também, 3 horas depois, quando o programa do computador detectar uma nova estabilização do sistema. Com isso, a determinação será realizada e os resultados obtidos serão mostrados em uma nova janela que será aberta.

4) *Visualização dos Resultados*

É fato que uma rocha, um mineral, uma placa pétreia (ou de outro material para revestimento), mantida numa temperatura T_1 apresenta um comprimento inicial L_1 . Quando submetida a um acréscimo de temperatura ΔT (sendo $T_2 > T_1$) seu comprimento sofre um acréscimo de ΔL , apresentando um comprimento final L_2 (Figura 36).

Por fim, nesta janela são exibidos os valores máximos e mínimos de temperatura e deslocamento tanto do aquecimento quanto do resfriamento. Os valores de β de dilatação e contração são automaticamente calculados e exibido o valor de β final, através da seguinte expressão:

$$\beta = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

Onde:

β = coeficiente de dilatação térmica linear (mm/m°C)

ΔL = variação do comprimento do corpo-de-prova (m)

L_0 = comprimento do corpo-de-prova (m)

ΔT = incremento de temperatura

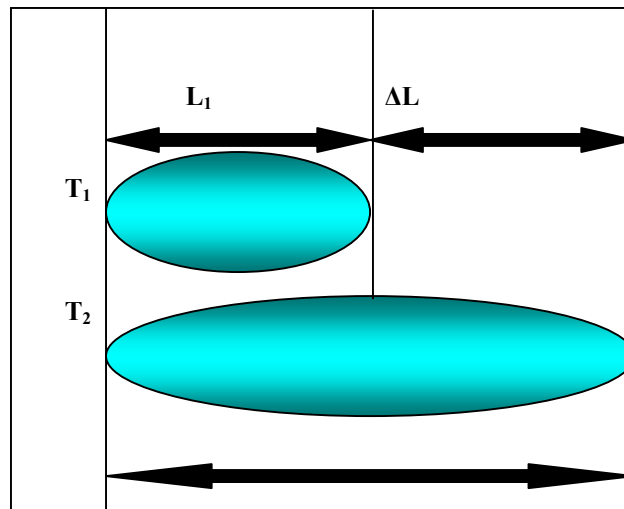


Figura 36. Esquema ilustrando a variação de volume de um mineral em função da variação de temperatura nele incidente.

13.7.2. Parâmetros para analisar o coeficiente de dilatação térmica linear(β) de uma rocha

Os granitos aqui analisados são poliminerálicos e como cada mineral tem um coeficiente de dilatação térmica específico, este vai variar de acordo com a direção cristalográfica do mineral. O coeficiente de dilatação térmica de uma rocha depende de vários parâmetros.

➤ Da mineralogia da rocha e da respectiva proporção mineral (moda). Minerais do sistema cúbico, onde todas as direções cristalográficas são iguais (β é isotrópica), ou seja, nos cristais cúbicos o β ao longo dos diferentes eixos cristalinos são iguais, e as mudanças nas dimensões com a temperatura são simétricas. Do sistema trigonal, tetragonal e hexagonal, onde duas direções cristalográficas são iguais e uma diferente, apresentam dois β . Minerais do sistema monoclinico, triclinico e ortorrômbico (3 direções distintas), nos mostram 3 β . Em cristais anisométricos (não cúbicos), que é a grande maioria dos materiais e minerais, o β varia com a orientação cristalográfica,

portanto não se deve apresentar o β de um cristal anisométrico sem mencionar a direção cristalográfica a que ele se refere. As rochas formadas por diversos minerais, tais como, granitos, gnaisses, sienito, etc. sofrem mais com a ação térmica do que rochas formadas, essencialmente, por um único mineral (arenitos, mármore e calcários). A calcita e o quartzo têm valores de β altos, como consequência quartzitos, granitos e mármore têm coeficientes de dilatação térmica linear alto.

- Da porosidade da rocha e de sua capacidade de permeabilidade (absorção d'água).
- Da trama da rocha envolvendo tanto os contatos interminerais, quanto à disposição espacial dos minerais constituintes da rocha.
- Da estrutura da rocha, principalmente quando lineares nos quesitos; clivagem, foliação, xistosidade, gnaissificação e bandeamento.
- Do grau de microfissuramento da rocha (100 X n° de microfissuras/mm²), ou seja, rochas que inicialmente contém grande quantidade de fissuras apresentam valores de β menores que a mesma rocha em estado não fissurado.
- Das ligações entre os minerais, que quanto mais forte for a ligação menor será o β , ou vice-versa.
- As rochas por conduzir mal o calor, esta sofre ação térmica mais intensa na superfície do que no interior, desenvolvendo-se tensões diversas que provocam fendilamentos, devido à dilatação heterogênea dos minerais constituintes da mesma.
- O aumento no valor de β esta relacionado com o aumento de SiO₂ presente nas rochas (isto depende da composição da rocha).
- Do tamanho dos grãos, que segundo Richter & Simmons (1974) in Lima (2002), os dados são insuficientes para fazer uma discussão quantitativa do efeito do tamanho dos grãos na dilatação térmica das rochas. Porém, na literatura já existem explicação para a relação entre granulação e variação na dilatação das rochas.

13.8. INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente separaram-se os 34 corpos-de-prova estudados em 6 famílias de rochas: O Amêndoa Sorocaba é caracterizado pelos tipos: Tipo 1 – Amêndoa Sorocaba Escuro, Tipo 2 – Amêndoa Sorocaba Cinza, Tipo 3 – Amêndoa Sorocaba Branco, Tipo 4 – Amêndoa Sorocaba Vermelho, Tipo 5 – Amêndoa Sorocaba Róseo, Tipo 6 – Amêndoa Sorocaba Creme; O Amêndoa São Francisco é caracterizado pelos tipos: Tipo 7 – Amêndoa São Francisco Vermelho, Tipo 8 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi I (Marrom Montês) e Tipo 9 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi II (Vermelho Anelar); O Amêndoa São Roque é caracterizado pelos tipos: Tipo 10 –

Amêndoa São Roque Vermelho e Tipo 11 – Amêndoa São Roque Vermelho Médio; O Amêndoa Ibiúna é caracterizado pelos tipos: Tipo 12 – Amêndoa Ibiúna Vermelho, Tipo 13 – Amêndoa Ibiúna Cinza, Tipo 14 – Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio e Tipo 15 – Amêndoa Ibiúna Cinza Médio; O Amêndoa Piedade é caracterizado pelo tipo: Tipo 16 – Amêndoa Piedade Róseo; O Amêndoa Caucaia é caracterizado pelo tipo: Tipo 17 – Amêndoa Caucaia Cinza.

Em seguida foram relacionados valores médios referentes aos ensaios realizados que se encontram resumidos no (Quadros 21. e 22.) com os seus respectivos valores, com a finalidade de possibilitar melhor visualização do comportamento das rochas investigadas e correlações entre os diferentes parâmetros obtidos. As correlações serão analisadas segundo as características petrográficas das rochas. As considerações comparativas de Dilatação Térmica Linear foram baseadas no valor máximo sugerido por Frazão & Farjallat (1985), qual seja: $12,0 \times 10^{-3} \text{ mm/m}^\circ\text{C}$ e para rochas graníticas encontrados na literatura, entre 6 e $9 \times 10^{-3} \text{ mm/m}^\circ\text{C}$ (Rzhevsk & Novik); *apud* Meyer (2003).

13.8.1. Amêndoas Sorocaba

O Amêndoa Sorocaba é caracterizado pelos tipos: **Tipo 1 – Amêndoa Sorocaba Escuro, Tipo 2 – Amêndoa Sorocaba Cinza, Tipo 3 – Amêndoa Sorocaba Branco, Tipo 4 – Amêndoa Sorocaba Vermelho, Tipo 5 – Amêndoa Sorocaba Róseo, Tipo 6 – Amêndoa Sorocaba Creme**

Os valores de dilatação térmica linear dos 6 (seis) tipos analisados (Quadro 21A), mostrou que o β varia entre 5,45 e 9,55 (valores correspondentes às amostras: escuro e róseo). Conclui-se, portanto que os granitos da família Sorocaba apresentam valores inferiores ao sugerido por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$, portanto valores de β satisfatórios para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que seja em ambientes com variações climáticas.

A correlação entre dilatação térmica linear *versus* granulação (Quadro 21B) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nesta correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor a granulação da rocha. O Tipo 5 possui a maior dilatação porém sua granulação é a segunda menor, já o Tipo 1 possui a menor dilatação e também menor granulação, portanto o que está influenciando nesta correlação é a diferença de porcentagem de quartzo e porosidade que quanto maior, oferece também maior dilatação.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de FK (Quadro 21C) dos tipos analisados apresenta valores bastante variáveis. O Tipo 6, apresentou maior porcentagem em FK, deveria em contrapartida apresentar menor dilatação, isto não ocorreu devido ao seu baixo índice de cor . A alta dilatação do Tipo 5 é associada a alterabilidade média de seu FK e teor de quartzo.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Quartzo (Quadro 21D) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de quartzo. Os Tipos estudados seguem esta tendência.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Sílica Livre (Quadro 21E) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de sílica livre. O Tipo 3 por possuir a maior porcentagem em sílica livre, deveria possuir a maior dilatação, porém, seu valor (8,05) é considerado dentro da média para esse grupo de rochas. Os Tipos 4 e 6 possuem porcentagens de sílica bem próximos (70,8 e 71,0), respectivamente e a pequena diferença de dilatação do Creme (7,25) está associada ao vermelho possuir menos microfissuramento do que o Creme. O granito Róseo que possui maior dilatação neste grupo (9,55) deveria possuir maior porcentagem de sílica livre, contudo, seu valor (70,3) pode ser considerado aceitável na correlação. O granito Cinza e o Escuro possuem menor dilatação e menor porcentagem de sílica, portanto uma correlação diretamente proporcional.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porosidade Aparente (Quadro 21F) dos tipos analisados apresentam valores variáveis, porém próximos uns dos outros. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da porosidade. O Tipo 2 possui a maior porcentagem de porosidade o que coaduna com sua baixa dilatação. Os granitos: Tipos 6, 4 e 3 possuem mesma porosidade (0,69) e suas correlações com a dilatação, mostram pequenas diferenças. O Tipo 5 com a maior dilatação, apresenta relativamente uma baixa porosidade (0,60). Já o Tipo 1, apesar de apresentar a menor dilatação neste grupo está coerente com o valor baixo de sua porosidade.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Índice de Cor (Quadro 21G) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. É de se esperar, que uma rocha com alta densidade apresente, concomitantemente, alto índice de cor, ou seja, são diretamente proporcionais. Os Tipos desta correlação apresentam no geral baixa dilatação com altos índices de cor e altas dilatações com baixos índices de cor, portanto coerente.

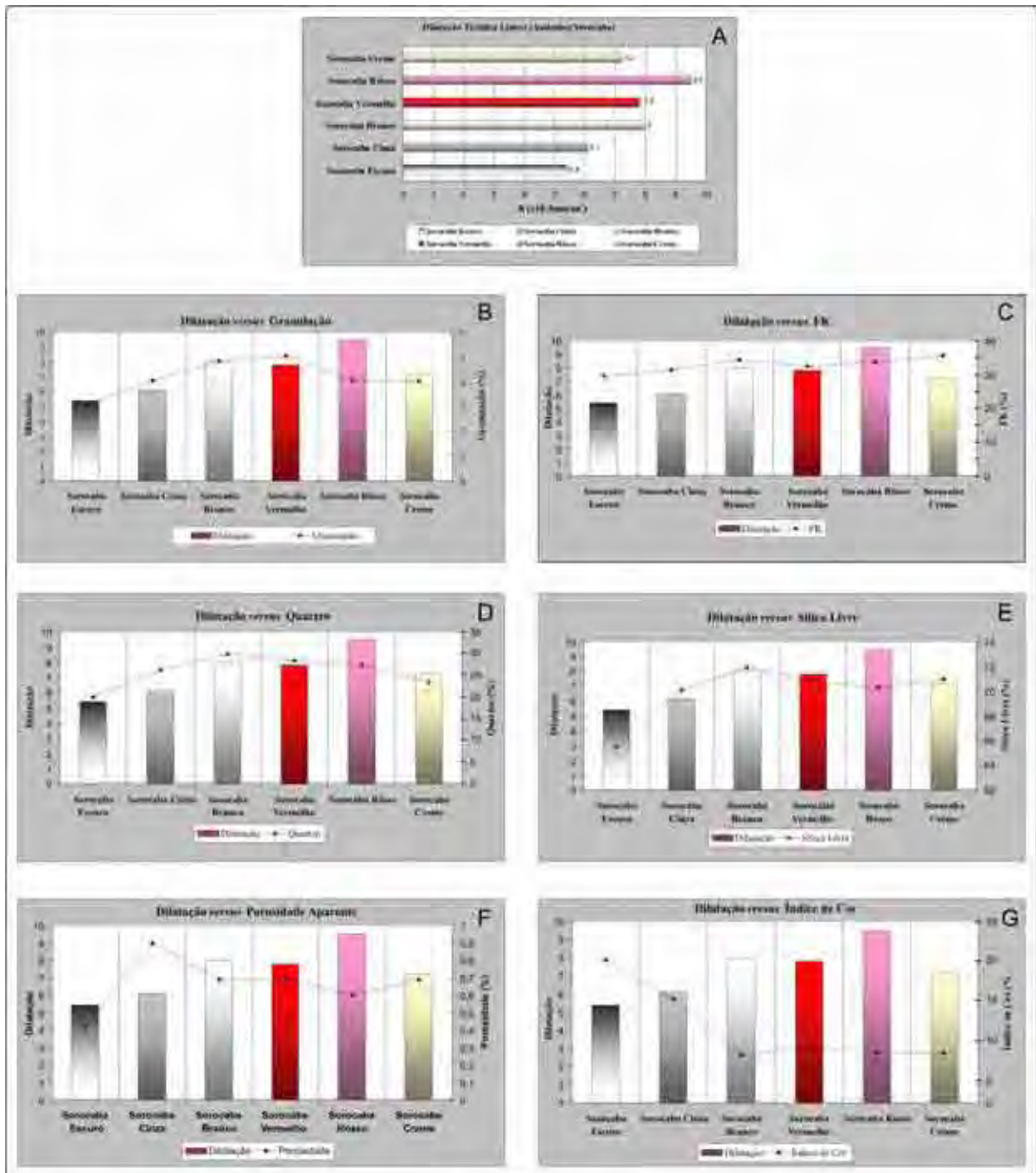
A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Pulso Ultra-Sônico (Quadro 22H) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Esta correlação possui suas limitações, pois quanto maior o volume do corpo-de-prova, mais precisos são os resultados do pulso ultra-sônico. Esta correlação deveria mostrar hipoteticamente que menores dilatações combinam com rochas com maior integridade física, portanto com valores maiores de pulso ultra-sônico. Como os valores aqui apresentados são muito próximos associamos estas pequenas diferenças com outros parâmetros quais sejam: estado de sanidade, alteração mineral, microfissuras etc.

A correlação entre Pulso Antes da Dilatação *versus* Pulso Após a Dilatação (Quadro 22I) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Pode-se dizer que após a dilatação o valor do pulso apresentou pequeno aumento da velocidade, indicando que os efeitos ocasionados pela dilatação

induzida, nestes corpos de prova não ocasionaram grandes alterações no grau de microfissuramento dessas rochas. Exceção deve ser feita ao Sorocaba Escuro que manteve praticamente a mesma dilatação antes e após a dilatação induzida.

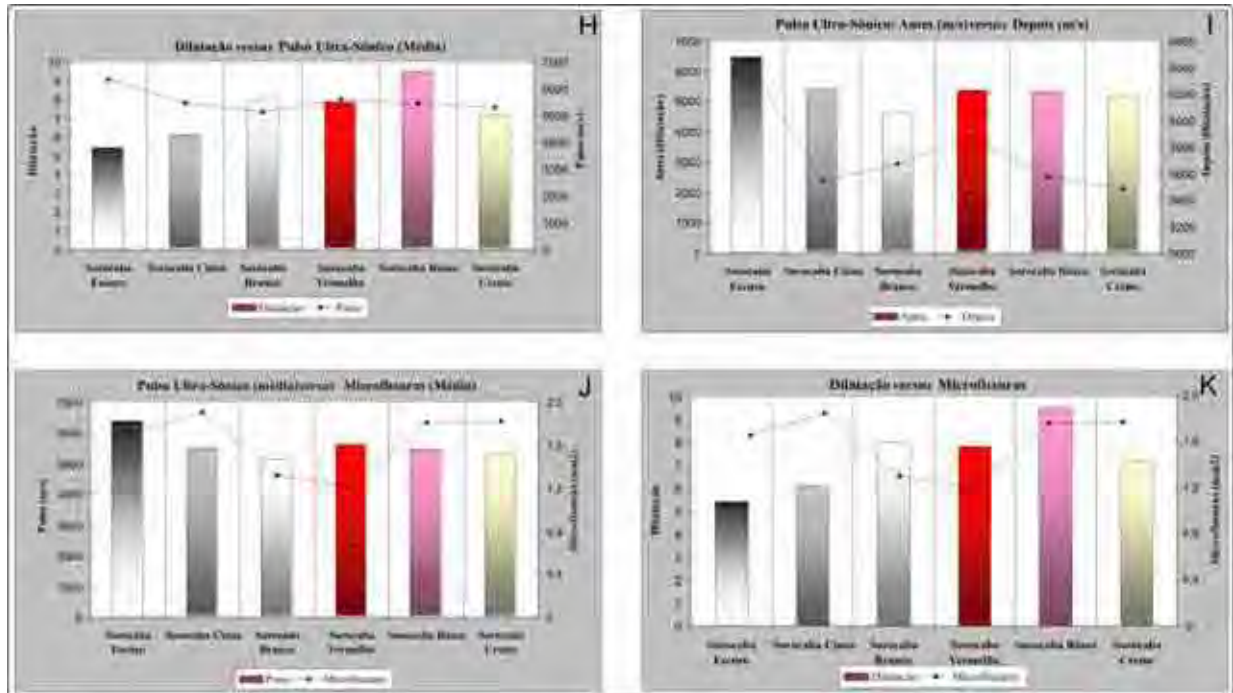
A correlação entre Pulso *versus* Microfissuras (Quadro 22J) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Essas rochas possuem mais de uma microfissuras/mm², portanto as pequenas diferenças de pulso ultra-sônico devem ser associadas a fatores como: alterabilidade do FK e diferença em suas porosidades.

Quadro 21. Correlações dos Amêndoas Sorocaba



A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Microfissuras (Quadro 22K) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da média de microfissuras. Nesse caso ocorreu uma anomalia (não mostra concordância) no Tipo 5 que deveria apresentar menor dilatação por ter maior microfissuramento, isto não ocorreu, deve-se associar: a sua porcentagem de sílica livre (70,3).

Quadro 22. Correlações dos Amêndoas Sorocaba



13.8.2. Amêndoas São Francisco

O Amêndoa São Francisco é caracterizado pelos tipos: **Tipo 7 – Amêndoa São Francisco Vermelho, Tipo 8 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi I (Marrom Montês) e Tipo 9 – Amêndoa São Francisco Vermelho Rapakivi II (Vermelho Anelar)**

Os valores de dilatação térmica linear dos 3 (três) tipos analisados (Quadro 23A), mostrou que o β varia entre 7,55 e 6,60 (valores correspondentes às amostras: Tipos 7 e 8). Conclui-se, portanto que os granitos da família São Francisco apresentam valores inferiores ao sugerido por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3$ mm/m°C, portanto valores de β satisfatórios para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* granulação (Quadro 23B) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis, bem próximos uns dos outros. Nesta correlação o

correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da granulação. Ocorreu inversão no Tipo 9. Os valores de dilatação por serem bem próximos estão coerentes com as pequenas diferenças apresentadas pela granulação

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de quartzo (Quadro 23C) dos tipos analisados apresentam valores bastante variáveis. Nessa correlação as variações encontradas refletem que quanto maior a porcentagem de quartzo maior a dilatação.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porosidade Aparente (Quadro 23D) dos tipos analisados apresentam valores bem variados. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da porosidade. Os granitos Tipos 8 e 9 possuem uma correlação inversamente proporcional, portanto coerente. Ocorreu anomalia apenas no Tipo 7, pois este deveria apresentar uma dilatação menor em relação ao Tipo 8. Apesar de ser uma variação pequena, deve-se associar sua maior porcentagem de sílica livre.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Microfissuras (Quadro 23E) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação menor o valor da média de microfissuras. Ocorreu anomalia apenas no Tipo 7, pois este deveria apresentar uma dilatação menor em relação ao Tipo 8. Apesar de ser uma variação pequena, deve-se associar sua maior porcentagem de sílica livre.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Sílica Livre (Quadro 23F) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de sílica livre. Os granitos Tipo 7 e 8 possuem correlação diretamente proporcional, portanto coerente. O granito Tipo 9 deveria apresentar a maior dilatação desse grupo, porém apresenta a menor, associa-se a isto a sua mais alta porcentagem de FK e a alterabilidade.

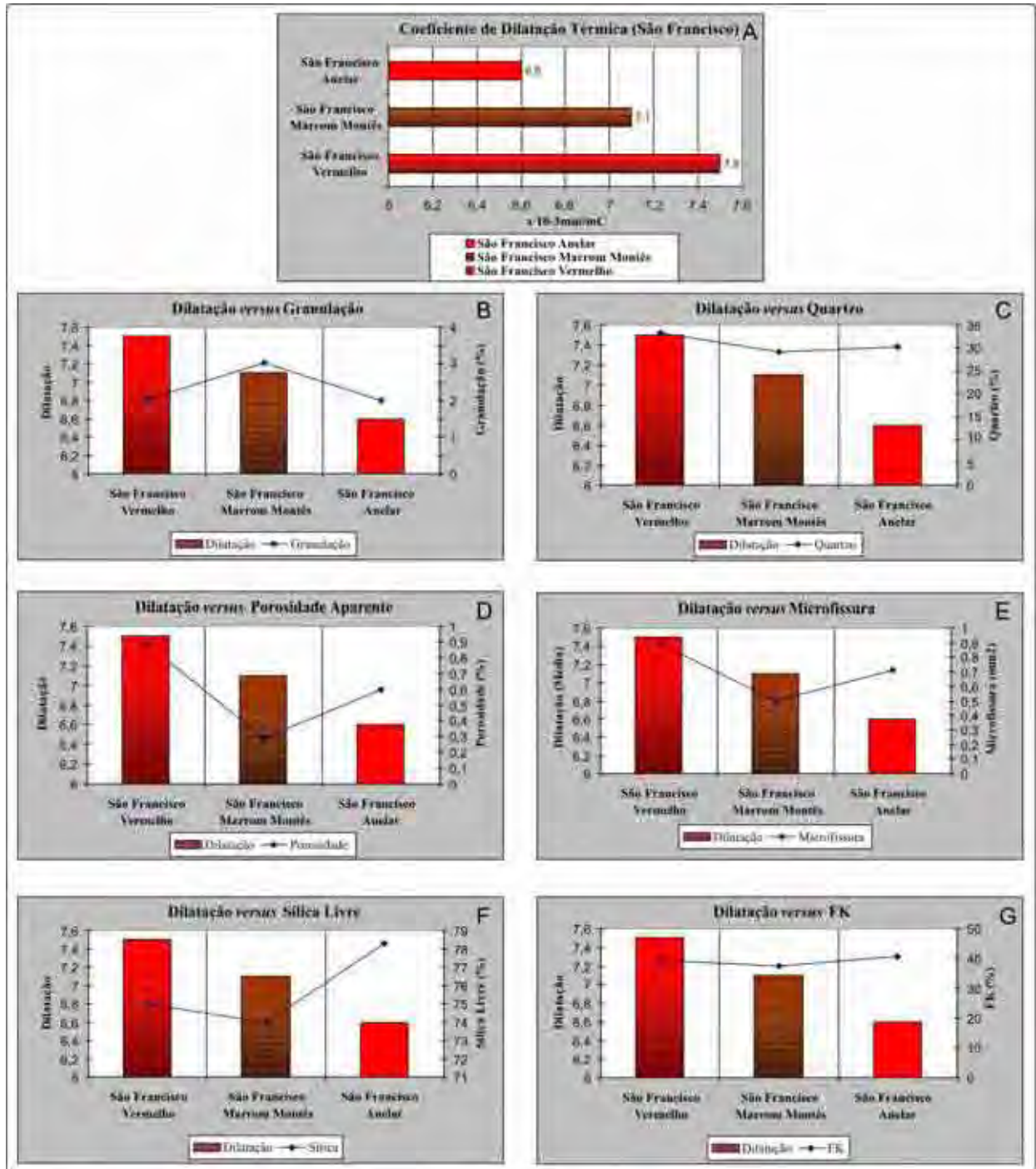
A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de FK (Quadro 23G) dos tipos analisados apresentam valores bastante variáveis. Nessa correlação as variações encontradas refletem que quanto maior a porcentagem de FK (fenocristais) menor a dilatação. Os granitos Tipos 8 e 9 estão com correlações diretamente proporcionais, portanto coerentes. O granito Tipo 7 mostra uma alta dilatação e uma alta porcentagem de FK, esta diferença se deve a alta porosidade deste tipo.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Índice de Cor (Quadro 24H) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. É de se esperar, que uma rocha com alta densidade apresente, concomitantemente, alto índice de cor, ou seja, são diretamente proporcionais, portanto alta dilatação. Pode-se dizer que ocorre uma correlação diretamente proporcional entre os tipos.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Pulso (Quadro 24I) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. O pulso ultra-sônico nos mostra uma relação quase diretamente proporcional com o coeficiente de dilatação térmica linear (alto pulso menor dilatação), principalmente entre os Tipos 8 e 9, que apresentam correlação inversamente proporcional com alto

pulso ultra-sônico com baixa dilatação. Já o Tipo 7 que deveria apresentar uma dilatação menor isto não ocorreu, possivelmente isto se deve a sua maior porcentagem de quartzo.

Quadro 23. Correlações dos Amêndoas São Francisco

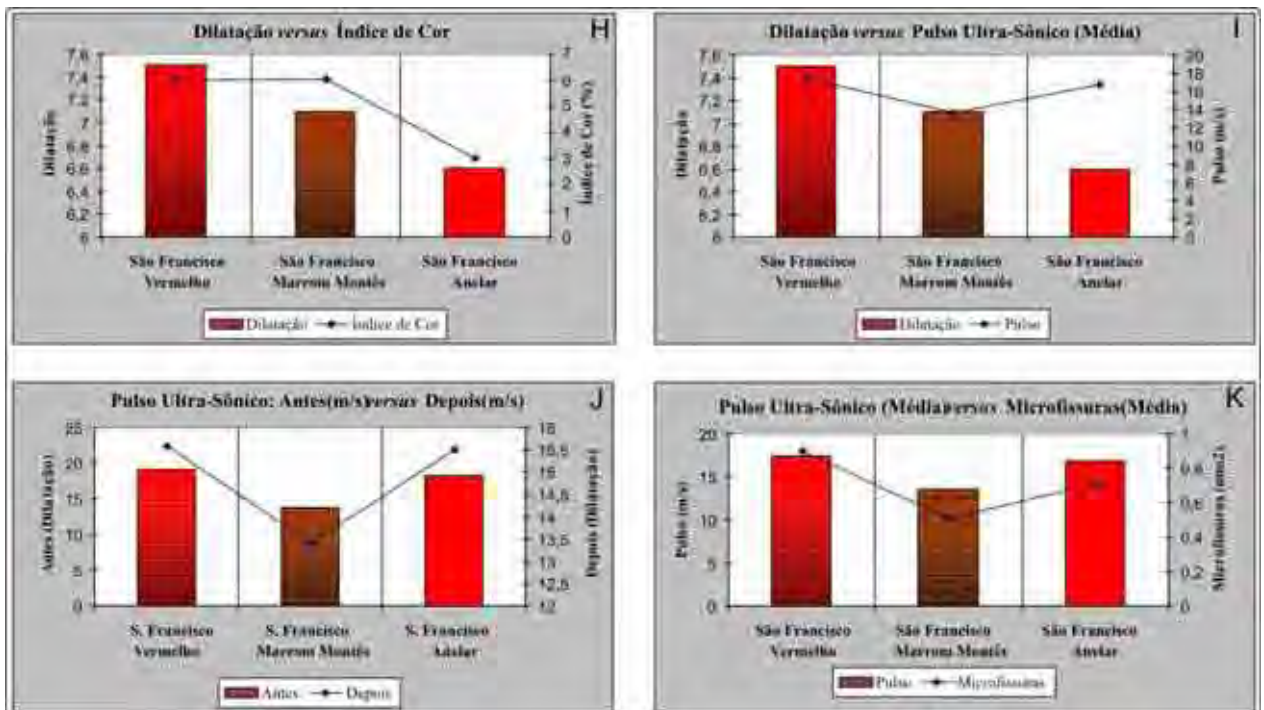


A correlação entre Pulso Antes da Dilatação *versus* Pulso Após a Dilatação (Quadro 24I) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis (desvio padrão do pulso = 893,0 e 537,7). Pode-se dizer que após a dilatação o valor do pulso apresentou um pequeno acréscimo da velocidade,

indicando que os efeitos ocasionados pela dilatação induzida nestes corpos de prova não ocasionaram grandes alterações no grau de microfissuramento dessas rochas.

A correlação entre Pulso *versus* Microfissuras (Quadro 24J) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Pode-se dizer que as pequenas variações em relação às velocidades de propagação de ondas se refletem também, nas pequenas variações de microfissuramentos encontradas nessas rochas. O maior valor de pulso do Montês – Tipo 8 (6530,2) é associado a sua menor porcentagem de FK e concomitantemente o Anelar possui o mais baixo pulso devido a sua mais alta porcentagem de FK.

Quadro 24. Correlações dos Amêndoas São Francisco



13.8.3. Amêndoas São Roque

O Amêndoa São Roque é caracterizado pelos tipos: **Tipo 10 – Amêndoa São Roque Vermelho** e **Tipo 11 – Amêndoa São Roque Vermelho Médio**

Os valores de Dilatação Térmica Linear dos 2 (dois) tipos analisados (Quadro 25A), mostrou valores de β , 7,00 e 6,05 respectivamente (valores correspondentes às amostras: Tipos 10 e 11). Conclui-se portanto que os granitos da família São Roque apresentam valores inferiores ao sugerido por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3$ mm/m°C, portanto valores de β

satisfatórios para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* granulação (Quadro 25B) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nesta correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da granulação. A correlação está coerente.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de FK (Quadro 25C) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. O gráfico apresenta valores coerentes (alta dilatação com baixa porcentagem de FK).

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Quartzo (Quadro 25D) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de quartzo. Por possuírem a mesma porcentagem de quartzo a menor dilatação do Tipo 11 se deve a sua maior granulação.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Sílica Livre (Quadro 25E) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de sílica livre. Os granitos apresentam uma correlação diretamente proporcional, portanto coerente com os valores de maior dilatação para o granito Tipo 10 (7,0), aliado com a maior porcentagem de sílica livre (71,5).

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porosidade Aparente (Quadro 25F) dos tipos analisados apresentam valores muito próximos. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da porosidade. Os granitos apresentam uma correlação inversamente proporcional, portanto coerente com os valores de maior dilatação para o Tipo 10 (7,0), aliado com a menor porcentagem de porosidade (0,34).

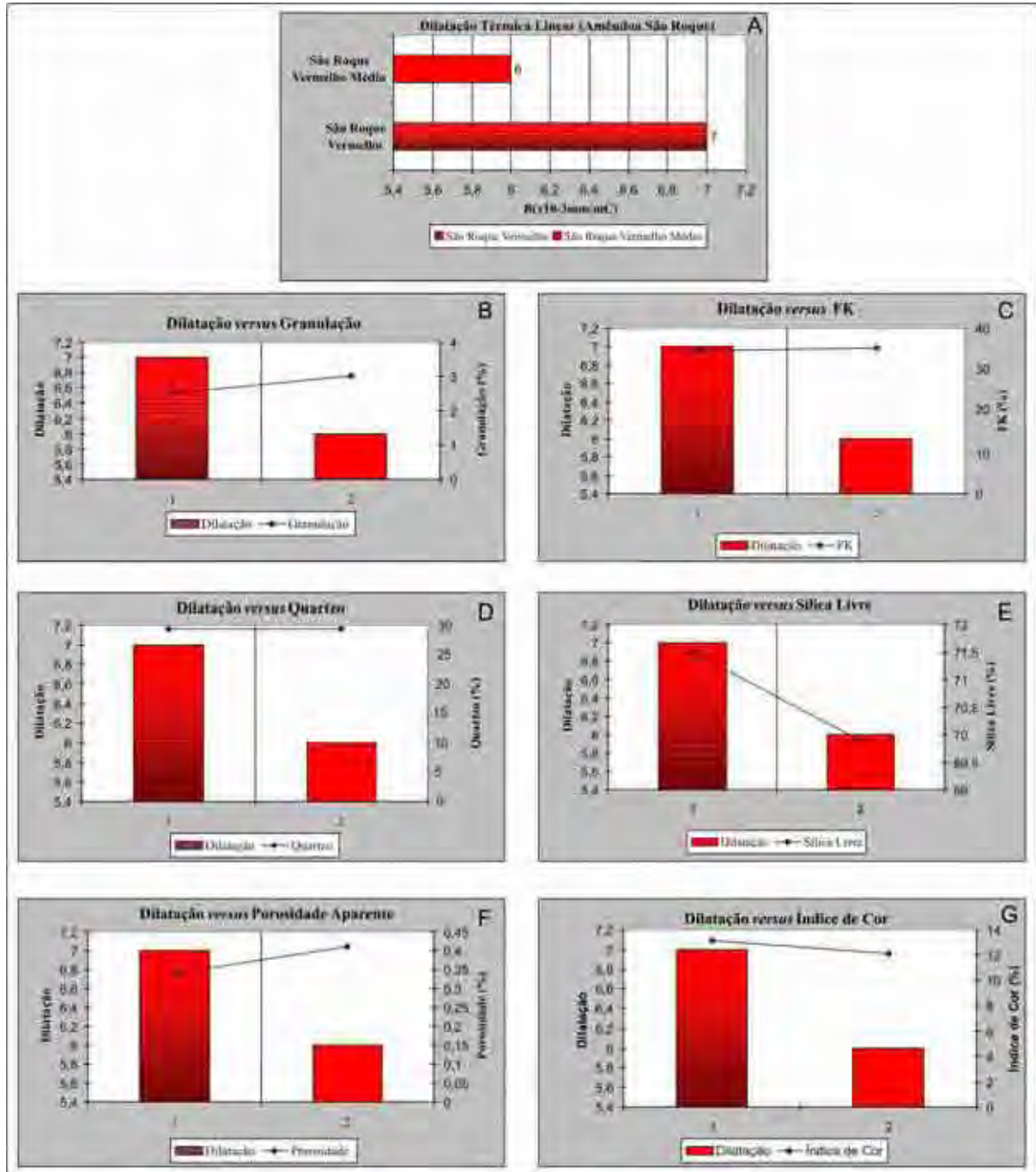
A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Índice de Cor (Quadro 25G) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. É de se esperar, que uma rocha com alta densidade apresente, concomitantemente, alto índice de cor, ou seja, são diretamente proporcionais. O Tipo 10 apresenta massa específica de (2270 Kg/m³) e o 11 (2730 Kg/m³), portanto o 11 deveria apresentar um maior índice de cor, porém isto não acontece, associa-se ao fato de o 11 possuir, maior porosidade que o Tipo 10 o que lhe diminui a dilatação e seu índice de cor.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Pulso (Quadro 26H) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. O Pulso Ultra-Sônico nos mostra uma relação inversamente proporcional com o Coeficiente de Dilatação Térmica Linear pois o granito Tipo 11 apresenta pulso (6223,3) e dilatação (6,0), já o 10 apresenta valor de pulso (5978,7) e dilatação (6,0), portanto resultados coerentes de correlação.

A correlação entre Pulso Antes da Dilatação *versus* Pulso Após a Dilatação (Quadro 26I) dos tipos analisados apresentam valores variáveis (desvio padrão do pulso = 339,2 e 9,12). Pode-se dizer que após a dilatação o valor do pulso apresentou pequeno aumento de velocidade, indicando que os

efeitos ocasionados pela dilatação induzida nestes corpos de prova, não ocasionaram grandes alterações no grau de microfissuramento dessas rochas.

Quadro 25. Correlações dos Amêndoas São Roque

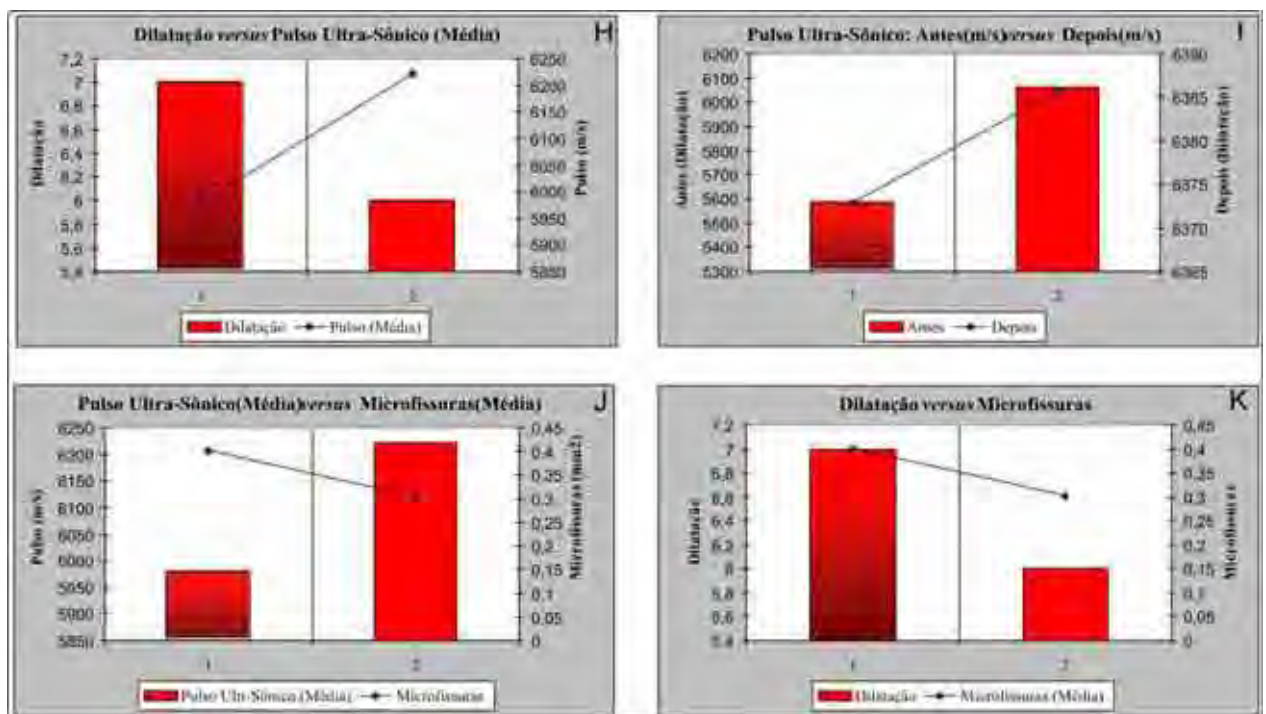


A correlação entre Pulso *versus* Microfissuras (Quadro 26J) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Pode-se dizer que as pequenas variações em relação às velocidades de propagação de ondas se refletem também, nas pequenas variações de microfissuras encontradas nessas rochas. Aqui devemos ter uma correlação de menor microfissuras e maior pulso. O Tipo 10 possui

pulso (5978,7) e microfissura (0,3) e o 11, pulso (6223,3) e microfissura (0,4), portanto diretamente proporcionais, ou seja, temos resultado invertido. Associa-se a este resultado o fato de o Tipo 11 possuir menor índice de cor (8,0), fazendo com que seu pulso tenha um acréscimo de velocidade.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Microfissuras (Quadro 26K) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da média de microfissuras. Como o Tipo 10 possui dilatação (7,0) e microfissura (0,3) e o 11 (6,0) e (0,4). Temos uma correlação inversamente proporcional, tornando o resultado coerente.

Quadro 26. Correlações dos Amêndoas São Roque



13.8.4. Amêndoas Ibiúna

O Amêndoa Ibiúna é caracterizado pelos tipos: **Tipo 12 – Amêndoa Ibiúna Vermelho**, **Tipo 13 – Amêndoa Ibiúna Cinza**, **Tipo 14 – Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio** e **Tipo 15 – Amêndoa Ibiúna Cinza Médio**

Os valores de Dilatação Térmica Linear dos 4 (quatro) tipos analisados (Quadro 27A), mostrou que o β varia entre 8,15 e 7,45 (valores correspondentes às amostras: vermelho e vermelho médio). Conclui-se portanto que os granitos da família Ibiúna apresentam valores inferiores ao sugerido por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$, portanto valores

de β satisfatórios para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* granulação (Quadro 27B) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nesta correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da granulação. Os resultados apresentaram-se diretamente proporcionais, ou seja, maiores dilatações apresentam maiores granulações. Associa-se a este resultado a porcentagem de sílica livre que quanto maior em porcentagem, aumenta o valor da dilatação, mascarando então o efeito da granulação.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de FK (Quadro 27C) dos tipos analisados apresentam valores bastante variáveis. Nessa correlação as variações encontradas refletem que quanto maior a porcentagem de FK (fenocristais) maior a dilatação, portanto diretamente proporcional. Como o esperado é uma correlação inversa a dada, associa-se com o incremento da sílica livre que quanto maior em porcentagem, aumenta o valor da dilatação, mascarando então o efeito do FK.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Quartzo (Quadro 27D) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de quartzo. Como os dados nos dão uma correlação diretamente proporcional, sendo que apenas o Tipo 12 foge um pouco, devido ter maior dilatação com a segundo maior porcentagem em quartzo. Associa-se a este fator sua menor porcentagem em sílica livre (70,1) em relação ao Ibiúna Cinza que possui em porcentagem de sílica (71,2), portanto invertendo esses valores.

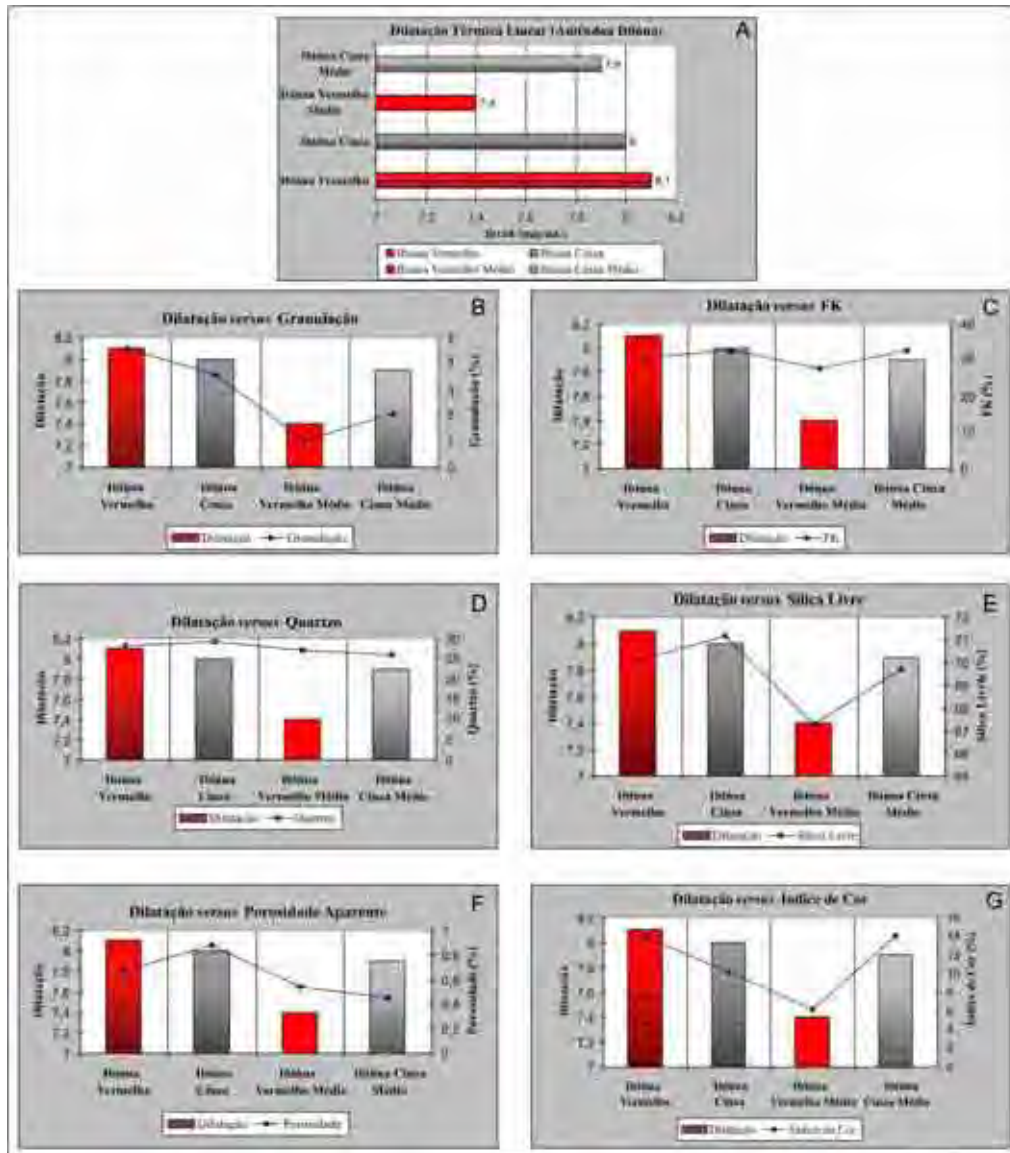
A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porcentagem de Sílica Livre (Quadro 27E) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, maior o valor da porcentagem de sílica livre. Nesta correlação os resultados devem ser diretamente proporcionais. Houve uma ínfima inversão nos valores de dilatação nos Ibiúnas de maior granulação (Vermelho e Cinza), associa-se a isto a maior porosidade do Cinza (0,88) que diminuiu sensivelmente a dilatação deste em relação ao Vermelho com porosidade (0,67).

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Porosidade Aparente (Quadro 27F) dos tipos analisados apresentam valores muito próximos. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da porosidade. Os resultados são verdadeiros quando analisados entre os de granulação semelhante (ex.: vermelho médio com cinza médio). Nessa correlação as rochas mais grossas possuem granulação, porcentagem de quartzo e sílica livre, etc. maior que as rochas médias.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Índice de Cor (Quadro 27G) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. É de se esperar, que uma rocha com alta densidade apresente, concomitantemente, alto índice de cor, ou seja, são diretamente proporcionais. O Ibiúna

Vermelho apresenta massa específica de (2670 Kg/m³), Vermelho Médio (2690 Kg/m³), Cinza (2690 Kg/m³) e Cinza Médio (2700 Kg/m³), nessa correlação como era de se esperar os Cinzas apresentam melhores correlações entre massa específica e índice de cor.

Quadro 27. Correlações dos Amêndoas Ibiúna



A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Pulso (Quadro 28H) dos tipos analisados apresentam valores variáveis (desvio padrão da média de pulso = 662,6). O Pulso Ultra-Sônico nos mostra uma relação em que os Ibiúnas com menor granulação (vermelho médio e cinza médio), possuem os mais altos pulsos ultra-sônicos, enquanto os de maior granulação (vermelho e cinza) mostram pulsos menores, portanto as menores dilatações apresentadas pelos Ibiúnas de granulação maiores são devidas à diferença de granulação dessas rochas.

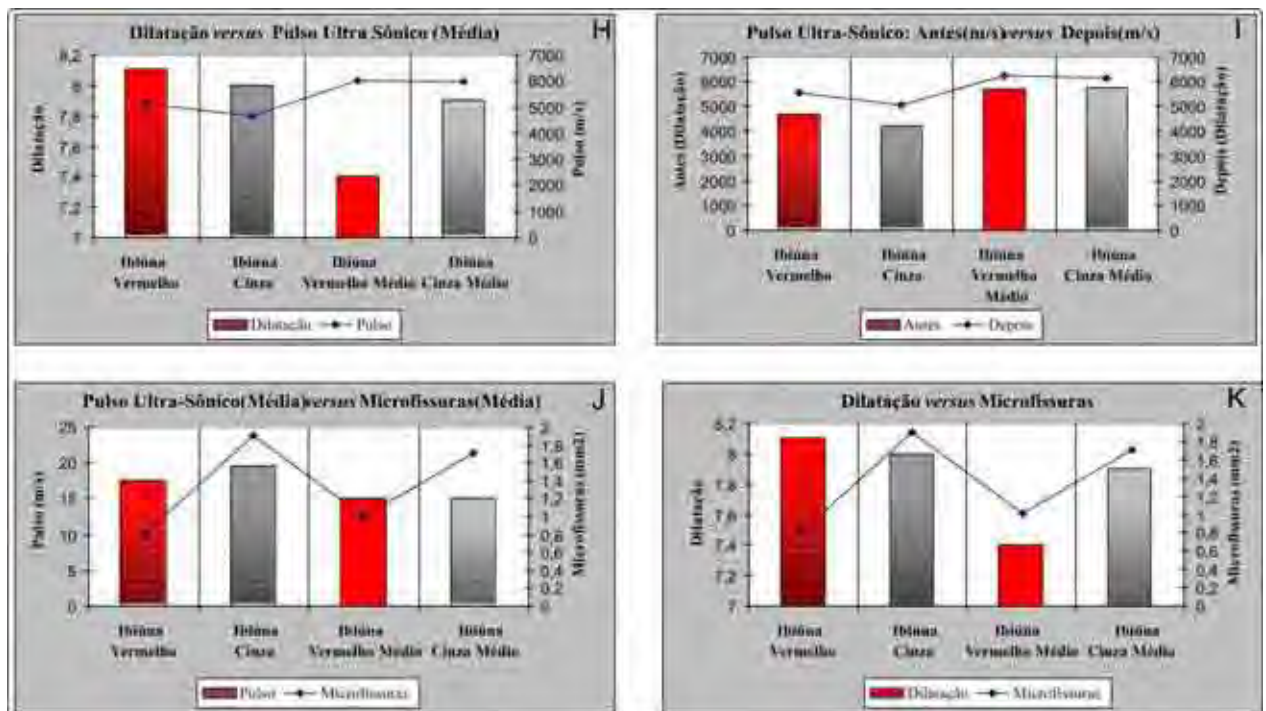
A correlação entre Pulso Antes da Dilatação *versus* Pulso Após a Dilatação (Quadro 28I) dos

tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Pode-se afirmar que após a dilatação o valor do pulso apresentou um aumento da velocidade, indicando que os efeitos ocasionados pela dilatação induzida nestes corpos de prova não ocasionaram grandes alterações no grau de microfissuramento dessas rochas.

A correlação entre Pulso *versus* Microfissuras (Quadro 28J) dos tipos analisados apresentam valores variáveis. Pode-se dizer que as variações em relação às velocidades de propagação de ondas se refletem com maiores pulsos ultra-sônico nas rochas com menor granulação e microfissuras, ocorrendo o contrário nas rochas com granulação e microfissuras maiores. Os Ibiúnas Cinza e Vermelho Médio representam as primeiras e os Ibiúnas Cinza e Vermelho as segundas.

A correlação entre Dilatação Térmica Linear *versus* Microfissuras (Quadro 28K) dos tipos analisados apresentam valores pouco variáveis. Nessa correlação o correto seria que: quanto maior o valor da dilatação, menor o valor da média de microfissuras. Nessa correlação na comparação do vermelho com vermelho médio e do cinza com o cinza médio a correlação foi coerente

Quadro 28. Correlações dos Amêndoas Ibiúna



13.8.5. Amêndoa Piedade

O Amêndoa Piedade é caracterizado pelo tipo: **Tipo 16 – Amêndoa Piedade Róseo**. O valor de Dilatação Térmica Linear do tipo analisado (Quadro 29), mostrou que o valor de β é de 7,0. Conclui-se portanto que o granito da família Piedade apresenta valor inferior ao sugerido

por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3$ mm/m°C, portanto valor de β satisfatório para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas.

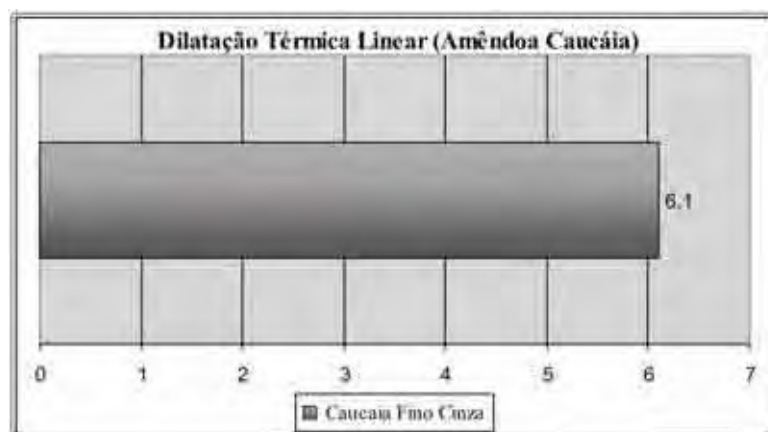
Quadro 29. Dilatação Térmica Linear do Amêndoa Piedade



13.8.6. Amêndoa Caucaía

O Amêndoa Caucaia é caracterizado pelo tipo: **Tipo 17 – Amêndoa Caucaia Cinza**. O valor de Dilatação Térmica Linear do tipo analisado (Quadro 30), mostrou que o valor de β é de 6,1. Conclui-se portanto que o granito da família Caucaía apresenta valor inferior ao sugerido por Frazão & Farjallat(1995) que é de valor máximo: $12,0 \times 10^3$ mm/m°C, portanto valores de β satisfatórios para sua aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas.

Quadro 30. Dilatação Térmica Linear do Amêndoa Caucaía Fino Cinza



13.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os **aspectos tecnológicos** resultados dos ensaios apresentados pelas diferentes faciologias foram correlacionados com os aspectos mineralógicos, texturais e estruturais das respectivas rochas, visando o melhor entendimento do comportamento físico e físico-mecânicos.

Os valores dos ensaios encontram-se também representados em diversos diagramas ao longo dos respectivos itens e tem por finalidade possibilitar melhor visualização dos resultados obtidos e de facilitar correlações entre os diferentes parâmetros físicos, físicos-mecânicos e petrográficos e texturais das rochas analisadas.

Os valores dos resultados referentes aos ensaios realizados encontram-se reunidos nas Quadros (14 a 20) e os dados completos dos ensaios físico-mecânicos efetuados relacionados nos Anexos. Os valores dos ensaios encontram-se também representados em diversos diagramas ao longo dos respectivos itens (Figuras 37 a 45), e tem por finalidade possibilitar melhor visualização dos resultados obtidos e de facilitar correlações entre os diferentes parâmetros físicos e físicos-mecânicos das rochas analisadas.

Quanto aos **índices físicos** os valores de *massa específica* são bastante próximos entre os tipos graníticos, o mesmo ocorrendo para os índices de *porosidade* e *absorção d'água*, onde os tipos ensaiados apresentam variações, que refletem a forma, contatos dos minerais e granulação das amostras. As maiores variações são observadas entre tipos litológicos de maciços distintos e entre as variedades de um mesmo maciço, mas com destacada diferenças. As variações encontram-se destacadas nos termos porfíricos e encontram-se diretamente vinculadas a granulação mais fina ou mais grossas da matriz desta rocha e ao tamanho dos fenocristais e porcentagem dos mesmos.

Os valores de *massa específica aparente seca* (Figura 37) encontram-se acima dos valores normativos, sendo muito próximos e refletindo a similaridade composicional entre as amostras analisadas. Valores mais elevados estão diretamente relacionados a presença na matriz de quantidades mais elevadas de hornblendas e/ou biotita.

Os valores de *porosidade* (Figura 38) e *absorção d'água* (Figura 39) ligeiramente mais altos desses parâmetros, principalmente em tipos petrográficos que apresentem maiores porcentagens de minerais máficos podem ocorrer eventualmente, em virtude de pontos dispersos em que a transformação de minerais máficos e mais raramente dos feldspatos está mais desenvolvida, chegando a formar cavidades de até 3,0 mm em alguns subtipos ou em tipos que apresentem grau de alterabilidades maiores.

Os valores obtidos para esses materiais não restringem a aplicação em ambientes úmidos internos ou externos. Ressalta-se apenas a observação da presença ou não de cavidades provenientes de alteração nos tipos, que embora raras, devem ter sua presença monitorada, e quando constatada, devem ser impermeabilizadas com produtos adequados, disponíveis no mercado, valorizando o

material. Além destes fatores os subtipos apresentam valores distintos levando em consideração os aspectos texturais (porfíricos) e estruturais (microfissuras) e granulação da rocha e, portanto no geral observam-se os tipos porfíricos grosseiros e com maior porcentagens com valores maiores destes índices.

Os valores de *módulo de ruptura* (Figura 40) obtidos foram muito próximos aos limites propostos, sendo que os tipos Sorocaba Escuro e Cinza, São Roque, Ibiúna, Piedade e Caucaia apresentaram o melhor desempenho, devido principalmente à porcentagem e tamanho de minerais micáceos da matriz. Os baixos valores de módulo de ruptura, comuns em rochas porfíricas, são devido principalmente ao caráter grosseiro e ineqüigranular dessas rochas, havendo influência significativa do microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato principalmente nos tipos megaporfíricos.

Uma solução tecnológica simples é o aumento da espessura das placas, o que dependendo do tipo de aplicação, garante a resistência mecânica sem exigir grandes alterações de projeto para o suporte da placa, visto a massa específica das rochas analisadas. Outra solução simples e adotada com frequência cada vez maior na atualidade é a fixação de telas com resinas no *tardoz* das placas para garantir maior resistência mecânica. Em virtude dos baixos valores desse parâmetro recomenda-se a realização de estudos detalhados para a aplicação em fachadas. Em virtude dos baixos valores desse parâmetro e das soluções propostas, recomenda-se a realização de estudos detalhados da viabilidade financeira do projeto para a aplicação em fachadas.

A *Resistência a Compressão Uniaxial Simples* (Figura 41) trata-se de um índice de qualidade mecânica da rocha, cujos valores obtidos fornecem uma indicação da resistência do material ao esforço mecânico compressivo, e valores elevados de resistência à compressão implicam, geralmente, em valores baixos de porosidade e altos de resistência à flexão. Os tipos de contato minerais, textura heterogênea, grosseira e ineqüigranular e o microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato relativamente alto, são os responsáveis pelo fraco desempenho mecânico de alguns destes materiais.

O grupo dos granitos que apresenta os menores valores de compressão uniaxial são devido não apenas à sua maior porosidade e absorção, mas também pela sua textura, composição e maior alterabilidade de seus constituintes. Este grupo de granitos dentre os subtipos analisados é caracterizado por granitos mais enriquecidos em feldspatos e em biotita, minerais com maior incidência de alterações, microfissuras e descontinuidades físicas e pelos tipos variáveis de porfíricos, os com altas porcentagens de fenocristais e maiores tamanhos médios, o que confere maior ocorrência de contatos planos entre os minerais e maior porcentagem de microfissuramento intergrãos, que pela ação dos esforços conduz, portanto ao desenvolvimento e propagação das mesmas, imprimindo uma redução da resistência mecânica da rocha.

De modo geral todos os granitos analisados demonstram boa resistência mecânica, o que

permite qualificá-los como adequados para uso com funções estruturais. No entanto ao se empregar os tipos graníticos como colunas, ou peças de sustentação, deve-se tomar certa prevenção ao submetê-los em ambientes úmidos ou externos, pois ambos apresentam redução na resistência dos esforços compressivos sob condições saturadas em água.

Os resultados obtidos foram muito próximos aos limites propostos, sendo que os tipos Escuro e Cinza apresentaram o melhor desempenho, devido principalmente à porcentagem e tamanho de minerais micáceos da matriz. Os baixos valores de módulo de ruptura, comuns em rochas porfiríticas, são devido principalmente ao caráter grosseiro e inequigranular dessas rochas, havendo influência significativa do microfissuramento e planos de clivagem dos fenocristais de feldspato. Uma solução tecnológica simples é o aumento da espessura das placas, o que dependendo do tipo de aplicação, garante a resistência mecânica sem exigir grandes alterações de projeto para o suporte da placa, visto a massa específica das rochas analisadas. Em virtude dos baixos valores desse parâmetro recomenda-se a realização de estudos detalhados para a aplicação em fachadas.

Nos granitos estudados, a maior *velocidade de propagação de ondas* (Figura 42 e 43) registrada mostra-se coerente devido ao seu maior índice de massa específica entre todas as amostras e em rochas que apresentem valores de velocidades de propagação das ondas ultra-sônicas bastante similares, encontram-se também associadas aos índices de porosidade e de absorção, também similares, além de que as maiores velocidades de propagação das ondas são fornecidas, sobretudo pelos materiais com fracas anisotropias e granulações mais finas.

Os valores de apresentam-se acima dos limites sugeridos por Frazão & Farjallat (1995), e são devidos, sobretudo a granulação heterogênea e grosseira que apresentam as variedades. O valor mais baixo obtido foi no tipo Cinza, e pode ser atribuído ao grau de alteração mais intenso observado nos fenocristais.

O ensaio para determinação do *desgaste abrasivo Amsler* (Figura 44) apresentam valores obtidos mostram-se inferiores ao limite máximo proposto por Frazão & Farjallat (1995). Os valores mais elevados são reflexos da granulação da matriz e da porcentagem de mica, do tamanho dos fenocristais e das microgranulações do quartzo presente. Dessa forma os valores de desgaste não são proibitivos para a aplicação dessas rochas como revestimentos de pisos, cabendo, entretanto, bastante cuidado para a aplicação em pisos de alto tráfego, especialmente em áreas externas, pois sob determinadas condições de trânsito, podem apresentar erosão diferencial devido à diferença de dureza média dos minerais da matriz e dos fenocristais.

Os resultados obtidos dos valores de coeficiente dilatação térmica (Figura 45) nos ensaios tecnológicos das variedades mostram que os parâmetros analisados situam-se dentro dos limites freqüentemente utilizados como referência, com poucos itens abaixo do parâmetro referência, e dessa forma apontam para um bom desempenho dessas rochas como material de revestimento.

Como recomendações, destaca-se que em ambientes de alto tráfego ou sujeitos a emissão de poeira, os tipos mais escuros devem ser evitados pela tendência que apresentam em realçar a perda de

brilho sob condições de abrasão. Considerando-se fachadas, salienta-se a importância para a realização de estudos adequados visando o dimensionamento das placas pétreas destinadas a essa finalidade, posto que as rochas ora analisadas, em função da textura porfírica e heterogênea, apresentam baixos valores de módulo de ruptura.

Os tipos necessitam de controle do aparecimento de porções onde a alteração mineral é mais intensa, para que medidas mitigadoras, como a impregnação com resinas reduza ou cesse a porosidade desses pontos, fator importante, mas que não chega a desqualificar o uso dessa rocha como material de revestimento.

Os resultados obtidos através do estudo da dilatação dos granitos dos seis maciços rochosos são recomendados para serem utilizados como revestimento, portanto o valor de B satisfatórios podendo ter aplicação em revestimentos de fachadas e pisos de interiores e exteriores, mesmo que em ambientes com variações climáticas. Considerando-se fachadas, salienta-se, tomar cuidado maior na definição das dimensões das placas pétreas, principalmente quando aplicadas em fachadas suspensa.

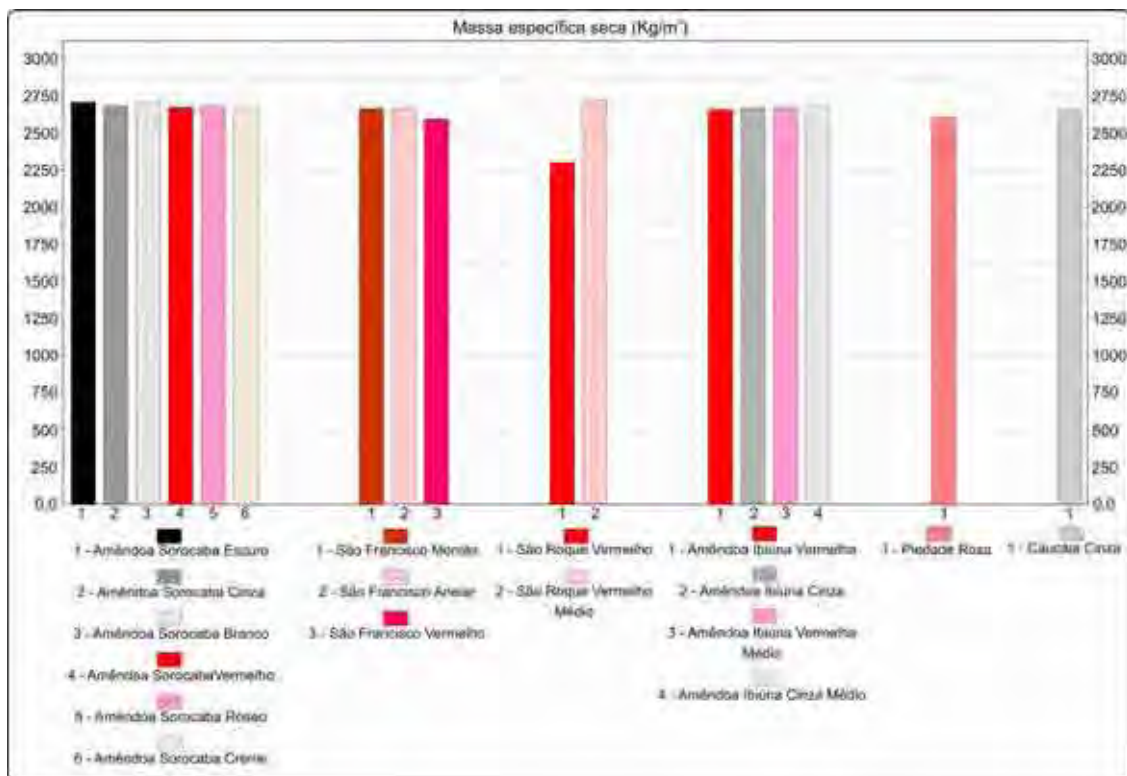


Figura 37. Massa Específica Seca das rochas dos maciços granitóides.

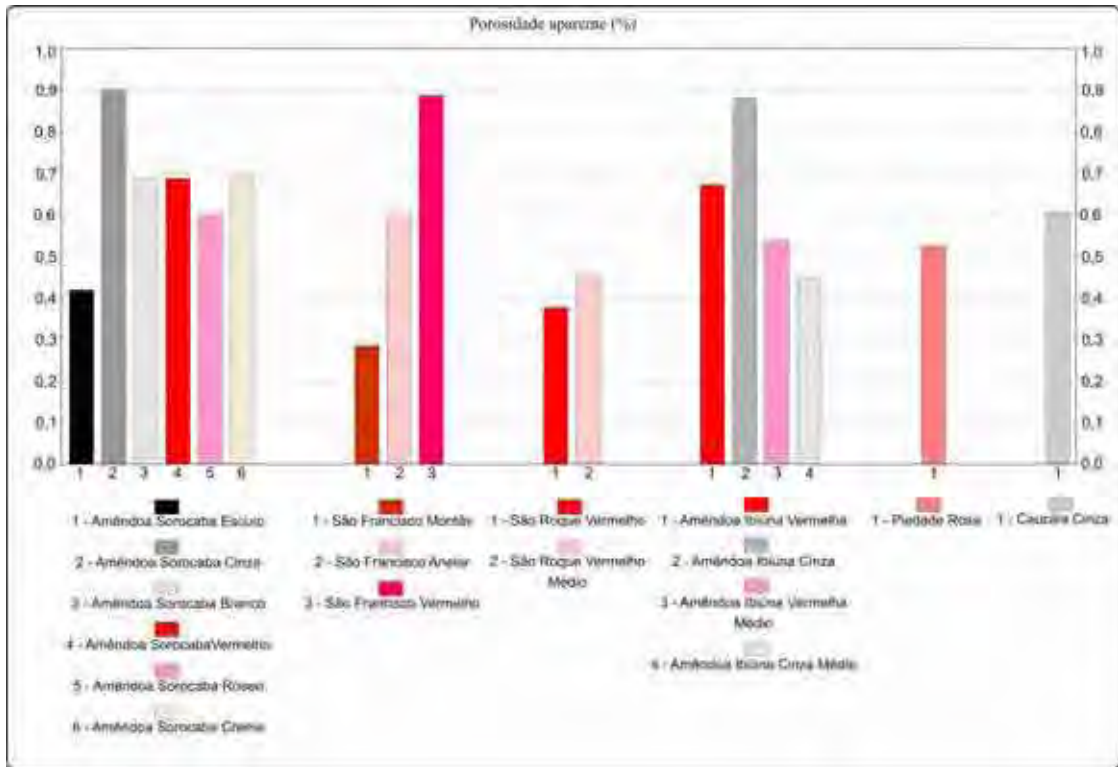


Figura 38. Porosidade Aparente das rochas dos maciços granitóides.

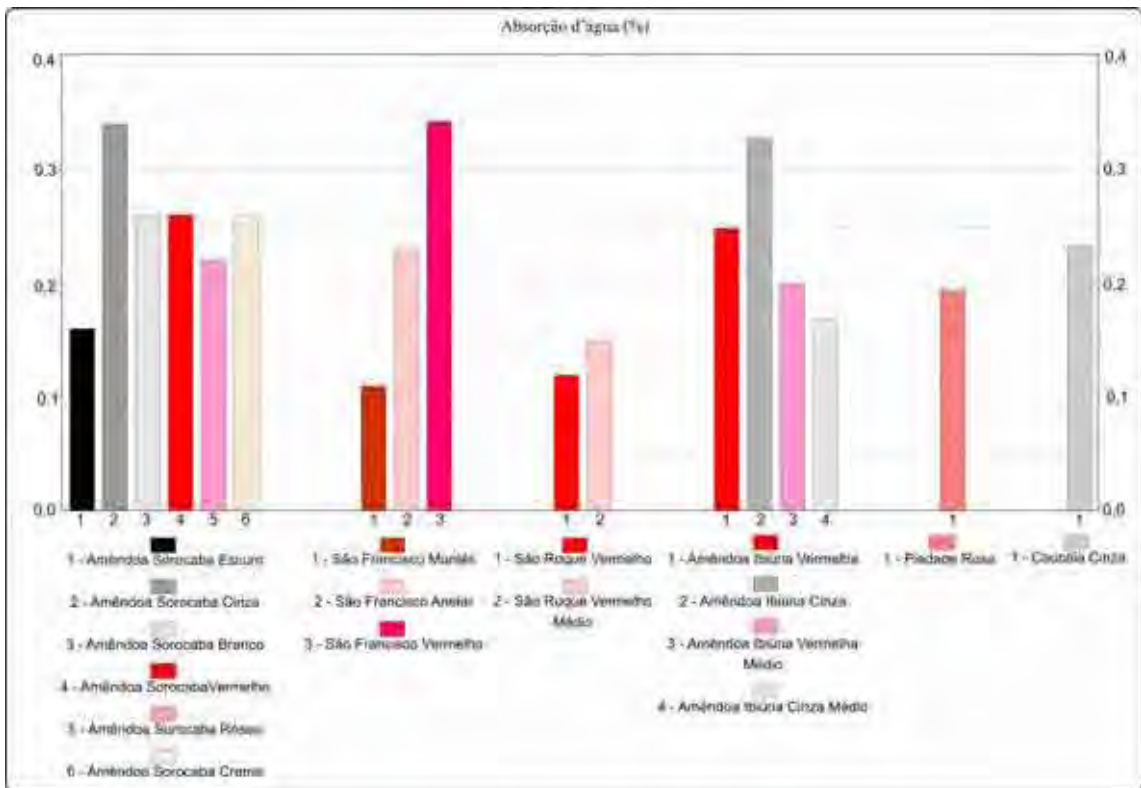


Figura 39. Absorção d'água das rochas dos maciços granitóides.

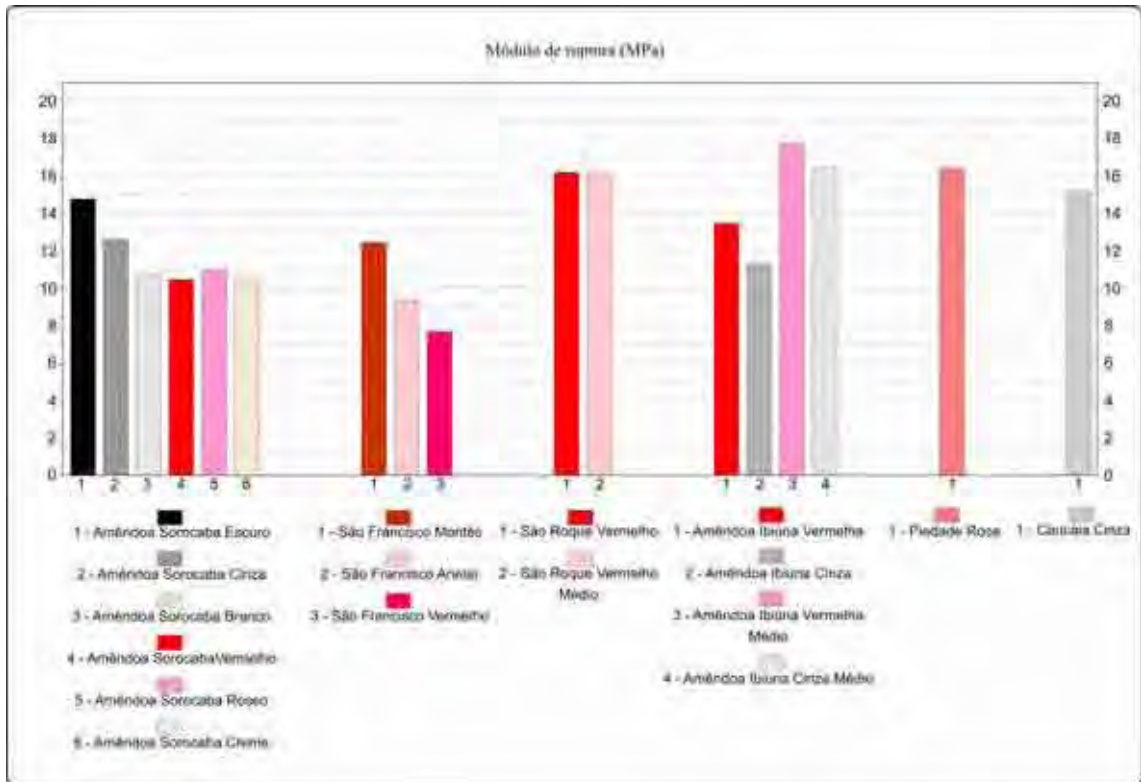


Figura 40. Módulo de Ruptura das rochas dos maciços granitóides.

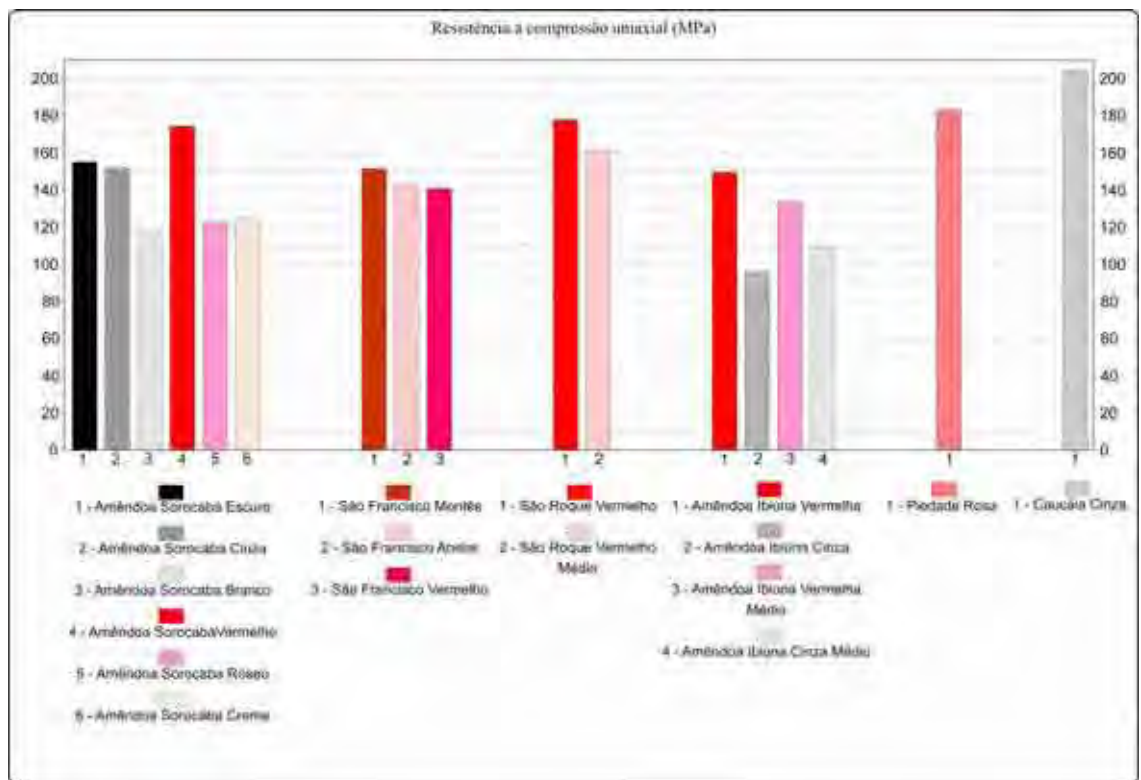


Figura 41. Resistência a Compressão Uniaxial das rochas dos maciços granitóides.

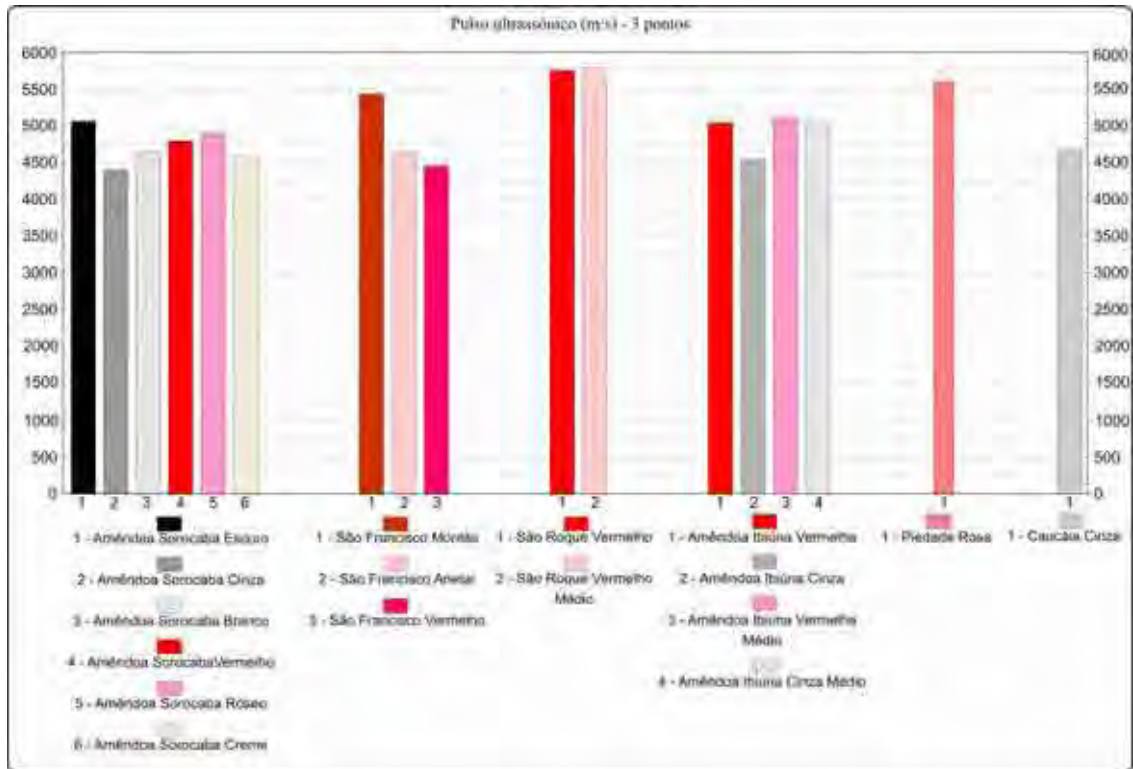


Figura 42. Pulso Ultrassônico – 3 pontos das rochas dos maciços granitóides.

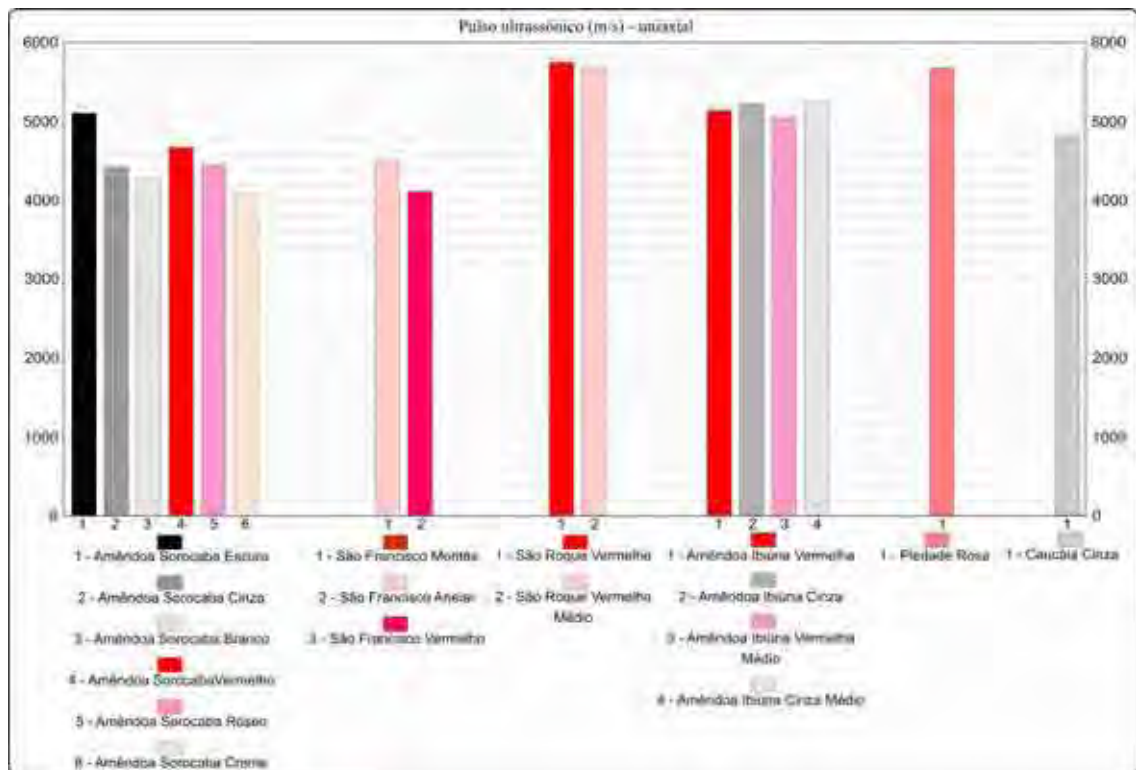


Figura 43. Pulso Ultrassônico – uniaxial das rochas dos maciços granitóides.

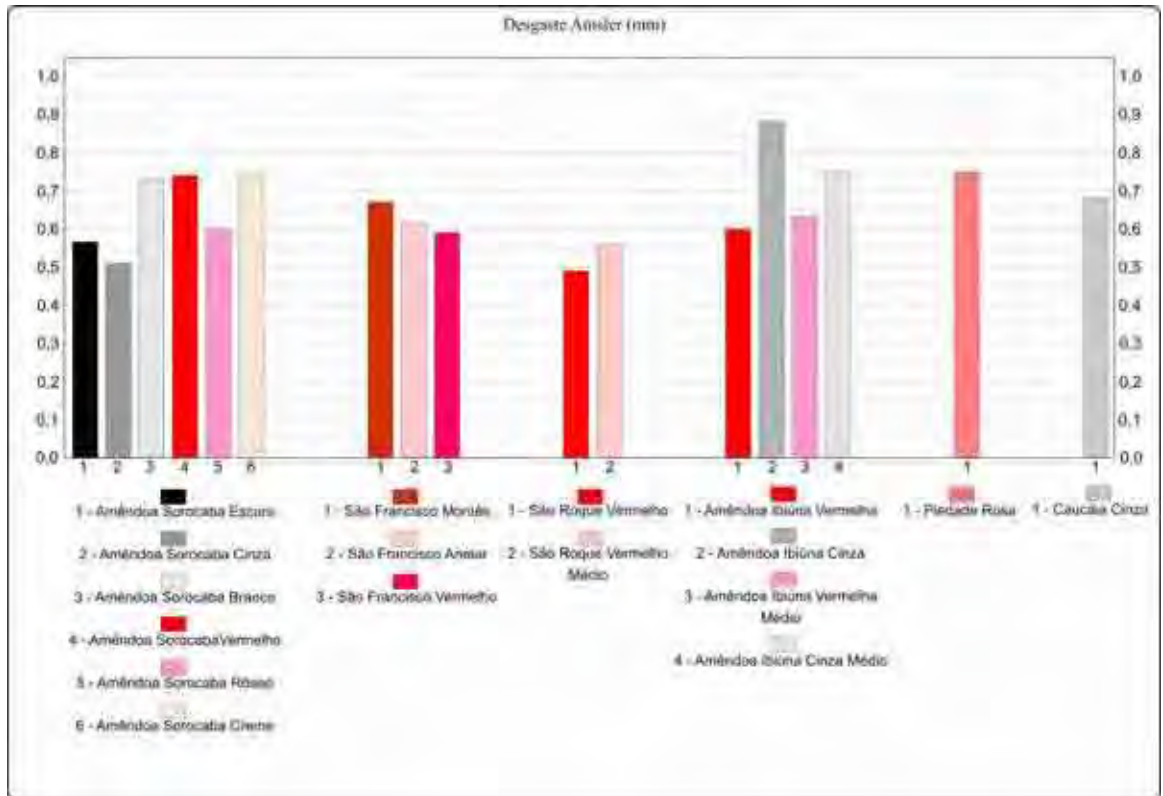


Figura 44. Desgaste de Amsler das rochas dos maciços granitóides.

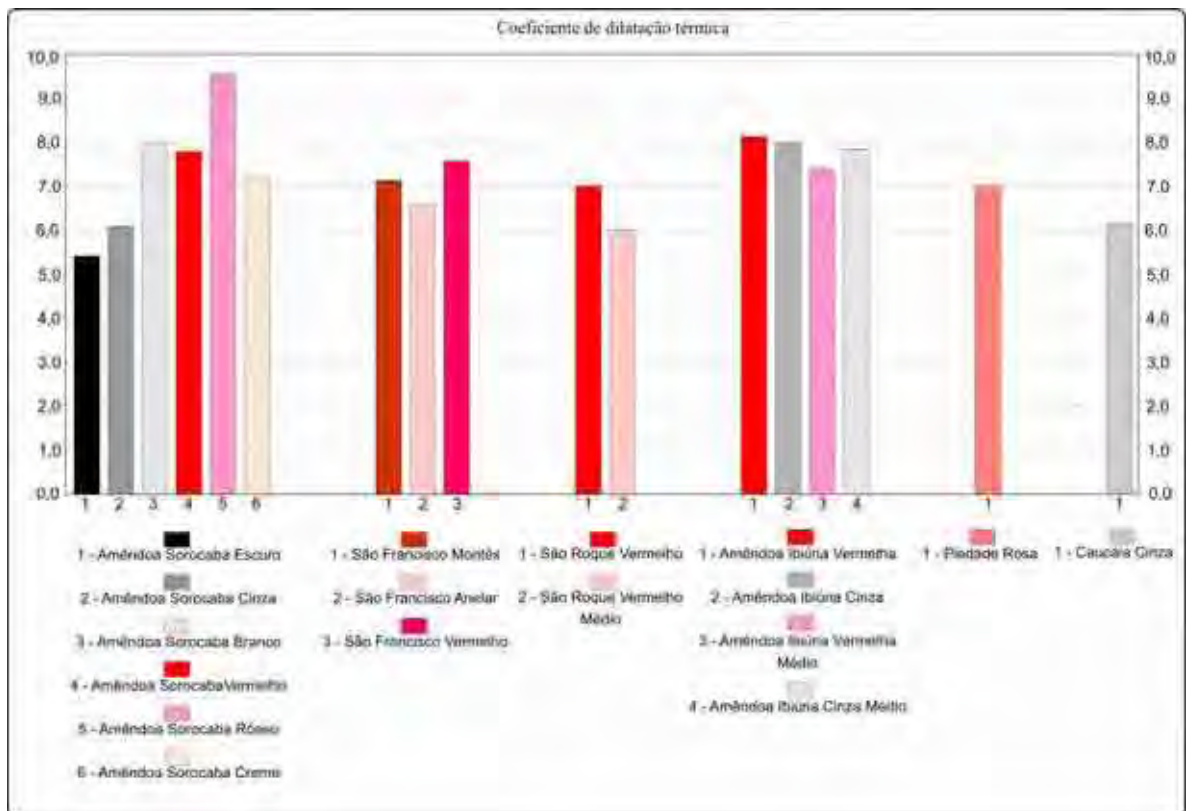


Figura 45. Coeficiente de Dilatação Térmica das rochas dos maciços granitóides.

14. ATAQUE QUÍMICO / ALTERABILIDADE

As rochas utilizadas para fins ornamentais e/ou revestimento sofrem solicitações naturais e artificiais que provocam sua alteração físico-química. Os agentes naturais estão relacionados ao intemperismo, deformação (tectônica e atectônica) e erosão; enquanto os artificiais, à lavra, beneficiamento, manuseio e uso/aplicações. As alterações provocadas são definidas por desgaste, perda de resistência mecânica, fissuração, mudança de coloração, manchas, chegando até mesmo a corrosão (denominadas de patologias de origem secundária).

A alteração é um processo de transformação dos minerais das rochas em que a entropia do sistema (a rocha) aumenta com o estabelecimento da desordem das fases minerais pela destruição das redes cristalinas e a movimentação dos cátions que se deslocam para novas posições em estruturas mais abertas.

A aptidão do material rochoso para se alterar em função do tempo foi definida por Aires Barros (1991) como alterabilidade. A alterabilidade de um material é a sua taxa de alteração em um tempo. Uma vez que os fenômenos naturais de alteração das rochas processam-se em milhões de anos (escala geológica), a alterabilidade registra essas alterações na escala de tempo em que duram as obras de engenharia na escala de “tempo humano” (Mesquita, 2002).

Mármore, granito, pedras calcárias e outras rochas ornamentais são materiais duráveis para a vida toda. Entretanto, se não forem corretamente instalados ou não receberem os cuidados adequados, apresentarão problemas que certamente vão encurtar a vida útil desses materiais. A conservação ou reparação das rochas ornamentais aplicadas deve ser efetuada mediante análise específica do problema observado. Os procedimentos mais comuns, para remoção de manchas e outras imperfeições nas superfícies, incluem repolimento das placas, aplicação de ácido oxálico (solução de 10% em volume), aplicação de água oxigenada (20 volumes), jateamento de areia (não para superfícies polidas) e aplicação de água quente sob pressão. Para trincas abertas ou cavidades, presentes nos mármore e comuns nos travertinos (por exemplo, Bege-Bahia), costumam-se efetuar preenchimento com massa plástica, cimento branco ou gesso, misturados ao próprio pó da rocha em questão Chiodi Filho (1995).

A alteração dos materiais aplicados ocorre em função do ataque físico-químico aos minerais constituintes da rocha, podendo-se destacar alguns parâmetros de degradação conhecidos:

- Os álcalis, por exemplo, na forma de soda cáustica, atacam os minerais silicatados, presentes nas rochas graníticas e granitóides em geral.

- Calcita e dolomita, que são carbonatos e principais constituintes dos mármore, sofrem ataque de todos os ácidos, traduzindo-se assim o maior problema da aplicação dos mármore na atualidade (poluição atmosférica e chuvas ácidas), notadamente em revestimentos externos.

- O oligoclásio, mineral silicatado da família dos feldspatos cálcio-alcálicos, e a nefelina, também um mineral silicatado do tipo feldspatóide, são sensíveis ao ácido clorídrico, sendo que a nefelina é muito mais sensível.

- Os minerais máficos (escuras) são mais alteráveis que os minerais félsicos (claras), salientando-se que o hiperstênio, mineral máfico da família dos piroxênios e constituinte dos charnockitos (granitos verdes), pode degradar-se em climas tropicais/subtropicais.

- Os sulfetos, minerais metálicos que ocorrem como acessórios comuns tanto em mármore quanto em granitos, oxidam-se rapidamente quando expostos ao ar, formando manchas e constituindo, assim, um dos principais deletérios das rochas ornamentais.

Em revestimentos, os processos de alteração dos materiais aplicados são decorrentes da ação de agentes físicos, químicos e biológicos, conforme sumarizado no Quadro 31.

Quadro 31. Alteração em revestimentos, Modificado de Chiodi Filho (1995)

AGENTE	FENÔMENO	AÇÃO	CONSEQUÊNCIA
FÍSICOS	Cristalização de Sais	Tensão de vazios	Fissuração
	Varição da temperatura	Dilatação/contração	Fissuração+ Deslocamento
	Absorção d'água	Formação de manchas	Modificação Estéticas
	Saturação/secagem	Lixiviação	Desagregação/Corrosão
QUÍMICOS Reação a:	Ácidos	Dissol.CO3 / Recrist.	Corrosão
	Álcálicos	Dissol.SiO4 / Recrist.	Fissuração
	Produtos domésticos	Dissol / Absorção	Manchas
BIOLÓGICOS	Fixação de vegetais inferiores	Tensão de vazios	Fissuração
	Metabolismo	Dissol.CO3 e SiO4	Corrosão e Manchas

Hueston (1999) enfocou os dez problemas mais comuns em rochas ornamentais:

- **perda de brilho** – em certos mármore e granitos pode ser atribuída ao seu desgaste, isto é verdadeiro, especialmente com mármore, uma vez que é uma pedra muito mais macia que o granito, as solas de sapatos das pessoas atuam como lixas na superfície da pedra e com o passar do tempo causarão o desgaste do polimento. Para reparar uma superfície de pedra desgastada, será necessário contar com um profissional especializado para realizar o lixamento e o polimento da pedra.

- **queimado** – uma mancha opaca é formada quando são derramados líquidos que contêm ácidos sobre mármore, dizemos que “queimou” a pedra, mármore e pedras calcárias “queimam” muito facilmente, já o granito é mais resistente aos ácidos e raramente manchará. Uma

mancha leve, deste tipo, pode ser removida com um pouco de pó de polimento para mármore. Manchas profundas requerem o repolimento da pedra.

- **manchas** – todas as superfícies de pedra podem ser manchadas facilmente, a maioria das comidas, bebidas, tinta, óleo e ferrugem causam manchas nos mármore e uma vez que a pedra é manchada, pode ser muito difícil a remoção da mancha. Para prevenir manchas, limpe o material derramado sobre a pedra o mais rápido possível. Absorva o material derramado com uma toalha de papel limpa ou com um pano. Se este procedimento não impedir o aparecimento da mancha, será necessária a aplicação de um processo chamado “poulticing” (com uso de pastas, tipo emplastro, que sugam a mancha). Pode-se prevenir o aparecimento de manchas, impermeabilizando-se a pedra com um impermeabilizante de boa qualidade.

- **eflorescência** – é quando começam a aparecer resíduos brancos de pó na superfície da pedra, é uma situação comum em instalações de pedras novas ou quando a pedra foi exposta a uma grande quantidade de água, como numa inundação, este pó é um sal mineral proveniente do material usado no assentamento da pedra (p. ex. cal). Para remover a eflorescência, não use água, faça um polimento da pedra com um disco de polimento limpo ou com um de palha de aço. A pedra continuará apresentando eflorescência até que seque completamente. Este processo de secagem pode levar vários dias chegando em alguns casos a atingir quase um ano.

- **esburacando, escamando e encaroçando** – se em sua pedra estão aparecendo pequenas covas ou pequenos pedaços de pedra estão indo para a superfície; esta condição é comum em pedras expostas a grandes quantidades de água ou quando sais de degelo são usados (para remoção de gelo, em países frios), assim como a eflorescência, sais minerais são a causa para o encaroçamento e o aparecimento de pequenas covas (descaroçamento), em vez dos sais ficarem depositados na superfície da pedra (como na eflorescência), eles se depositam debaixo da superfície da pedra, causando pressão entre os componentes da mesma e originando a formação das covas e logo dos flocos (material que se desprende formando covas); infelizmente, uma vez que uma pedra começa a apresentar este encaroçamento (formação de flocos) é quase impossível consertá-la. É recomendada a substituição da pedra.

- **Amarelamento** – ocorre por várias razões; sujeira depositada na superfície e encardidos podem ocasionar um ‘look’ amarelado e até sujo para a pedra; ceras e outras películas de proteção podem amarelar com o tempo; certas pedras amarelarão com o tempo. Nesta situação, isto é causado por oxidação de ferro dentro da pedra. Este problema ocorre principalmente com mármore branco. Se o amarelado é causado por sujeira ou “queima” da camada de cera, limpe a pedra com um limpador alcalino. Se o amarelado for o resultado do tempo ou oxidação (ferrugem), deixe como está, pois não será fácil retirá-lo.

- **rebordes-“garrote”** – termos utilizados para designar a diferença de altura na instalação de dois (ou mais) ladrilhos de pedras ou cerâmica. Reborde é o resultado de uma instalação pobre. Se o

reborde for mais alto que a espessura de uma moeda, será considerado excessivo, e o ladrilho terá então de ser desbastado até ficar plano com relação ao piso. Isto requer o serviço de um profissional de um instalador/polidor de pedras.

- **rachaduras** - em ladrilhos de pedra podem ser causados no assentamento, por instalação pobre (reborde), vibração excessiva (tremores ou terremotos). Podem ser consertadas utilizando-se um recheio de resina de poliéster ou epóxi da mesma cor da pedra. Antes de uma rachadura ser consertada, é importante descobrir como e porque ela aconteceu, caso contrário poderá acontecer novamente.

- **marcas esbranquiçadas** – pequenos pontos aparecem como marcas brancas na superfície da pedra e são comuns em certos tipos de mármore, estes pontos ou covas são o resultado de explosões minúsculas dentro do cristal da pedra; pressões em determinados pontos da superfície da pedra causam estas marcas (covas), os saltos de sapatos altos de mulher ou instrumentos pontudos são os principais causadores destas marcas. A remoção deste tipo de marca pode ser difícil. Desbastando e lixando a pedra podemos reduzir a quantidade de covas, mas levará muitas viagens para fazê-lo em toda a espessura da pedra.

- **anéis ou manchas de umidade** – anéis ou manchas de água são muito comuns em tampos de mesa de mármore e são provenientes da presença de minerais que estão na água, como o cálcio e magnésio que são deixados para trás quando a água evapora, deixando um anel ou uma mancha de umidade. Para remover estas manchas use pó de polimento de mármore. Manchas profundas podem requerer lixamento. Para prevenir o aparecimento de manchas deste tipo nos tampos de mesa, aplique sempre algum impermeabilizante de boa qualidade.

- **Outros problemas em pedras:**

Muitos problemas podem acontecer com superfícies de pedra. Os problemas citados anteriormente são os mais comuns. A seguir apresentamos uma técnica para resolver rapidamente esses problemas que podem ser encontrados na pedra.

- 1) Identifique o problema – É descoloração, encaroçamento, rachadura?
- 2) Causa do problema – O que aconteceu para causar o problema? Identificar a causa conduz freqüentemente a solução.
- 3) Tipo de pedra – Identifique o tipo de pedra. É mármore, granito, pedra calcária, ardósia?
- 4) Instalação – Confira a instalação. A pedra foi instalada corretamente?
- 5) Tempo – Há quanto tempo o problema existe? Problemas antigos são difíceis ou quase impossíveis de solucionar.
- 6) Procedimentos de manutenção – Como a pedra tem sido mantida? Há manutenção ou a sua falta causou o problema?
- 7) Teste a solução – Execute um teste pequeno em uma área imperceptível, para decidir se

funcionará efetivamente. Este tipo de ensaio simula, em laboratório, os efeitos isolados de alguns agentes naturais e antropogênicos de degradação que atuam sobre os revestimentos internos e externos das edificações, especialmente os resultantes da ação das águas pluviais e dos materiais utilizados na limpeza dos mesmos.

A ação desses agentes agressivos sobre os materiais rochosos, usados neste tipo de revestimentos, é muitas vezes o resultado da incidência de chuvas ácidas, especialmente em áreas urbanas e industrializadas, as quais são cada vez mais afetadas por várias fontes de poluição ambiental. Quando em contato com substâncias de uso comum no nosso dia a dia estas são expostas a diversas situações agressivas, tais como: produtos químicos domésticos (água sanitária, desinfetantes, detergentes, produtos antimofa), bebidas alcoólicas, refrigerantes gasosos isotônicos, sucos de frutas, vinagre, ácido muriático, etc.

14.1. MATERIAIS E PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Para o desenvolvimento da pesquisa utilizaram-se 6 amostras (placas) de cada uma das rochas desta Tese, as quais foram serradas no Laboratório de Rochas Ornamentais da UNESP nas dimensões de 07 x 07 x 03 cm, a partir de um bloco (Figura 46). O método aplicado neste ensaio encontra-se sumarizado no Quadro 31.



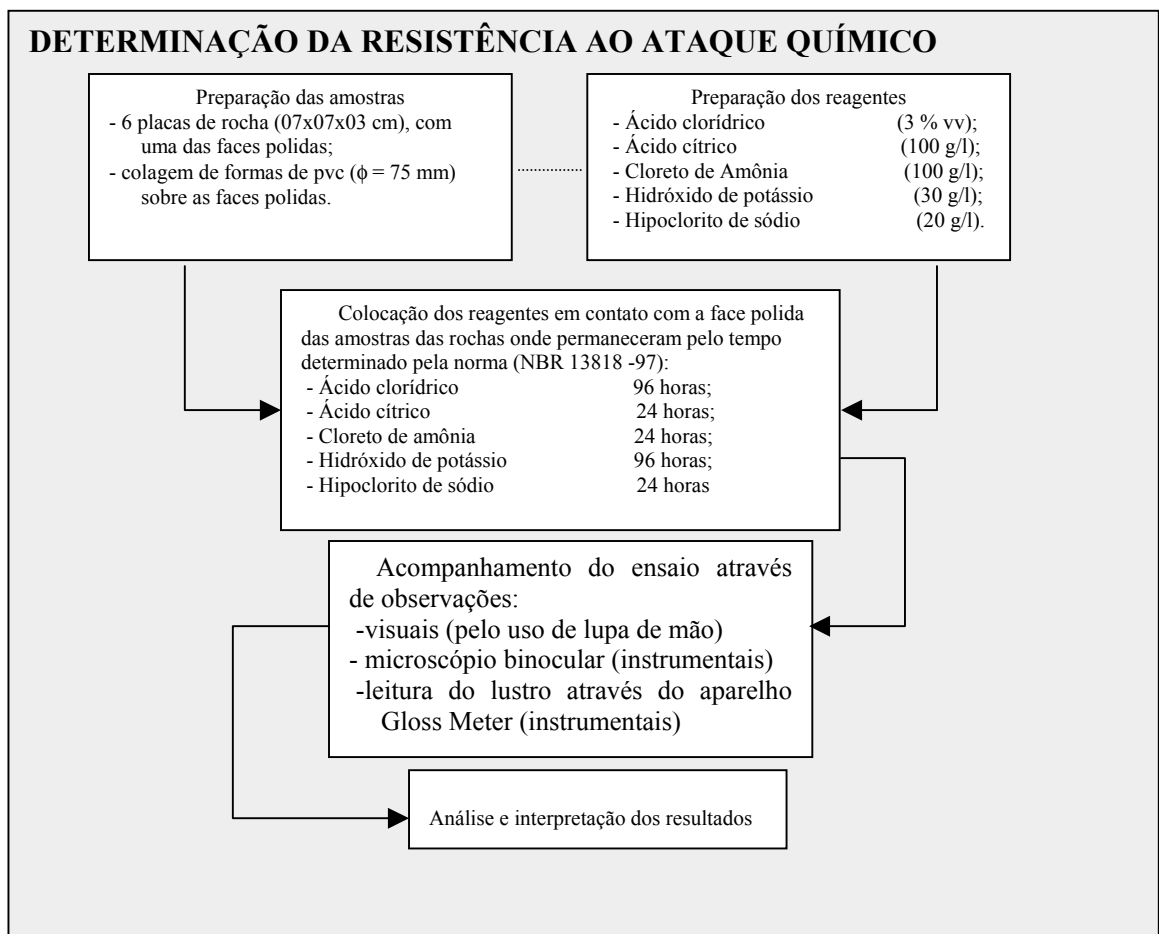
Figura 46. Ensaio que simula a alterabilidade induzida pelos processos naturais antropogênicos e de degradação sobre granitos. No lado direito vemos o aparelho Gloss Meter usado para medir perda de brilho.

Não foram utilizadas placas convencionais, pois os materiais aqui estudados não se encontram em exploração ou disponíveis no mercado, ou seja, não explorados comercialmente como rochas ornamentais. As mesmas contêm uma das faces polidas e a medida do possível, isentas de qualquer

defeito. Uma das placas de cada rocha foi utilizada como branco, ou seja, para comparação com as outras após a realização dos ensaios (rocha sã). Em cada um destes corpos-de-prova foram selados (com silicone) em recipientes feitos com canos de PVC ($\phi = 75\text{mm}$) e deixados secar por cerca de 24 horas. Em seguida colocou-se um pouco de água deixando por algumas horas, observando-se a ocorrência ou não de vazamento. Posteriormente colocou-se dentro dos canos, os reagentes, sendo estes em seguida vedados por placa de vidro (lâmina tipo “Mutante”) para evitar a evaporação, onde permaneceram durante o tempo previsto para o ataque.

Anterior à exposição das placas polidas ao ataque químico, é efetuada a limpeza da superfície das mesmas com um pano umedecido em álcool, seguido de leitura do lustro através do aparelho Gloss Meter. Após os períodos indicados para a permanência de cada substância sobre as rochas, as amostras foram lavadas com água corrente, secas naturalmente e em seguida submetida a uma avaliação visual acompanhada de uma nova leitura de lustro.

Quadro 31. Fluxograma do ensaio de alterabilidade – Determinação da resistência das rochas ao ataque químico (modificado de Torquato, 2004).



Os ensaios que permitem acelerar o processo de degradação das rochas podem simular fatores ambientais ou atmosféricos como também fatores referentes ao manuseio, uso e conservação do

material. Neste trabalho optou-se por desenvolver o ensaio de resistência ao ataque químico.

O ensaio de resistência ao ataque químico permite acelerar o processo de envelhecimento do material simulando o ataque com compostos químicos, comumente utilizadas na fabricação de produtos de limpeza ou encontrados em substâncias orgânicas naturais. Tendo em vista que a norma citada é exclusiva para produtos cerâmicos e que o seu uso foi uma adaptação para a avaliação dos efeitos causados pelos agentes agressivos indicados no Quadro 31 sobre a superfície das placas das rochas estudadas, procedeu-se de maneira diferente daquela que é normalmente recomendada pela norma para os produtos cerâmicos de modo a tentar adequar a norma cerâmica às características das rochas ornamentais. Neste sentido foram realizadas observações macroscópicas e leituras de lustros no sentido de detectar a perda de brilho, alteração de cor e corrosão.

14.2. MEDIÇÃO DA INTENSIDADE DO BRILHO (LUSTRO OU POLIMENTO)

Esta foi efetuada através de leituras realizadas com o Medidor de Brilho (Figura 46) no espaço interno das placas ocupado pelas formas de PVC anteriormente descritas, onde os reagentes ficaram em contato direto com as rochas. Cerca de 6 medidas foram efetuadas antes e após o ataque químico e calculados os valores estatísticos das leituras: inicial, final e perda de brilho (total, média e desvio padrão) para cada área e para cada tipo de rocha e de ataque. O sistema ótico desse equipamento é formado por dois conjuntos de tubos, sendo que um deles encerra uma lâmpada de tungstênio que fornece um raio luminoso de intensidade controlada, e o outro contém um receptor com uma fotocélula. Os dois tubos o de origem e o de recepção são mantidos em alinhamento angular preciso (60°). A calibração do equipamento é feita com base em dois padrões de referência, um de brilho forte constituído de vidro preto polido que corresponde ao lado superior da escala (96,6 %) e o outro é um protótipo de brilho intermediário formado por cerâmica branca onde se verifica a precisão de leitura do instrumento na parte do meio da escala (39,5 %).

14.2.1. Perda de brilho

O brilho ou lustro é uma das características que imprimem qualidade à pedra ornamental e sua diminuição ou ausência total em função do uso do material constitui uma patologia secundária. A redução de brilho durante a vida útil de um material pétreo pode ser provocada por desgastes de ordem física ou química. Dentre as causas físicas mais comuns está o desgaste mecânico provocado em pisos polidos por tráfego intenso de pessoas, objetos ou máquinas. Entre as causas químicas, destaca-se a alteração natural que possa sofrer alguns minerais em função de climas diferentes daqueles em que

jaziam ou a aceleração da alteração mineral e/ou deterioração da rocha pelo uso indevido de produtos de limpeza contendo substâncias químicas agressivas. A redução de brilho provocada pelo ataque de substâncias químicas varia em função de diversos parâmetros tais como a composição da rocha, presença de microfissuras, natureza do preenchimento dessas microfissuras, grau de absorção de líquidos e porosidade aparente, além do tempo de exposição da rocha ao ataque. Os cálculos efetuados para a porcentagem da perda de brilho são efetuados:

Placa Polida
- somatória das seis (6) medidas efetuadas na superfície da placa, dividido por seis (6): (total e média)
- Regra de três:
BI (brilho inicial) ----- 100%
BF (brilho final) ----- X%
PB (perda de brilho) = 100 – X%

14.3. INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da análise da avaliação visual e instrumental dos materiais que sofreram ataques dos reagentes, encontram-se apresentados no Quadro (32): os Amêndoas Sorocaba Escuro (Prancha 32), Cinza (Prancha 33) e Branco (Prancha 34) e no Quadro (33): os Amêndoas Vermelho (Prancha 35), Róseo (Prancha 36) e Creme (Prancha 37). No Quadro (34): os Amêndoas São Francisco Vermelho (Prancha 38), Marrom Montês (Prancha 39) e Anelar (Prancha 40). No Quadro (35): os Amêndoas São Roque Vermelho (Prancha 41) e Vermelho Médio (Prancha 42). No Quadro (36): os Amêndoas Ibiúna Vermelho (Prancha 43), Cinza (Prancha 44), Vermelho Médio (Prancha 45) e Cinza médio (Prancha 46). No Quadro (37): o Amêndoa Piedade Rósea (Prancha 47) e no Quadro (38) o Amêndoa Caucáia Fino Cinza (Prancha 48).

14.3.1. AMÊNDOAS SOROCABA

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas nas Pranchas (32, 33, 34, 35, 36, 37). Os (Quadro 32 e 33 e a Figura 47) apresentarão a seguinte seqüência relativa às medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro); após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 32. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Sorocaba.

Substância Química	TIPOS GRANÍTICOS: AMÊNDOA SOROCABA								
	ESCURO (Tipo 1)			CINZA (Tipo 2)			BRANCO (Tipo 3)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	49,1	42,5	26,5	38,6	17,8	53,0	37,6	15,6	56,4
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	46,8	39,3	16,0	43,3	33,3	23,5	27,5	20,6	23,5
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	70,8	60,1	15,8	43,6	34,0	21,6	65,1	61,8	15,2
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	42,1	32,8	22,3	37,8	23,1	38,6	36,1	21,0	38,0
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	61,8	50,6	17,6	40,6	28,5	28,3	30,6	16,8	48,3

Quadro 33. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Sorocaba.

Substância Química	TIPOS GRANÍTICOS: AMÊNDOA SOROCABA								
	Vermelho (Tipo 4)			Róseo (Tipo 5)			Creme (Tipo 6)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	81,8	77,0	6,1	55,3	43,5	20,7	37,3	24,6	33,7
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	73,6	69,1	7,85	50,1	27,3	45,2	34,5	29,1	14,7
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	78,6	76,6	3,7	54,3	30,1	42,3	62,8	44,1	29,4
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	78,3	67,0	14,3	70,8	55,5	20,9	58,0	46,3	19,5
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	76,3	73,0	6,8	61,8	37,1	38,8	42,0	29,6	28,5

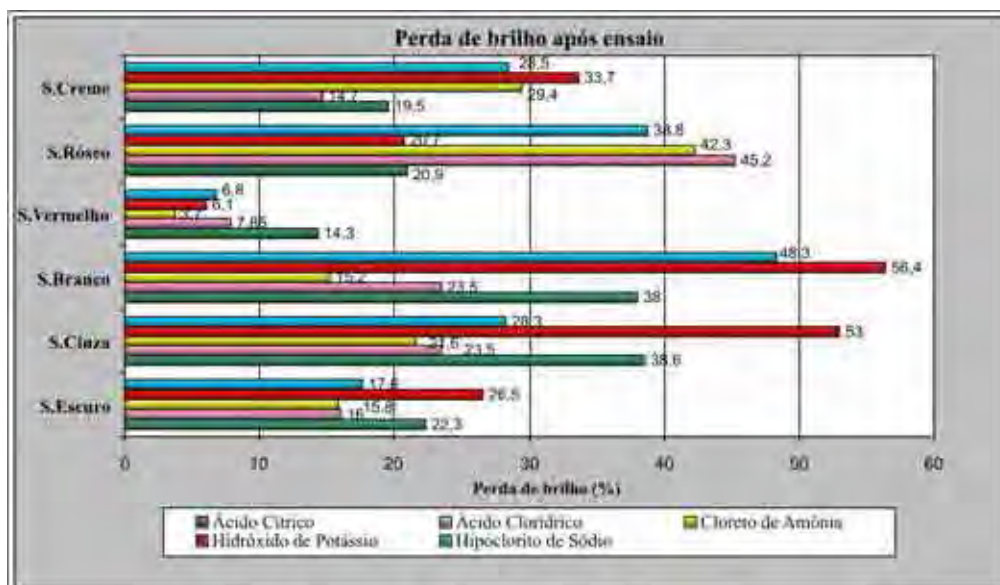
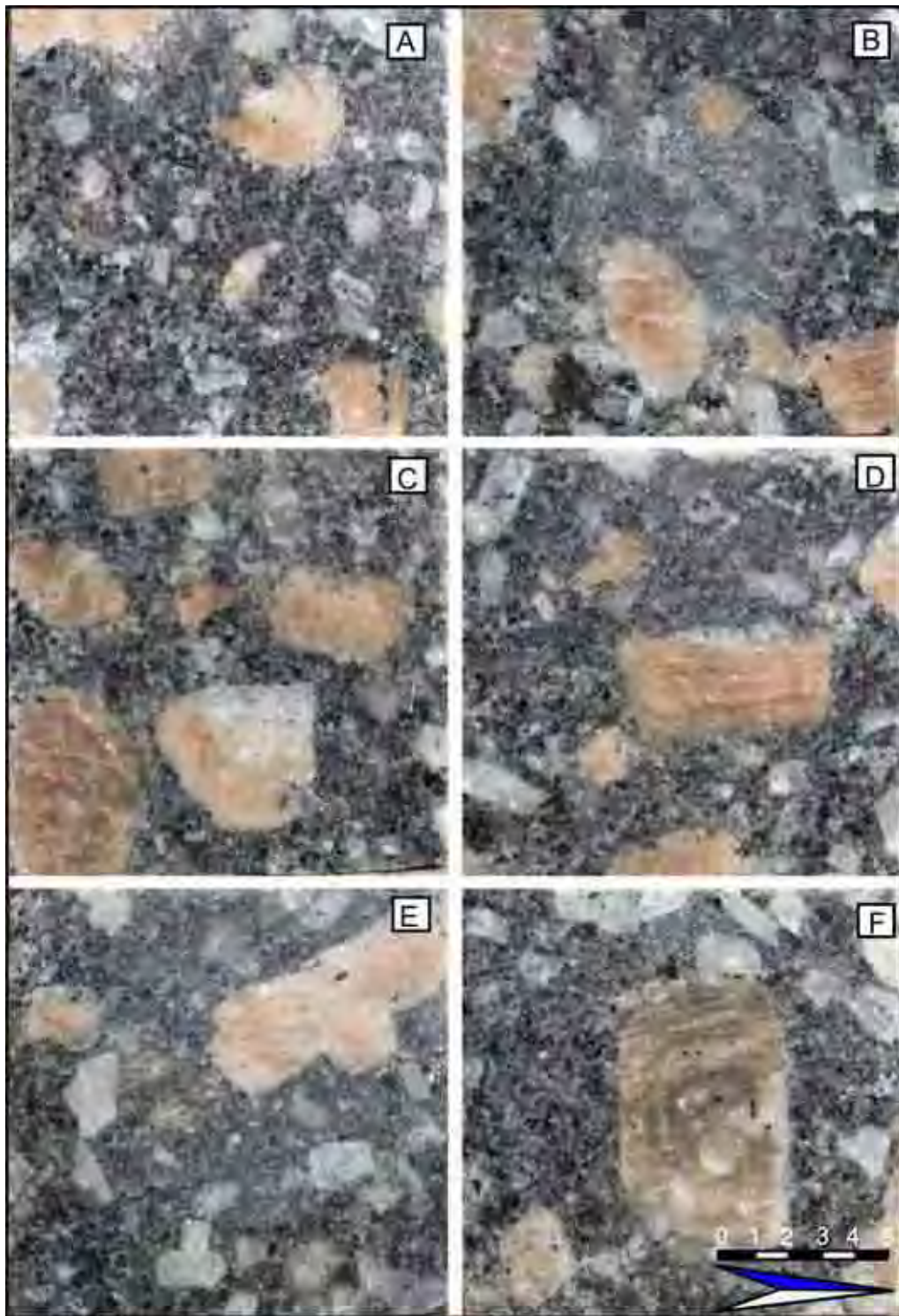
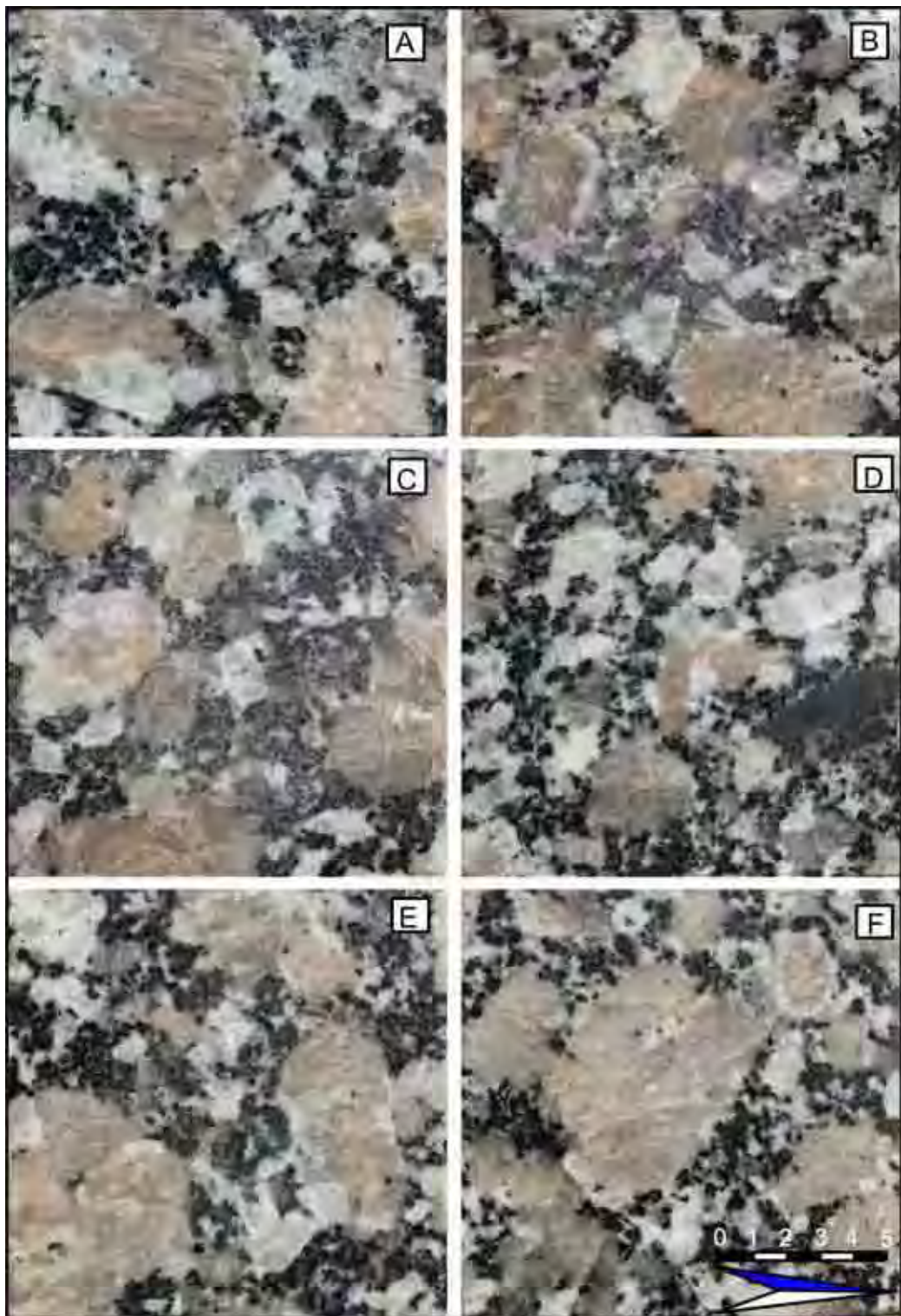


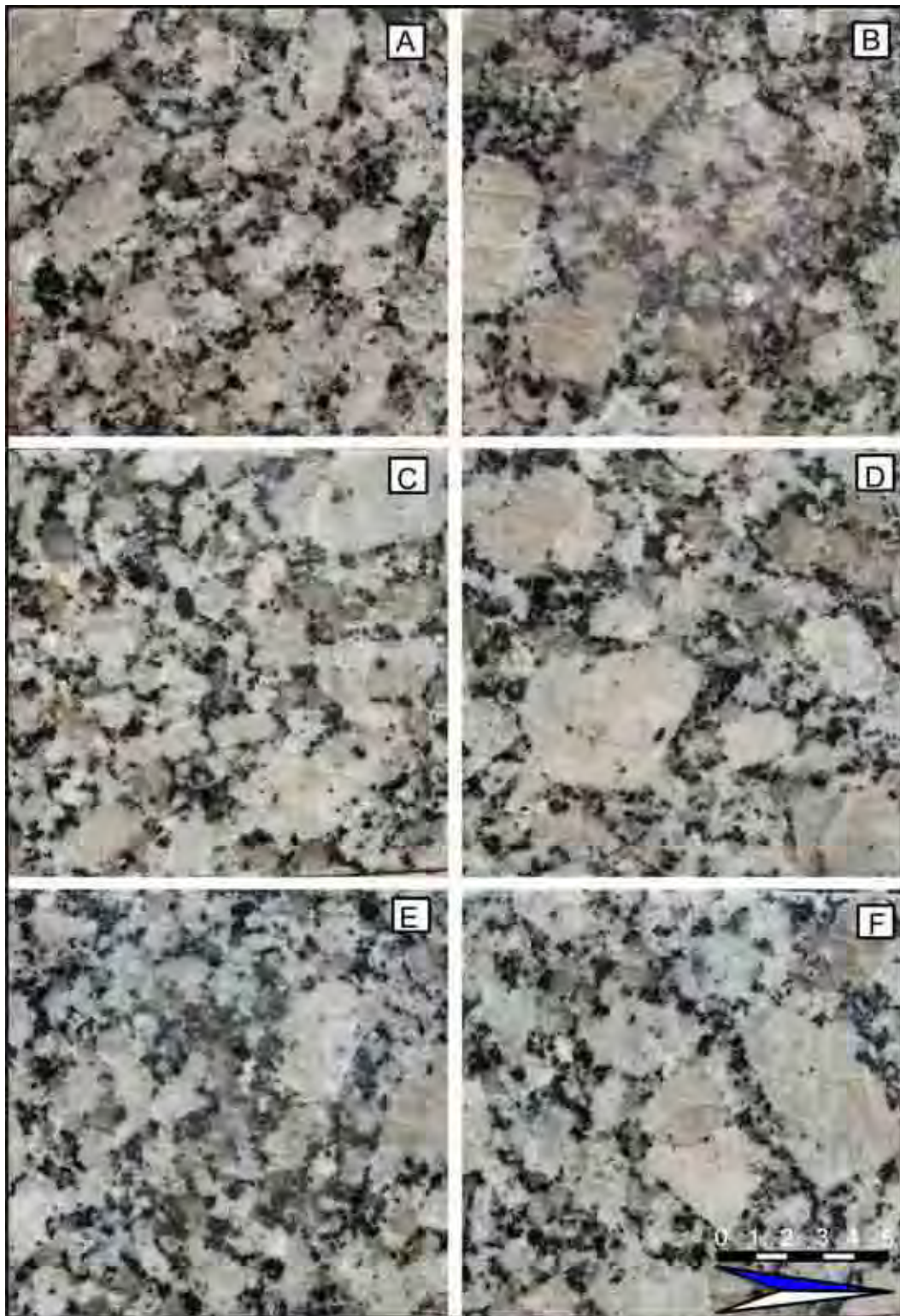
Figura 47. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Sorocaba



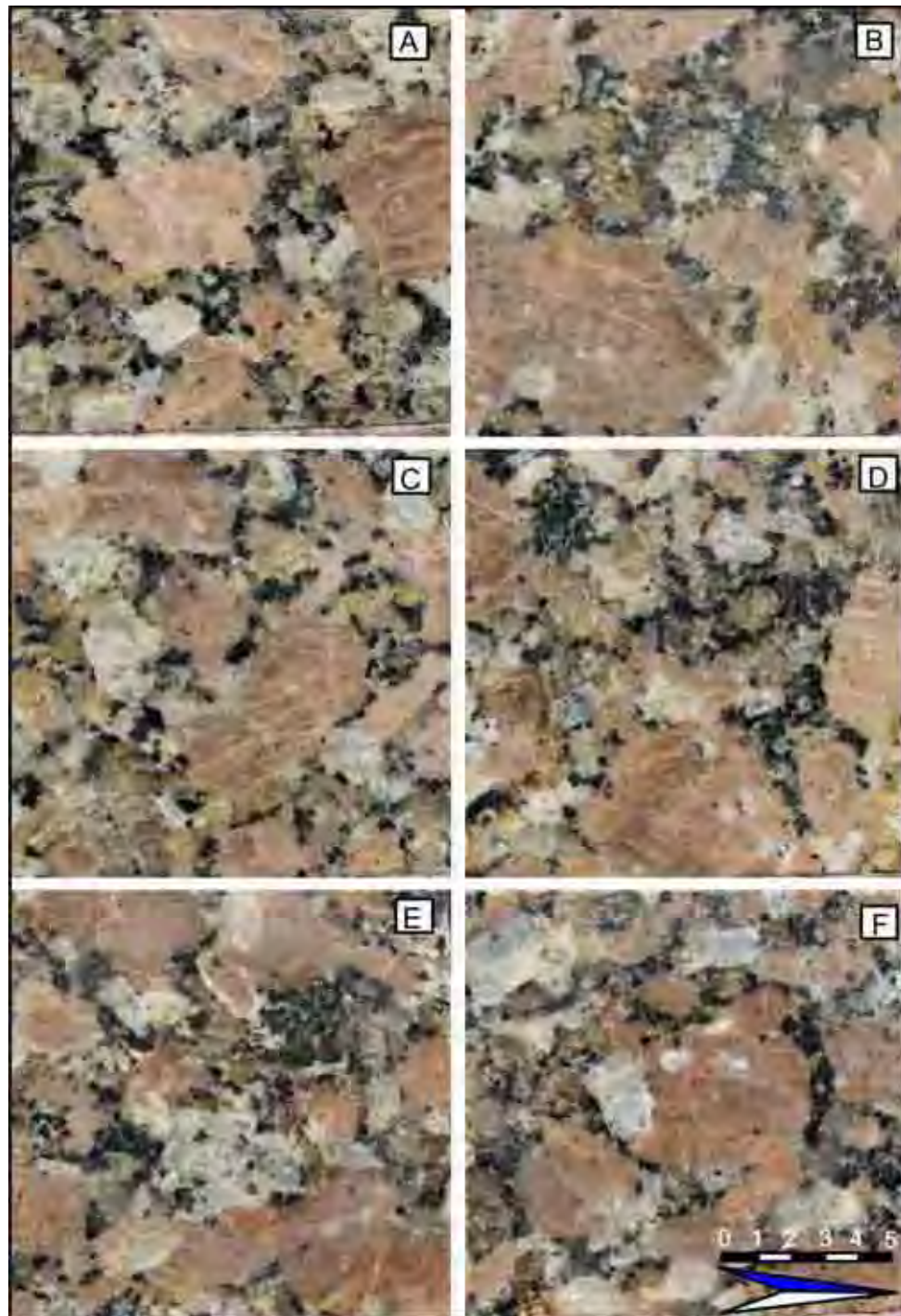
Prancha 32. Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Escuro: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



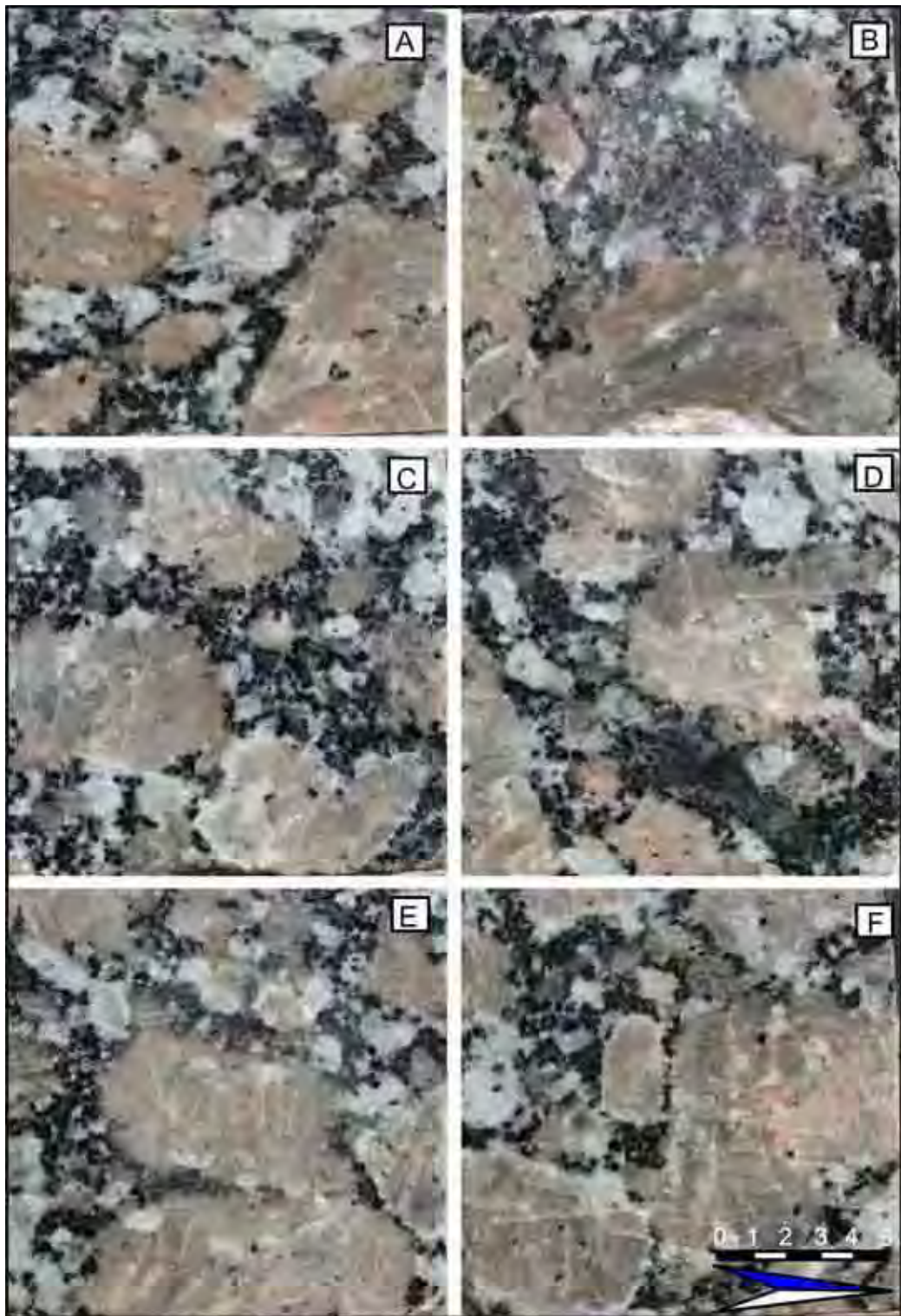
Prancha 33. Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Cinza: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



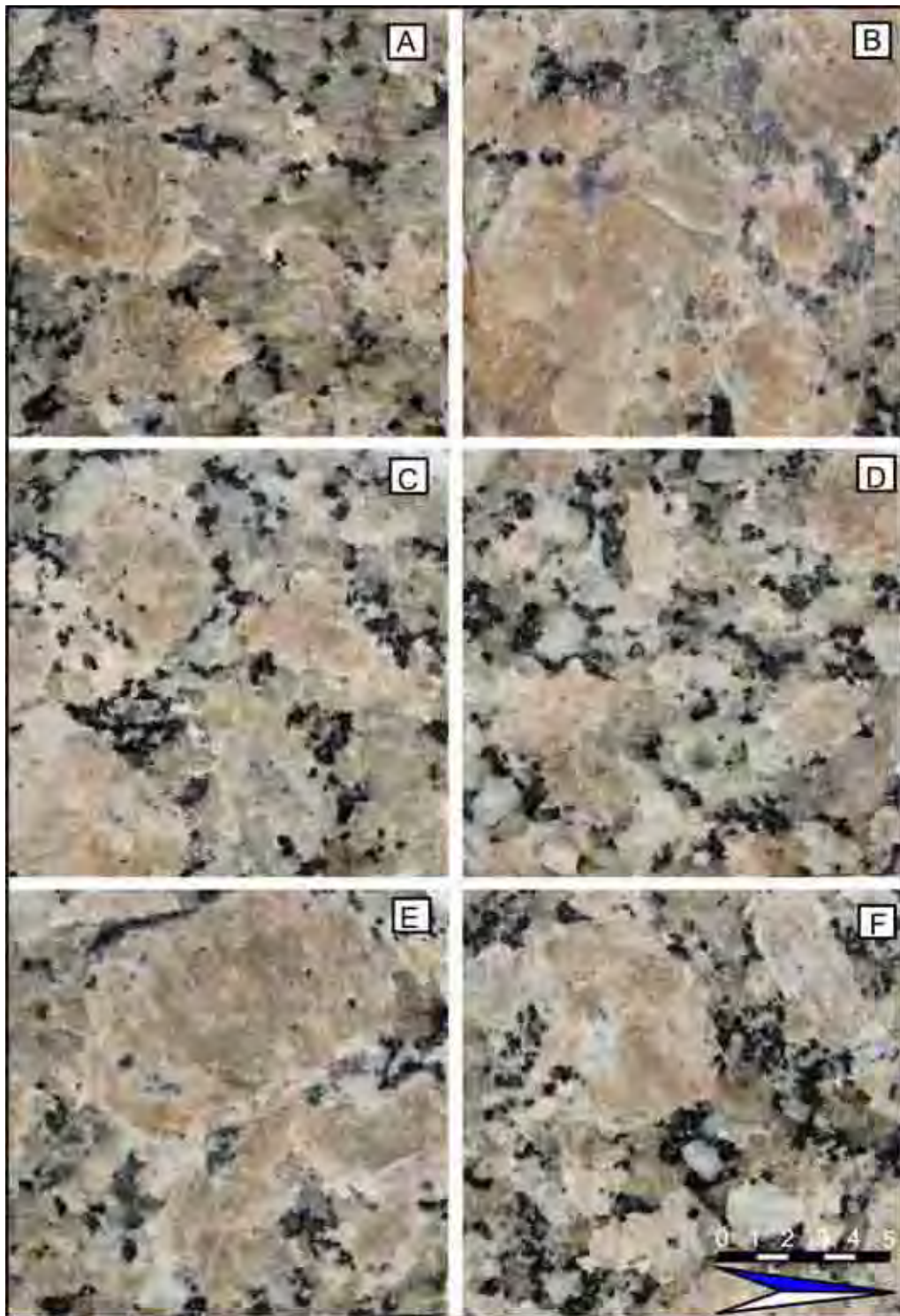
Prancha 34. Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Branco: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 35. Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Vermelho: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 36. Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Róseo: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 37 Granitos com as faces polidas das placas. Sorocaba Creme: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

14.3.2. Avaliação Visual e Instrumental ao Ataques dos Reagentes – TIPOS AMÊNDOAS SOROCABA

Hidróxido de Potássio (KOH) – Escuro (Tipo1), Cinza (Tipo2), Branco (Tipo 3), Vermelho (Tipo 4),Róseo (Tipo 5) e Creme (Tipo 6)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadros 32 e 33.) e as alterações visuais (Pranchas 32, 33, 34, 35, 36, 37) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Sorocaba Escuro (com maior índice de minerais escuros), com uma perda de brilho 26,5 (apesar de não ter sido o de maior perda entre os granitos deste grupo), apresentou alterações visuais, como ocorrência de sutil clareamento com aspecto desbotado além de incipiente eflorescência nos minerais máficos, devendo ser considerada como a menos resistente desse grupo. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Cinza, com uma perda de brilho 53,0, é o que apresentou a segunda maior perda de brilho, porém não apresentou alterações visuais evidentes. A estética desta rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Branco, com uma perda de brilho 56,4 apesar de ser o que mais brilho perdeu no conjunto dessas rochas, se mostrou bem resistente, devido ao menor índice de minerais escuros, além de não ter apresentado alteração de cor. A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Vermelho, com uma perda de brilho 6,1 pode ser considerado como o granito mais resistente neste grupo ensaiado, tendo sido o primeiro em menor perda de brilho e sem apresentar alteração visual, apresentando somente uma discreta eflorescência nas fraturas, porém sem afetar a estética desta rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Róseo, com uma perda de brilho 20,7 não apresentou alteração visual, ou seja, mudanças significativas identificadas pelo uso da lupa de mão e microscópio binocular. Portanto a estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Creme, com uma perda de brilho 33,7, não apresentou alteração visual, mas sim uma incipiente eflorescência nas fraturas que não afetaram a estética desta rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) – Escuro (Tipo1), Cinza (Tipo2), Branco (Tipo 3), Vermelho (Tipo 4),Róseo (Tipo 5) e Creme (Tipo 6)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadros 32 e 33.) e as alterações visuais (Pranchas 32, 33, 34, 35, 36, 37) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Sorocaba Escuro (com maior índice de minerais escuros), com uma perda de brilho 16,0 (apesar de não ter sido o de maior perda entre os granitos deste grupo), aliado às alterações visuais, como ocorrência de clareamento com aspecto desbotado (sobretudo nos minerais máficos), além de apresentar covas (corrosão) notadas ao tato com aspecto ligeiramente áspero da superfície, deve ser considerado o menos resistente desse grupo. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Cinza, com uma perda de brilho 23,5 e com as alterações visuais mais evidentes como: sutil desbotamento e eflorescência nas biotitas e nas fraturas, mesmo assim, estas não afetaram a estética desta rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Branco, com uma perda de brilho 23,5, se mostrou bem resistente, devido ao menor índice de minerais escuros, não apresentou alteração de cor, ocorrendo apenas uma sutil eflorescência nas fraturas. Esses fatores não afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Vermelho, com uma perda de brilho 7,85, pode ser considerado como o granito mais resistente neste grupo ensaiado, tendo sido o primeiro em menor perda de brilho e apresentar uma incipiente eflorescência nas biotitas e fraturas, porém sem afetar a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Róseo, com uma perda de brilho 45,2 é o granito com maior perda de brilho, além de apresentar uma sutil alteração de cor, com aspecto desbotado e incipiente eflorescência nas fraturas. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Creme, com uma perda de brilho 14,7 apesar de ser o segundo em menor perda de brilho, apresentou uma sutil alteração visual, como clareamento desbotado nos minerais máficos e incipiente eflorescência nas biotitas e fraturas, porém esses fatores não afetaram a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH₄Cl) – Escuro (Tipo1), Cinza (Tipo2), Branco (Tipo 3), Vermelho (Tipo 4),Róseo (Tipo 5) e Creme (Tipo 6)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadros 32 e 33.) e as alterações visuais (Pranchas 32, 33, 34, 35, 36, 37) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Sorocaba Escuro (com maior índice de minerais escuros), com uma perda de brilho 15,8 denotando que este reagente não alterou as características dessa rocha e que a perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material, porém sem afetar a estética desta rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Cinza, com uma perda de brilho 21,6 (a perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material) não apresentou alterações visuais evidentes. A estética desta rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Branco, com uma perda de brilho 15,2 (a perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), foi o segundo que menos brilho perdeu no conjunto dessa rocha, portanto mostrou-se bem resistente, devido ao menor índice de minerais escuros, além de não ter apresentado alteração de cor. A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Vermelho, com uma perda de brilho 3,7 (a perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), pode ser considerado como o granito mais resistente neste grupo ensaiado, tendo sido o primeiro em menor perda de brilho e sem apresentar alteração visual. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Róseo, com uma perda de brilho 42,3 (o maior em perda de brilho neste conjunto), não apresentou alteração visual ou seja mudanças significativas na cor. Foi identificada pelo uso da lupa de mão e microscópio binocular, uma sutil eflorescência nas fraturas. Portanto, a estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Creme, com uma perda de brilho 29,4 (a perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual. A estética desta rocha foi preservada neste tipo de ataque. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico ($C_6H_8O_7$) – Escuro (Tipo1), Cinza (Tipo2), Branco (Tipo 3), Vermelho (Tipo 4), Róseo (Tipo 5) e Creme (Tipo 6)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadros 32 e 33.) e as alterações visuais (Pranchas 32, 33, 34, 35, 36, 37) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Sorocaba Escuro (com maior índice de minerais escuros), com uma perda de brilho 22,3 (apesar de não ter sido o de maior perda entre os granitos deste grupo), aliado às alterações visuais, como ocorrência de sutil clareamento com aspecto desbotado (sobretudo nos minerais máficos), além de apresentar eflorescência nas fraturas, deve ser considerado o menos resistente desse grupo. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Cinza, com uma perda de brilho 38,6, é o que apresentou a maior perda de brilho, porém não apresentou alterações visuais evidentes. A estética desta rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Branco, com uma perda de brilho 38,0 apesar de ser o segundo que mais brilho perdeu no conjunto dessas rochas, se mostrou bem resistente, devido ao menor índice de minerais escuros, além de não ter apresentado alteração de cor. Foi detectada uma incipiente eflorescência nas fraturas e biotitas. A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Vermelho, com uma perda de brilho 14,3, se mostrou como o granito mais resistente neste grupo ensaiado, tendo sido o primeiro em menor perda de brilho e sem apresentar alteração visual, apresentando somente uma discreta eflorescência nas fraturas, porém sem afetar a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Róseo, com uma perda de brilho 20,9, não apresentou alteração visual, ou seja, mudanças significativas na cor. Foram identificadas pelo uso da lupa de mão e microscópio binocular, umas sutis eflorescências nas fraturas. Portanto a estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Creme, com uma perda de brilho 19,5, não apresentou alteração visual. A estética desta rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio (NaClO) – Escuro (Tipo1), Cinza (Tipo2), Branco (Tipo 3), Vermelho (Tipo 4), Róseo (Tipo 5) e Creme (Tipo 6)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadros 32 e 33.) e as alterações visuais (Pranchas 32, 33, 34, 35, 36, 37) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Sorocaba Escuro (com maior índice de minerais escuros), com uma perda de brilho 17,6 (apesar de não ter sido o de maior perda entre os granitos deste grupo), não apresentou alterações visuais, somente uma incipiente eflorescência nos minerais máficos, feldspatos e plagioclásios devendo ser considerada como a menos resistente desse grupo. Esses fatores, porém não

afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Cinza, com uma perda de brilho 28,3, é o que apresentou a terceira menor perda de brilho, porém não apresentou alterações visuais evidentes. Mostrou incipiente eflorescência nas biotitas, plagioclásios e fraturas. A estética desta rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Branco, com uma perda de brilho 48,3 apesar de ser o que mais brilho perdeu no conjunto dessas rochas, se mostrou bem resistente, devido ao menor índice de minerais escuros, além de não ter apresentado alteração de cor. Foi detectada uma incipiente eflorescência nas fraturas. A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Vermelho, com uma perda de brilho 6,8, pode ser considerado, como o granito mais resistente neste grupo ensaiado, tendo sido o primeiro em menor perda de brilho e sem apresentar alteração visual, apresentando somente uma discreta eflorescência nas fraturas, porém sem afetar a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Róseo, com uma perda de brilho 38,8, não apresentou alteração visual, ou seja, mudanças significativas na cor. Foi identificada pelo uso da lupa de mão e microscópio binocular, uma sutil eflorescência nas fraturas. Portanto a estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Sorocaba Creme, com uma perda de brilho 28,5, não apresentou alteração visual, mas sim uma incipiente eflorescência nas fraturas que não afetaram a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo.

14.4. AMÊNDOA SÃO FRANCISCO

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas nas Pranchas (38, 39, 40). O Quadro 34 e a Figura 48 apresentarão a seguinte seqüência relativa às medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro): após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 34. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos São Francisco.

Substância Química	TIPOS GRANÍTICOS: AMÊNDOA SÃO FRANCISCO								
	VERMELHO (Tipo 7)			MARROM MONTÊS (Tipo 8)			VERMELHOANELAR (Tipo 9)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	62,0	43,3	30,3	46,6	25,8	43,5	56,6	39,8	29,1
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	62,0	43,3	30,3	51,1	48,6	4,8	49,5	39,1	20,8
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	66,0	63,5	3,6	55,6	51,6	7,1	55,6	49,0	11,0
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	55,8	51,6	7,5	46,5	34,6	25,5	55,0	30,3	44,2
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	57,5	53,0	7,7	57,6	50,6	11,3	50,1	42,6	14,4

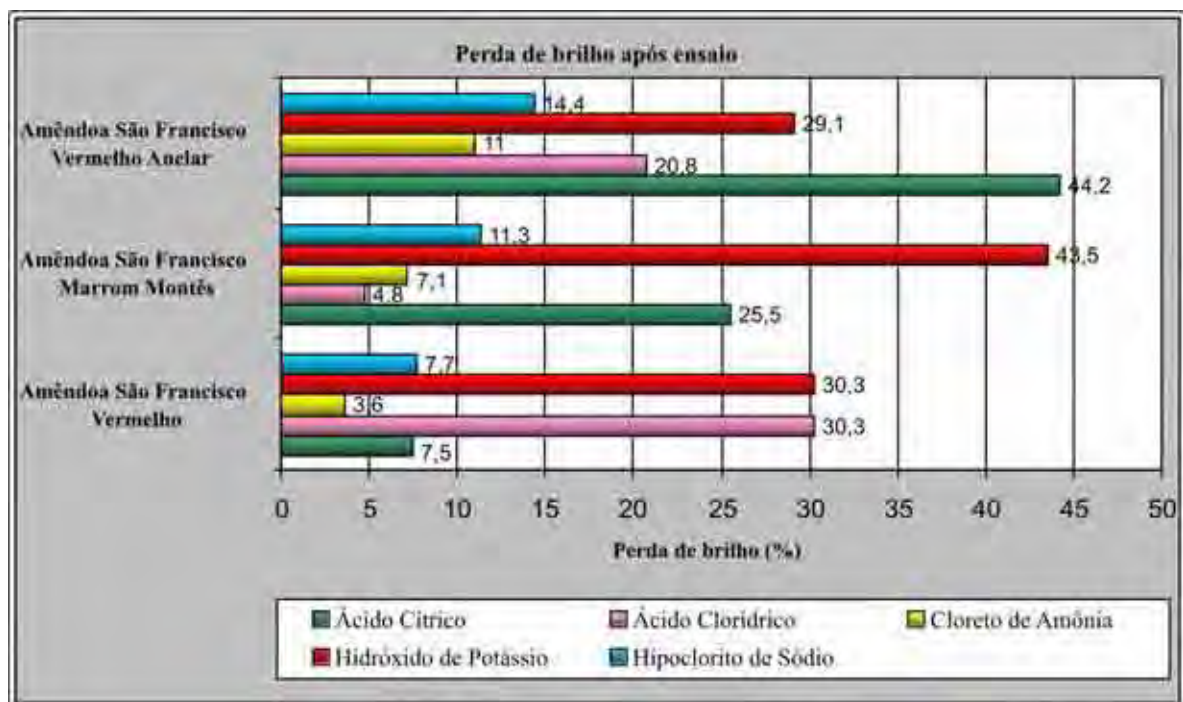
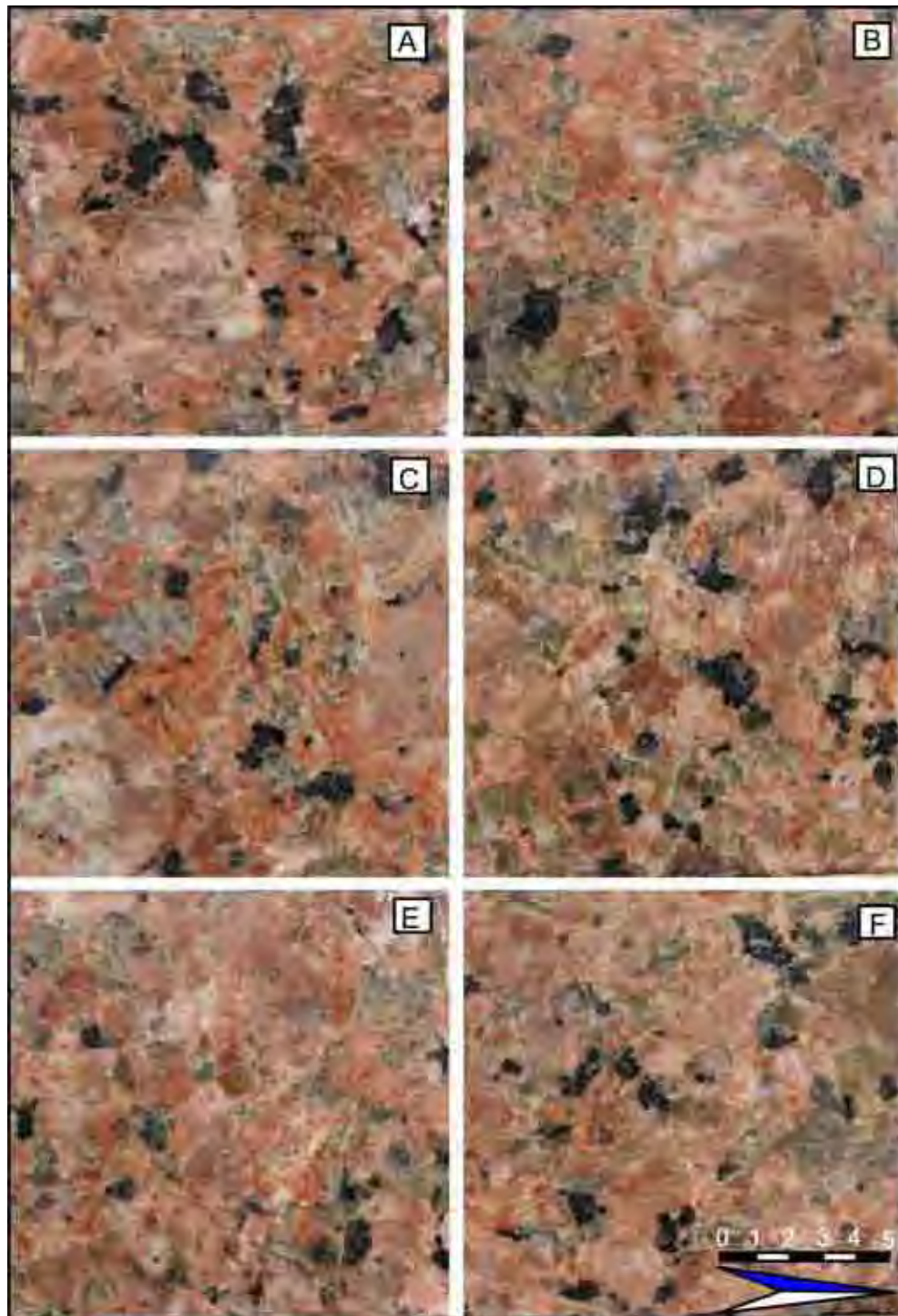
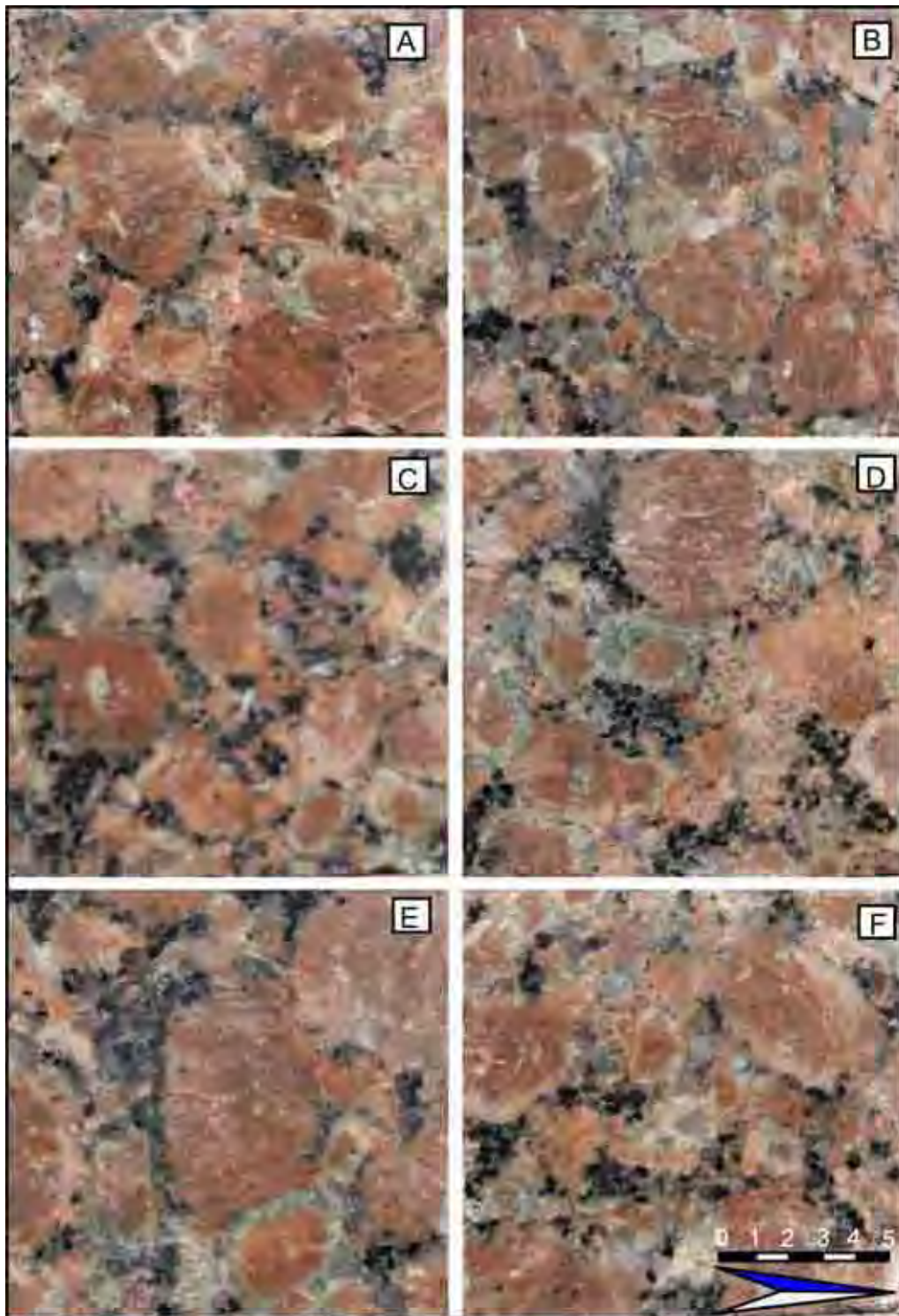


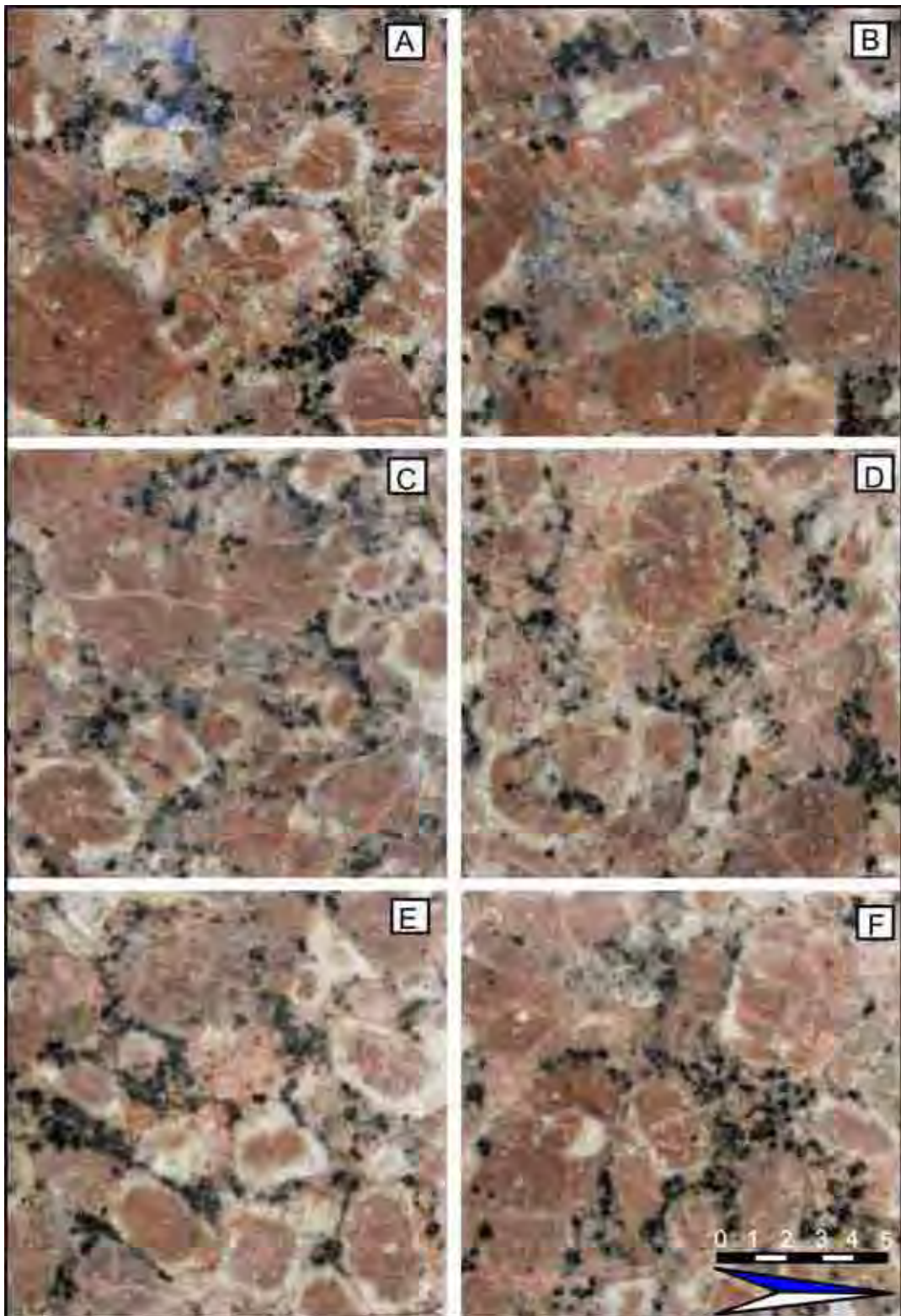
Figura 48. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa São Francisco



Prancha 38. Granitos com as faces polidas das placas. São Francisco Vermelho: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 39. Granitos com as faces polidas das placas. São Francisco Marrom Montês: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 40. Granitos com as faces polidas das placas. São Francisco Anelar: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

14.4.1. Avaliação Visual e Instrumental aos Ataques dos Reagentes – AMÊNDOA SÃO FRANCISCO

Hidróxido de Potássio (KOH) – Vermelho (Tipo 7), Marrom Montês (Tipo 8) e Vermelho Anelar (Tipo 9)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 34) e alterações visuais (Pranchas 38, 39, 40) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho, com uma perda de brilho 30,3 não apresentou alterações visuais e, portanto, sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Esses fatores não afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Marrom Montês, com uma perda de brilho 43,5 é o que apresentou a maior perda de brilho não apresentou alterações visuais evidentes, porém mostrou uma sutil eflorescência nas fraturas. A estética desta rocha, portanto, foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho Anelar, com uma perda de brilho 29,1 sendo o que menos brilho perdeu neste conjunto, não apresentou alteração visual, mas sim uma incipiente corrosão (covas) nos máficos, porém estas não afetaram a estética. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) – Vermelho (Tipo 7), Marrom Montês (Tipo 8) e Vermelho Anelar (Tipo 9)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 34) e alterações visuais (Pranchas 38, 39, 40) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho, com uma perda de brilho 30,3 (constituindo o que mais brilho perdeu neste conjunto e isto se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alterações visuais (mudança de cor), apresentando apenas uma sutil presença de eflorescência nas fraturas (sobretudo nos minerais máficos). Esses fatores não afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Marrom Montês, com uma perda de brilho 4,8 (considerado o que menos brilho perdeu), apresentou alterações visuais, como covas (forte corrosão) notadas ao tato com aspecto ligeiramente áspero da superfície, além de eflorescência nos máficos e

fraturas, deve ser considerado o menos resistente desse grupo. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho Anelar, com uma perda de brilho 20,8 não apresentou alterações, porém ocorreu forte corrosão (covas) nos máficos, notada no tato com aspecto ligeiramente áspero da superfície. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH_4Cl) – Vermelho (Tipo 7), Marrom Montês (Tipo 8) e Vermelho Anelar (Tipo 9)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 34) e alterações visuais (Pranchas 38, 39, 40) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho, com uma perda de brilho 3,6 considerada muito baixa, não apresentou alterações visuais e, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Ocorreu ainda uma sutil presença de eflorescência nas fraturas, porém esse fator não afetou a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Marrom Montês, com uma perda de brilho 7,1 é o que apresentou a segunda maior perda de brilho (considerada baixa perda), não apresentou alterações visuais, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. A estética da rocha foi preservada e não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho Anelar, com uma perda de brilho 11,0 foi o que mais brilho perdeu neste conjunto (considerada baixa perda), portanto sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Não apresentou alteração visual. A estética desta rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico ($C_6H_8O_7$) – Vermelho (Tipo 7), Marrom Montês (Tipo 8) e Vermelho Anelar (Tipo 9)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 34) e alterações visuais (Pranchas 38, 39, 40) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho, com uma perda de brilho 7,5 não apresentou alterações visuais e, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Ocorreu ainda uma sutil presença de eflorescência nas fraturas, porém esse fator não afetou a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Marrom Montês, com uma perda de brilho 25,5 é o que apresentou a segunda maior perda de brilho e não apresentou alterações visuais, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Ocorreu ainda uma sutil presença de eflorescência nas fraturas, porém esse fator não afetou a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho Anelar, com uma perda de brilho 44,2, foi o que mais brilho perdeu neste conjunto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Não apresentou alteração visual. A estética desta rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio (NaClO) – Vermelho (Tipo 7), Marrom Montês (Tipo 8) e Vermelho Anelar (Tipo 9)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 34) e alterações visuais (Pranchas 38, 39, 40) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho, com uma perda de brilho 7,7 não apresentou alterações visuais e, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Ocorreu ainda uma sutil presença de eflorescência nas fraturas, porém esse fator não afetou a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Marrom Montês, com uma perda de brilho 11,3 é o que apresentou a segunda maior perda de brilho e não apresentou alterações visuais, portanto, sua pequena perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material. Ocorreu ainda uma sutil presença de eflorescência nas fraturas, porém esse fator não afetou a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa São Francisco Vermelho Anelar, com uma perda de brilho 14,4 considerado uma pequena perda, foi o que mais brilho perdeu neste conjunto. Não apresentou alteração visual, porém ocorreu uma sutil corrosão (covas) nos máficos e eflorescência nas fraturas, devendo ser considerado como o granito menos resistente deste grupo, porém estes fatores não afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo.

14.5. AMÊNDOA SÃO ROQUE

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas nas Pranchas (41, 42). O quadro 35 e a Figura 49 apresentarão a seguinte seqüência relativa as medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro);; após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 35. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos São Roque.

Substância Química	TIPOS GRANÍTICOS: AMÊNDOA SÃO ROQUE					
	VERMELHO (Tipo 10)			VERMELHO MÉDIO (Tipo11)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	48,1	22,8	52,6	44,6	30,8	30,8
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	43,5	38,1	11,2	46,0	36,3	20,1
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	38,6	33,0	14,0	37,6	32,3	14,6
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	38,1	24,6	35,1	47,5	43,8	7,8
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	56,8	45,0	20,5	46,8	39,5	15,0

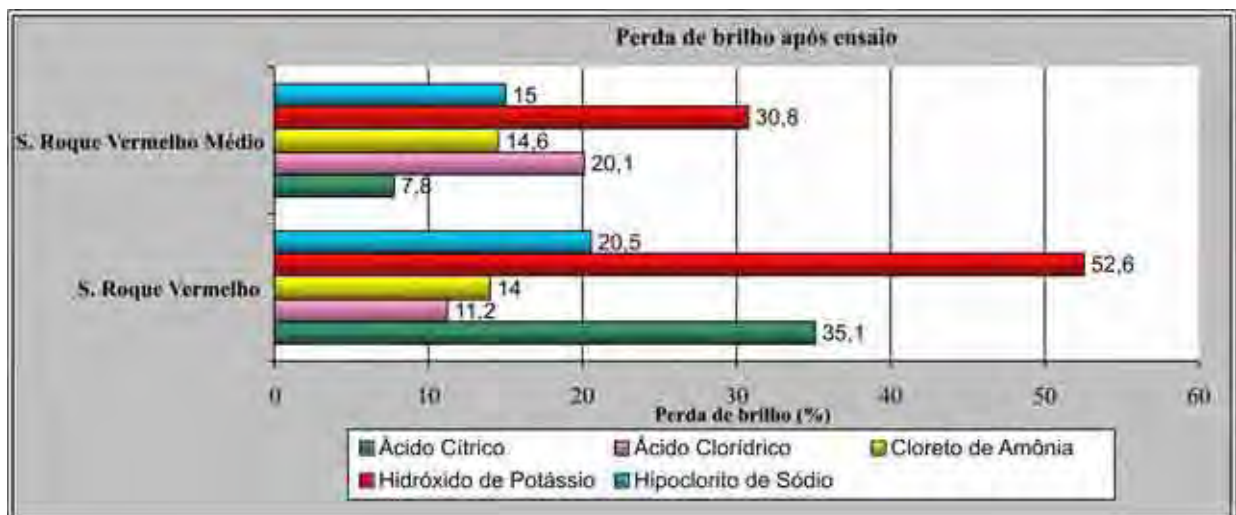
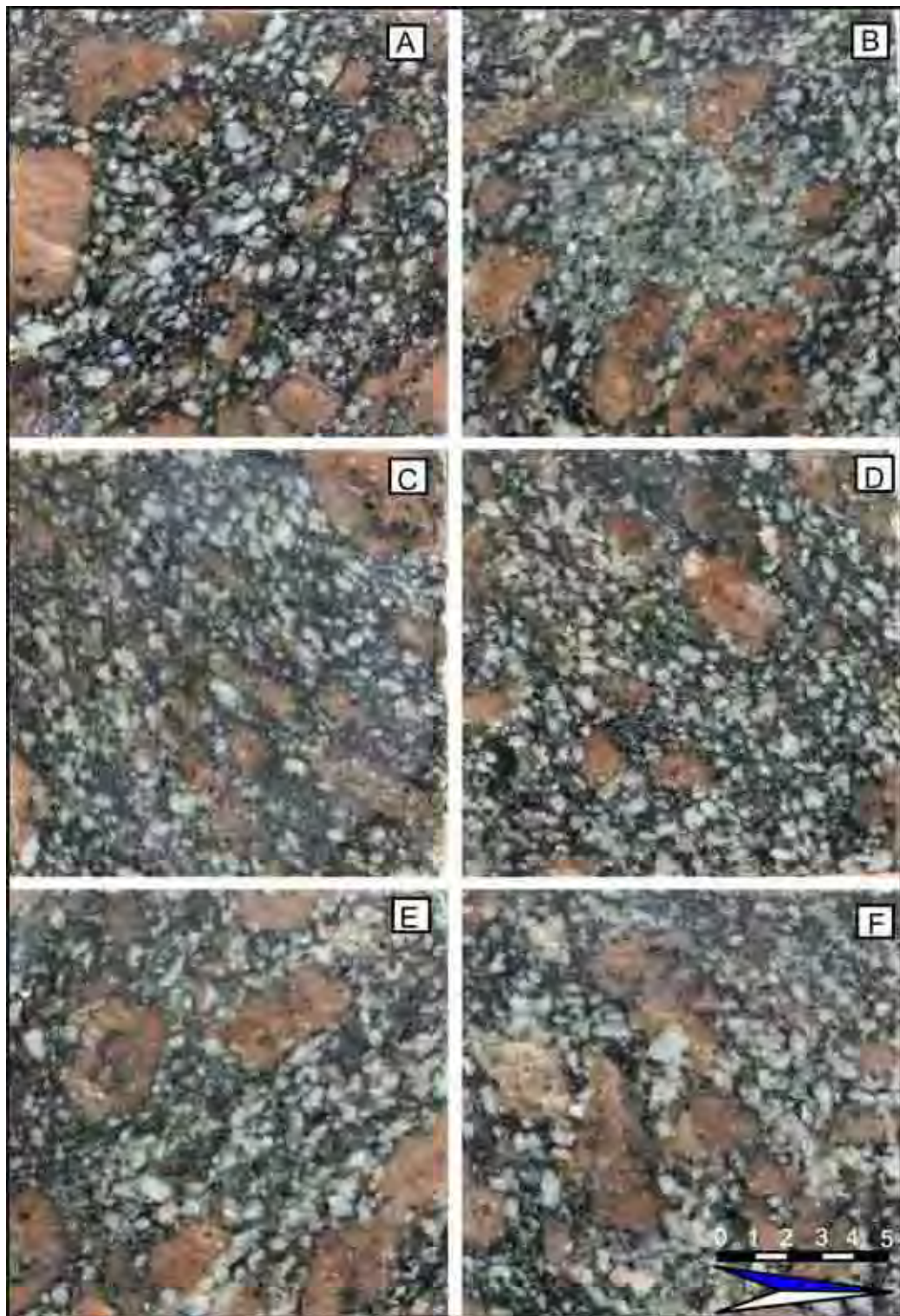
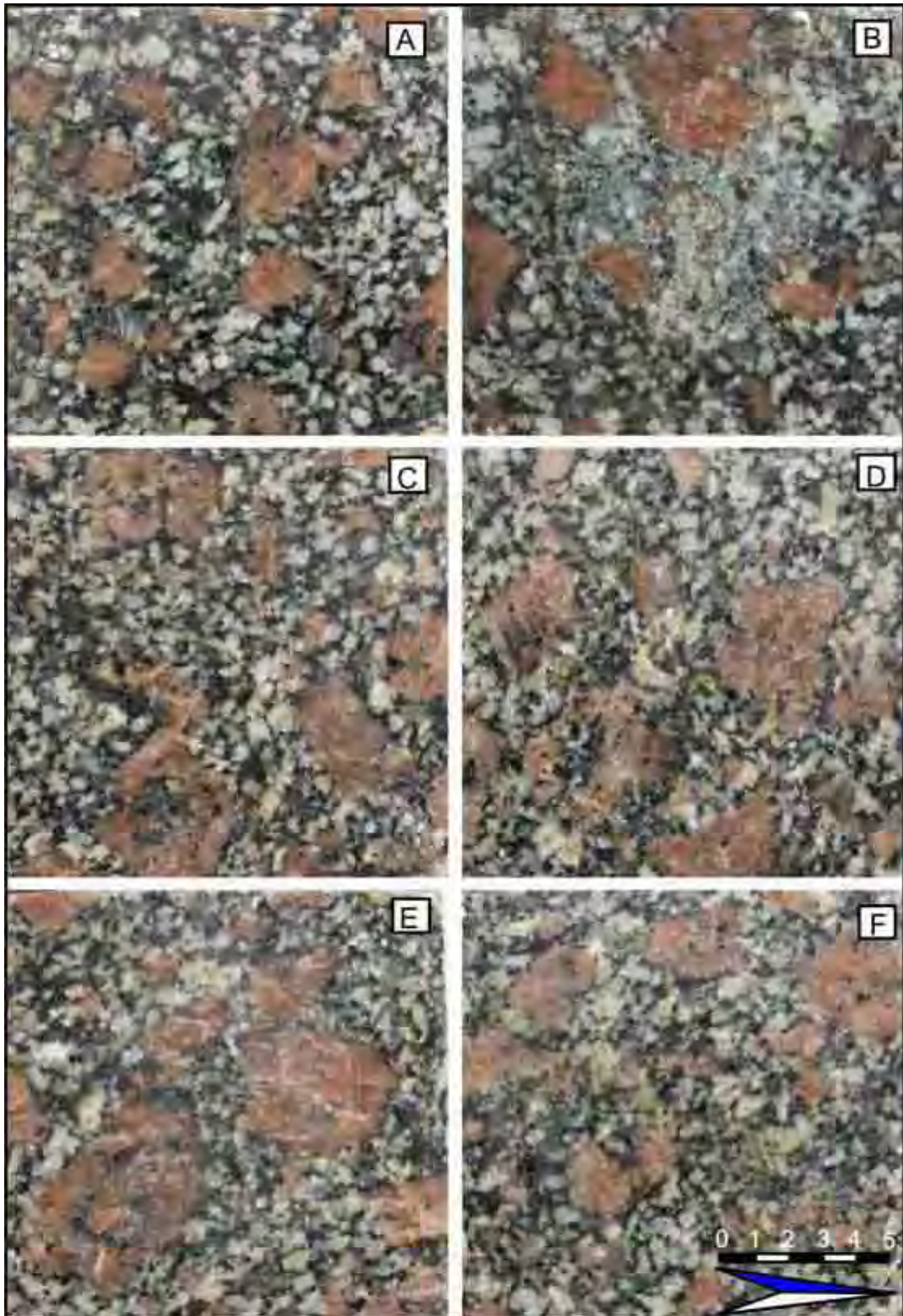


Figura 49. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa São Roque.



Prancha 41. Granitos com as faces polidas das placas. São Roque Vermelho: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 42. Granitos com as faces polidas das placas. São Roque Vermelho Médio: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

14.5.1. Avaliação Visual e instrumental das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes - AMÊNODAS SÃO ROQUE

Hidróxido de Potássio (KOH) – Vermelho (Tipo 10) e Vermelho Médio (Tipo 11)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 35) e alterações visuais (Pranchas 41, 42) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa São Roque Vermelho, com uma perda de brilho 52,6 (constituindo o que mais brilho perdeu neste conjunto), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa São Roque Vermelho Médio, com uma perda de brilho 30,8 (considerado o que menos brilho perdeu), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) – Vermelho (Tipo 10) e Vermelho Médio (Tipo 11)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 35) e alterações visuais (Pranchas 41, 42) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa São Roque Vermelho, com uma perda de brilho 11,2 (constituindo o que menos brilho perdeu neste conjunto e isto se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), apresentou clara alteração visual (mudança de cor/desbotamento) principalmente nos minerais máficos, apresentando apenas uma sutil presença de eflorescência nas fraturas. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa São Roque Vermelho Médio, com uma perda de brilho 20,1 (considerado o que mais brilho perdeu), devido a sua cor escura, sofreu clara alteração visual tendo clareamento com aspecto desbotado apresentando, aliado a uma sutil presença de eflorescência nas fraturas. Esses fatores afetaram a estética da rocha. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH₄Cl) – Vermelho (Tipo 10) e Vermelho Médio (Tipo 11)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 35) e alterações visuais (Pranchas 41, 42) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa São Roque Vermelho, com uma perda de brilho 14,0 (constituindo o que menos brilho perdeu neste conjunto), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa São Roque Vermelho Médio, com uma perda de brilho 14,6 (considerado o que mais brilho perdeu), não apresentou alteração visual

(mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico ($C_6H_8O_7$) – Vermelho (Tipo 10) e Vermelho Médio (Tipo 11)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 35) e alterações visuais (Pranchas 41, 42) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa São Roque Vermelho, com uma perda de brilho 35,1 (constituindo o que mais brilho perdeu neste conjunto), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento), ocorreu uma sutil eflorescência nas fraturas. A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa São Roque Vermelho Médio, com uma perda de brilho 7,8 (considerado o que menos brilho perdeu), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio ($NaClO$) – Vermelho (Tipo 10) e Vermelho Médio (Tipo 11)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 35) e alterações visuais (Pranchas 41, 42) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa São Roque Vermelho, com uma perda de brilho 20,5 (constituindo o que mais brilho perdeu neste conjunto), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa São Roque Vermelho Médio, com uma perda de brilho 15,0 (considerado o que menos brilho perdeu), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha foi preservada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

14.6. AMÊNDOA IBIÚNA

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas nas Pranchas (43, 44, 45, 46). O Quadro 36 e Figura 50 apresentarão a seguinte seqüência relativa as medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro); após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 36. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Ibiúna.

Substância Química	TIPOS GRANÍTICOS: AMÊNDOA IBIÚNA											
	VERMELHO (Tipo 12)			CINZA (Tipo 13)			VERMELHO MÉDIO (Tipo 14)			CINZA MÉDIO (Tipo 15)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	42,8	32,1	32,1	54,6	27,5	48,6	45,6	18,5	59,1	44,6	17,5	60,6
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	29,6	17,8	38,4	41,1	26,0	36,8	33,3	8,6	73,9	34,6	27,0	22,2
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	76,5	68,0	10,7	55,3	50,0	9,9	50,0	47,1	5,6	33,8	25,8	22,0
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	54,1	28,5	46,6	38,3	17,5	53,8	42,3	29,0	32,5	38,5	32,1	16,1
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	60,6	45,0	25,6	68,5	36,6	46,1	51,6	42,5	16,4	55,3	50,6	8,3

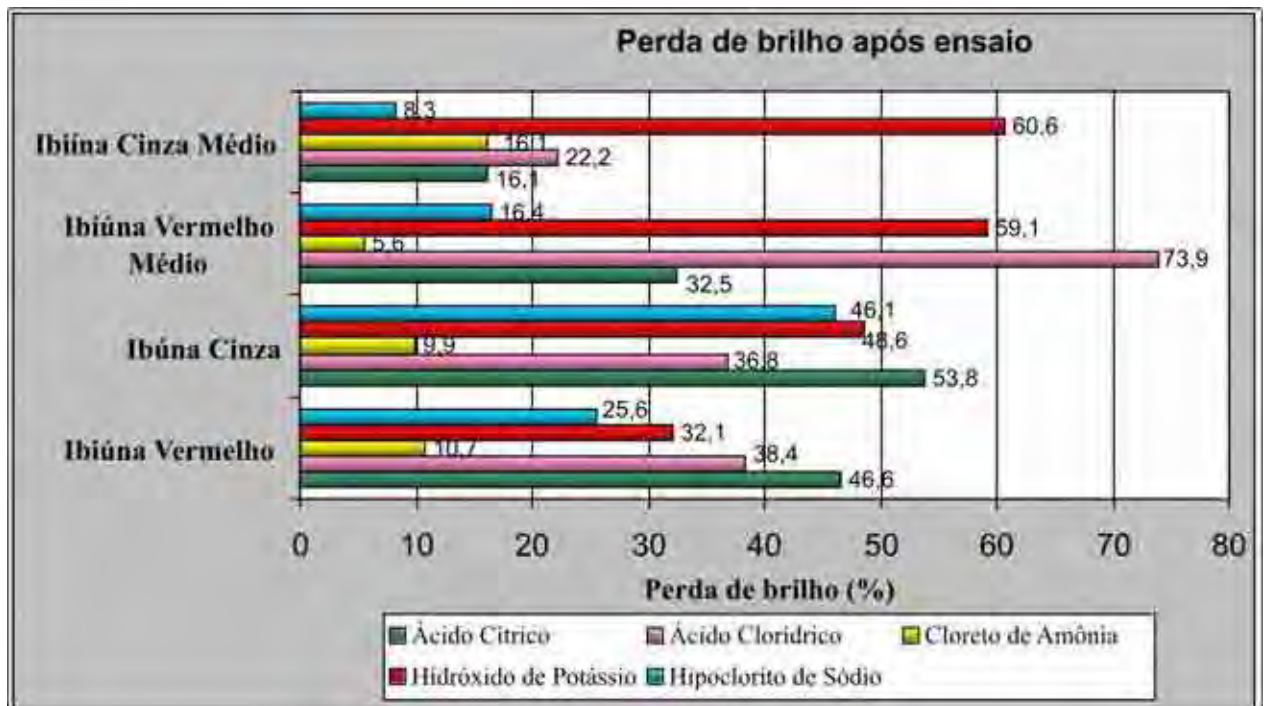
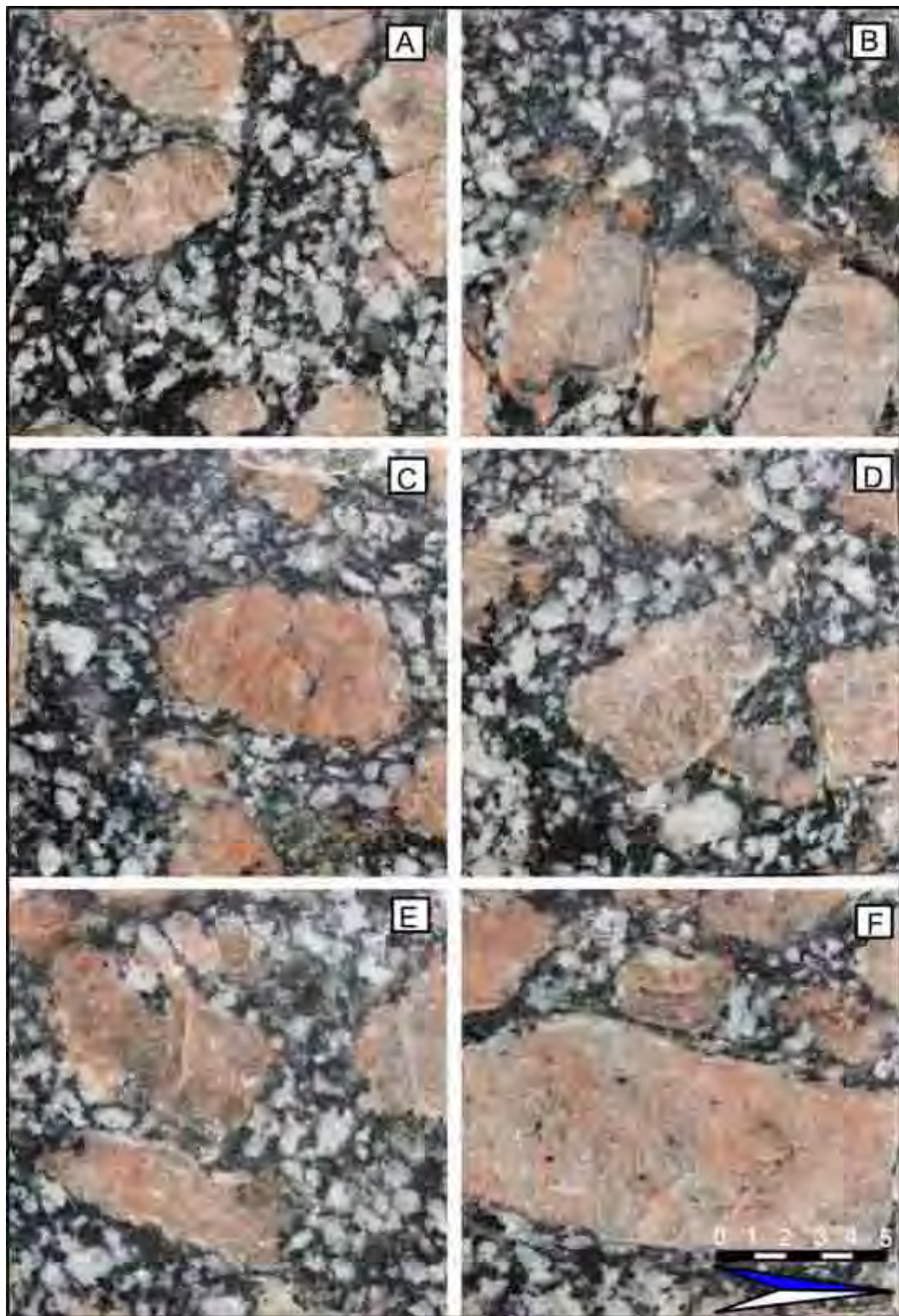
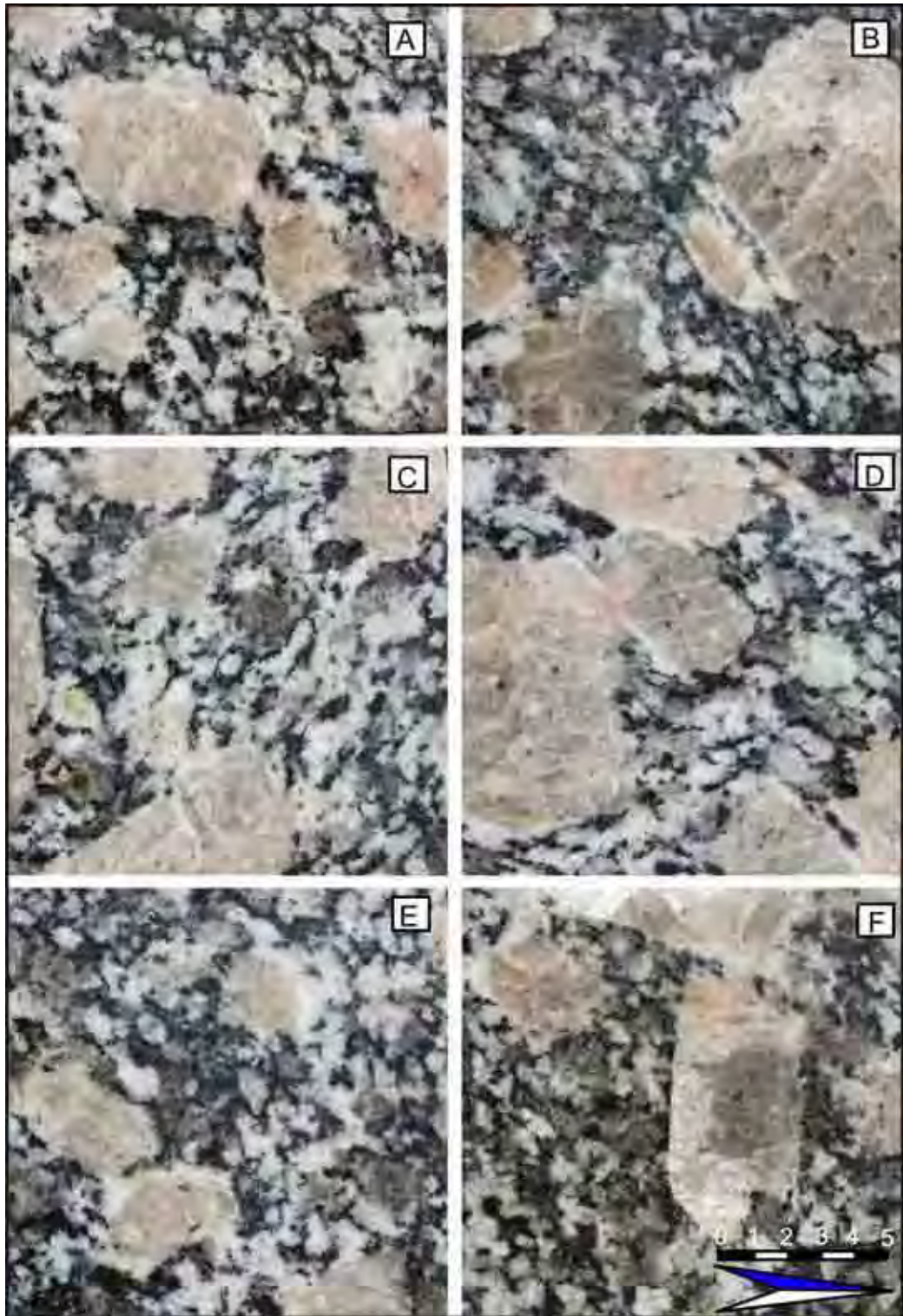


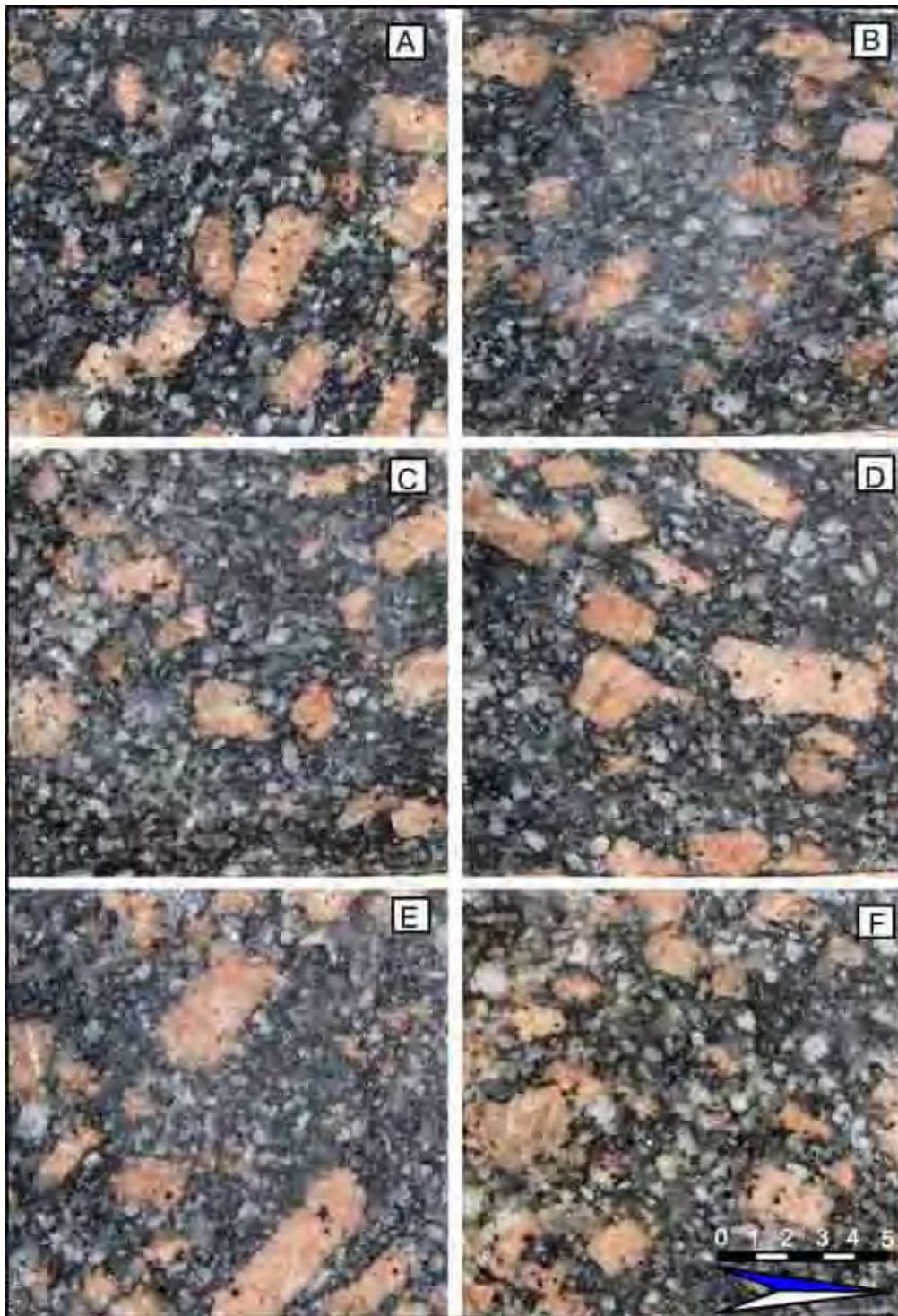
Figura 50. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Ibiúna



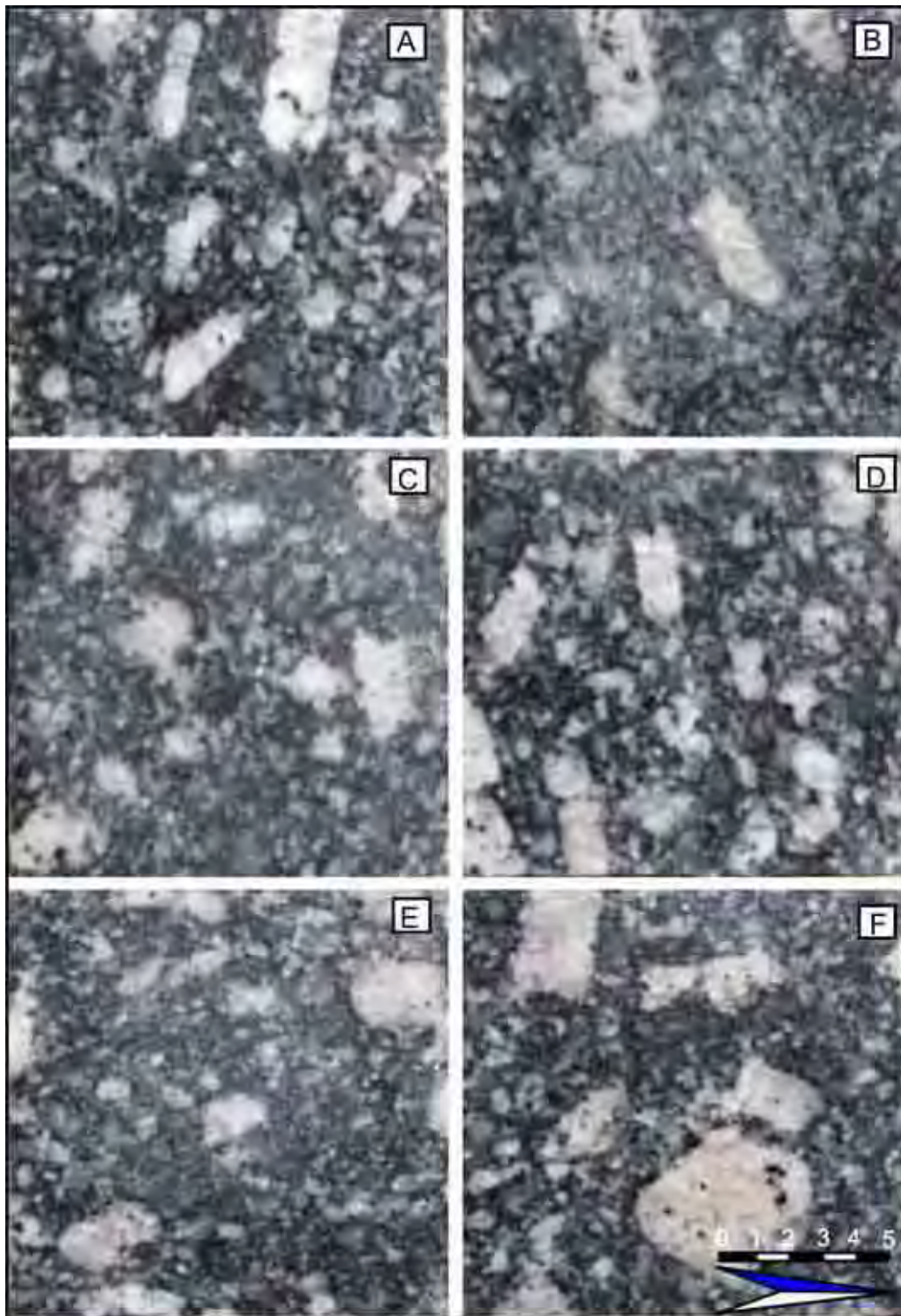
Prancha 43. Granitos com as faces polidas das placas. Ibiúna Vermelho: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 44. Granitos com as faces polidas das placas. Ibiúna Cinza: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 45. Granitos com as faces polidas das placas. Ibiúna Vermelho Médio: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.



Prancha 46. Granitos com as faces polidas das placas. Ibiúna Cinza Médio: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

15.6.1. Avaliação Visual e instrumental das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes - AMÊNODAS IBIÚNA

Hidróxido de Potássio (KOH) - Vermelho (Tipo 12), Cinza (Tipo 13), Vermelho Médio (Tipo 14) e Cinza Médio (Tipo 15)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 36) e alterações visuais (Pranchas 43, 44, 45, 46) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho, com uma perda de brilho 32,1 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza, com uma perda de brilho 48,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, com uma perda de brilho 59,1 apresentou um sutil clareamento com aspecto desbotado (sutil alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza Médio, com uma perda de brilho 60,6 apresentou um sutil clareamento com aspecto desbotado (sutil alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) - Vermelho (Tipo 12), Cinza (Tipo 13), Vermelho Médio (Tipo 14) e Cinza Médio (Tipo 15)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 36) e alterações visuais (Pranchas 43, 44, 45, 46) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho, com uma perda de brilho 38,4 sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material, não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza, com uma perda de brilho 36,8 sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material, não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, com uma perda de brilho 73,9 (considerada a maior neste conjunto), apresentou clareamento com aspecto desbotado (clara alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética da rocha foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza Médio, com uma perda de brilho 22,2 (considerada a menor neste conjunto), apresentou clareamento com aspecto desbotado (clara alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética da rocha foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH_4Cl) - Vermelho (Tipo 12), Cinza (Tipo 13), Vermelho Médio (Tipo 14) e Cinza Médio (Tipo 15)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 36) e alterações visuais (Pranchas 43, 44, 45, 46) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho, com uma perda de brilho 10,7 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Ibiúna Cinza, com uma perda de brilho 9,9 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, com uma perda de brilho 5,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza Médio, com uma perda de brilho 22,0 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico ($C_6H_8O_7$) - Vermelho (Tipo 12), Cinza (Tipo 13), Vermelho Médio (Tipo 14) e Cinza Médio (Tipo 15)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 36) e alterações visuais (Pranchas 43, 44, 45, 46) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho, com uma perda de brilho 46,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza, com uma perda de brilho 53,8 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, com uma perda de brilho 32,5 apresentou um sutil clareamento com aspecto desbotado (sutil alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza Médio, com uma perda de brilho 16,1 apresentou um sutil clareamento com aspecto desbotado (sutil alteração de cor) principalmente nos máficos e principalmente pela menor tamanho dos fenocristais da mesma. A estética não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio (NaClO) - Vermelho (Tipo 12), Cinza (Tipo 13), Vermelho Médio (Tipo 14) e Cinza Médio (Tipo 15)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 36) e alterações visuais (Pranchas 43, 44, 45, 46) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho, com uma perda de brilho 25,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

O granito Amêndoa Ibiúna Cinza, com uma perda de brilho 46,1 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Vermelho Médio, com uma perda de brilho 16,4 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova. O granito Amêndoa Ibiúna Cinza Médio, com uma perda de brilho 8,3 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo.

14.7. AMÊNDOA PIEDADE

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas nas (Prancha 47). O Quadro 37 e a Figura 51 apresentarão a seguinte seqüência relativa as medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro);; após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 37 Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizadas aos tipos Piedade.

Substância Química	TIPO GRANÍTICO: AMÊNDOA PIEDADE		
	RÓSEO (TIPO 16)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	35,0	26,6	22,4
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	42,1	37,6	10,6
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	44,8	38,5	14,1
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	42,8	38,8	9,3
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	43,3	32,0	26,3

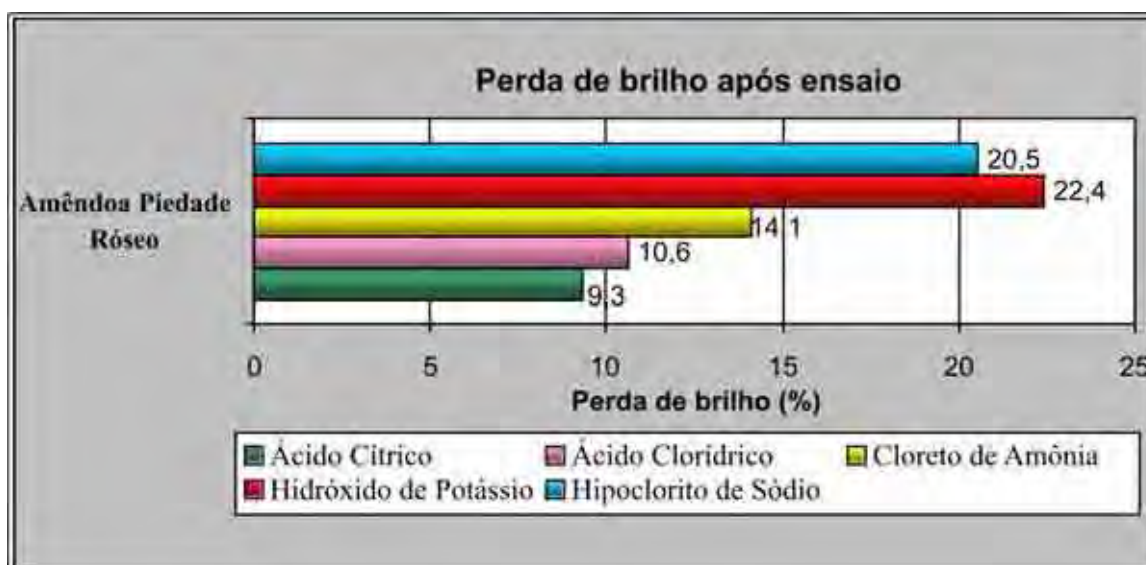
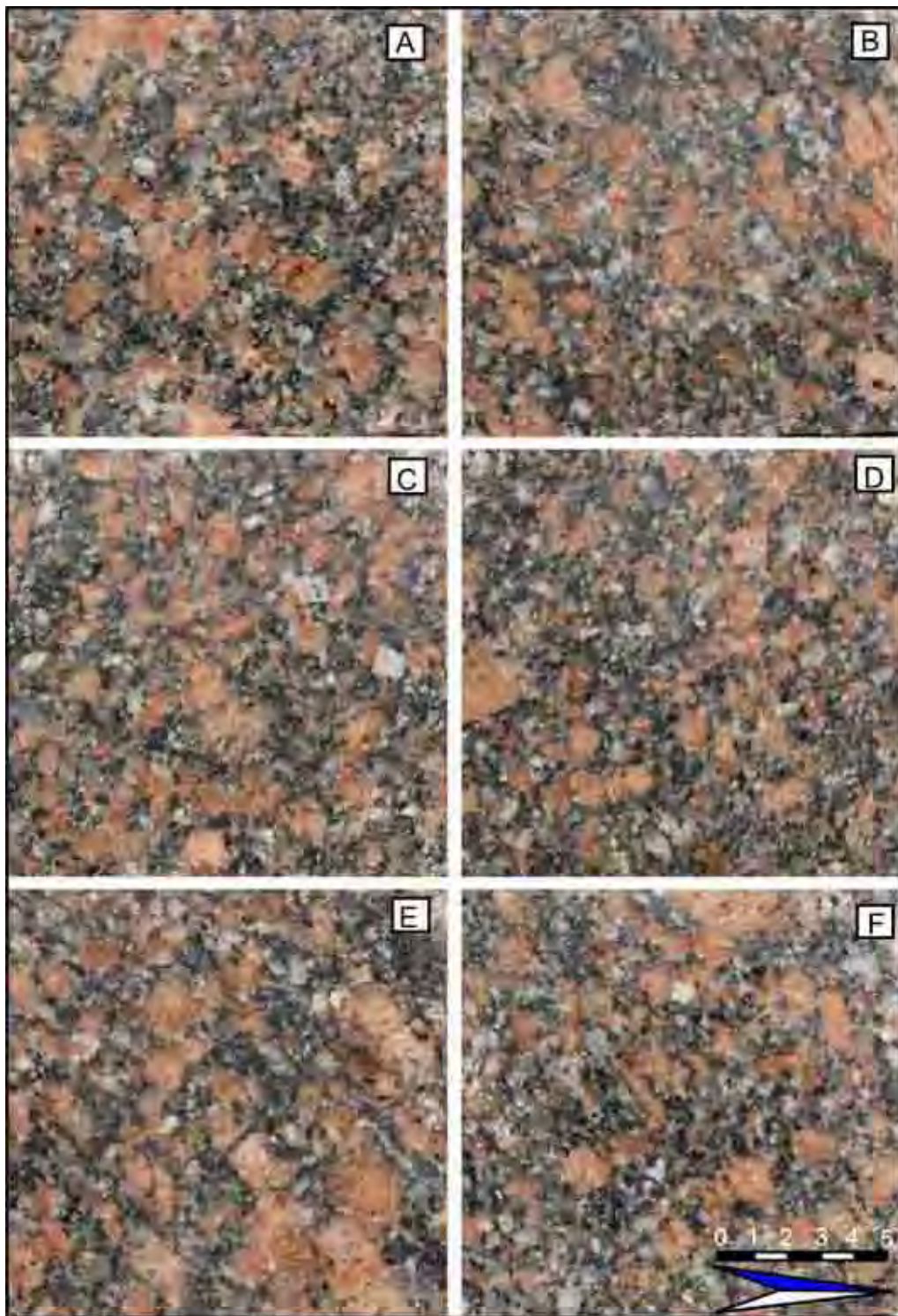


Figura 51. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Piedade



Prancha 47. Granitos com as faces polidas das placas. Piedade: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

14.7.1. Avaliação Visual e Instrumental aos ataques dos reagentes – Amêndoa PIEDADE

Hidróxido de Potássio (KOH) - Róseo (Tipo 16)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 37) e alterações visuais (Prancha 47) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa Piedade Róseo, com uma perda de brilho 22,4 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) - Róseo (Tipo 16)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 37) e alterações visuais (Prancha 47) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa Piedade Róseo, com uma perda de brilho 10,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), apresentou uma clara alteração de cor com aspecto desbotado, ocorrendo ainda eflorescência nas fraturas. A estética da rocha foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH₄Cl) - Róseo (Tipo 16)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 37) e alterações visuais (Prancha 47) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa Piedade Róseo, com uma perda de brilho 14,1 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico (C₆H₈O₇) - Róseo (Tipo 16)

A rocha aqui estudada pode ser classificada como de alta resistência química ao agente Ácido Cítrico (C₆H₈O₇). As diferenças de perda de brilho (Quadro 37) e alterações visuais (Prancha 47) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa Piedade Róseo, com uma perda de brilho 9,3 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio (NaClO) - Róseo (Tipo 16)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 37) e alterações visuais (Prancha 47) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas. O granito Amêndoa Piedade Róseo, com uma perda de brilho

26,3 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

14.8. AMÊNDOA CAUCÁIA

O ensaio de resistência ao ataque químico foi executado em placas polidas dos granitos atacados pelos reagentes e podem ser visualizadas na Prancha (48). O Quadros 38 e a Figura 52 apresentarão a seguinte seqüência relativa às medidas de perda de brilho médio sob a ação dos agentes agressivos utilizados: A) Amostra no estado natural (Neutro);; após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico ; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

Quadro 38. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico antes e após a ação das substâncias químicas utilizada ao tipo Caucaía.

Substância Química	TIPO GRANÍTICO: AMÊNDOA CAUCÁIA		
	FINO CINZA (TIPO 17)		
	Brilho Inicial	Brilho Final	Perda Brilho (%)
Hidróxido de Potássio (KOH)-(30g/l)	54,0	26,3	51,1
Ácido Clorídrico (HCl)-(3%)	33,8	27,3	18,5
Cloreto de Amônia (NH ₄ Cl)-(100 g/l)	52,3	49,1	5,6
Ácido Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)-(100 g/l)	50,6	43,1	14,4
Hipoclorito de Sódio (NaClO)-(20 mg/l)	50,8	37,6	25,9

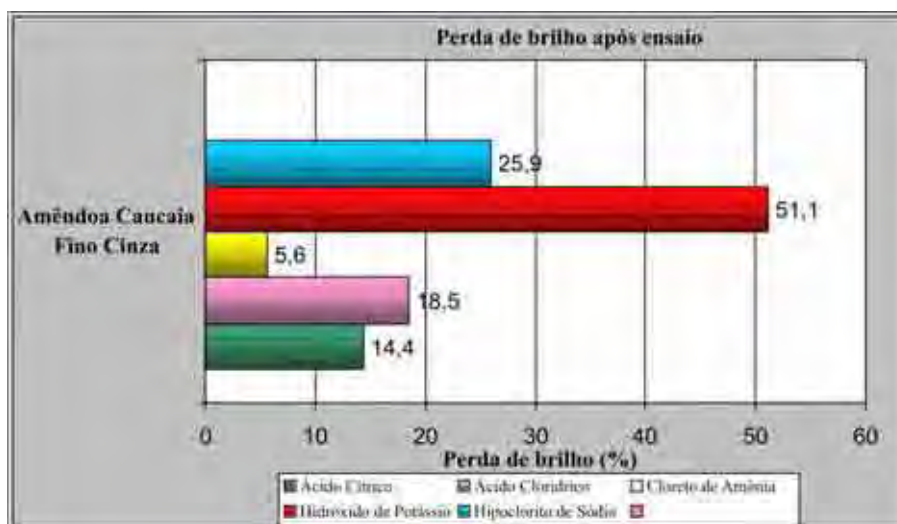
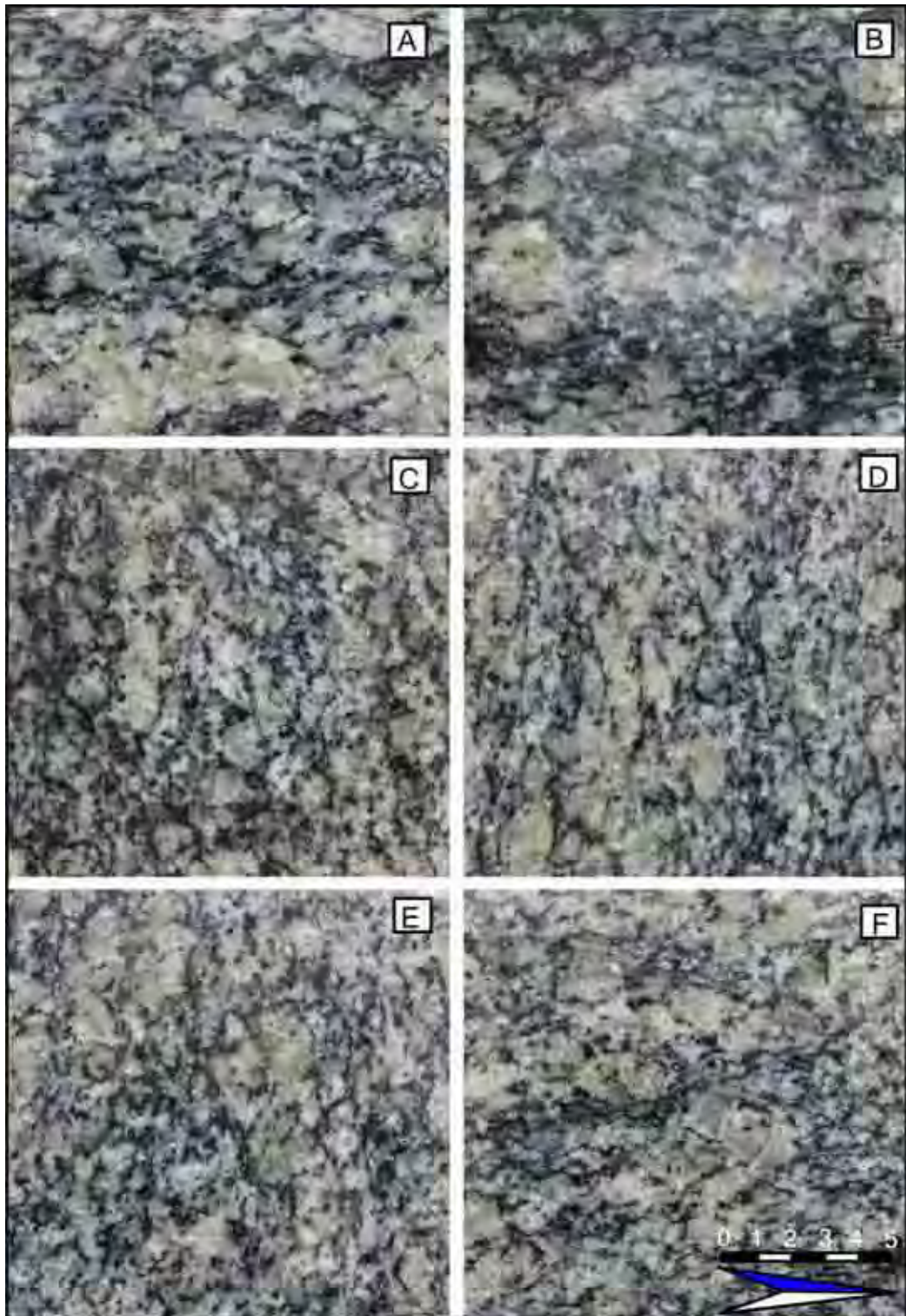


Figura 52. Gráfico Perda de Brilho do Amêndoa Caucaía



Prancha 48 Granitos com as faces polidas das placas. Caucaía: A) Amostra no estado natural (Neutro); e após o processo de envelhecimento pelo uso do: B) hidróxido de potássio; C) ácido clorídrico; D) cloreto de amônia; E) ácido cítrico e F) hipoclorito de sódio.

14.8.1. Avaliação Visual e Instrumental aos ataques dos reagentes – Amêndoa CAUCÁIA

Hidróxido de Potássio (KOH) – Fino Cinza (Tipo 17)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 38) e alterações visuais (Prancha 48) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Caucaia Fino Cinza, com uma perda de brilho 51,1 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Clorídrico (HCl) – Fino Cinza (Tipo 17)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: As diferenças de perda de brilho (Quadro 38) e alterações visuais (Prancha 48) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Caucaia Fino Cinza, com uma perda de brilho 18,5 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), apresentou uma clara alteração de cor com aspecto desbotado. A estética da rocha foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Cloreto de Amônia (NH₄Cl) – Fino Cinza (Tipo 17)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 38) e alterações visuais (Prancha 48) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Caucaia Fino Cinza, com uma perda de brilho 5,6 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Ácido Cítrico (C₆H₈O₇) – Fino Cinza (Tipo 17)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de

brilho (Quadro 38) e alterações visuais (Prancha 48) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Caucáia Fino Cinza, com uma perda de brilho 14,4 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Hipoclorito de Sódio (NaClO) – Fino Cinza (Tipo 17)

Avaliação das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes: as diferenças de perda de brilho (Quadro 38) e alterações visuais (Prancha 48) permitem discriminar os diferentes conjuntos litológicos neste conjunto de rochas.

O granito Amêndoa Caucáia Fino Cinza, com uma perda de brilho 25,9 (sua perda de brilho se justifica pela qualidade do polimento inicial do material), não apresentou alteração visual (mudança de cor/desbotamento). A estética da rocha não foi afetada. Este granito não apresentou absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

14.9. RESULTADOS FINAIS

No quesito, manutenção e reparação adequada de materiais pétreos são necessárias inicialmente identificar o tipo de material rochoso se “Mármore ou Granito”, buscar o conhecimento das características da rocha ornamental em questão e só então projetar o tipo de manutenção. Este quesito está sintetizado no início deste capítulo e em artigo de Frederick M. Hueston (Revista Rochas de Qualidade/maio-junho - ed.146, 1999), que enfocou os dez problemas mais comuns em rochas ornamentais.

No quadro (39) e também baseado em Hueston (1999), foi proposto 3 (três) graus de recuperação das placas (patologias), sendo que o I (incipiente), II (moderado) e III (propondo a substituição da placa). Nos quadros (40 a 51) apresentamos uma síntese das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico. Nestes quadros são apresentadas as avaliações das respostas dos materiais aos ataques dos reagentes causadas pela ação das substâncias químicas utilizadas neste ensaio de envelhecimento acelerado sobre as rochas.

A avaliação das classes de resistência ao ataque químico e o resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico foram analisadas da seguinte forma:

- Baseando-se em trabalhos de Meyer (2003) que indica classes de resistência ao ataque

químico de acordo com o comportamento dos materiais analisados, levando-se em conta à perda de brilho, corrosão e as alterações cromáticas observadas, adota-se a classificação de acordo com o (Quadro 39).

Foram detectadas nas análises das placas que sofreram ataque químico 4 (quatro) tipos de alterações (patologias): perda de brilho, eflorescência, desbotamento e covas. A cada conjunto destas alterações foi atribuído valores de 0 (zero) a 4 (quatro) em ordem crescente de patologias, em seguida agrupou-se o fator perda de brilho em: <10% até >50%, com isto se determinou a classe de resistência do material atacado (A, B, C, C*, D e S*), por fim definimos o grau de recuperação das placas atacadas no ataque químico, em algarismos romanos de I a III, baseado em Hueston (1999).

Quadro 39. Classes de resistência ao ataque químico modificado de MEYER (2003)

Conjunto de Alterações Observadas - (patologias)	Valores atribuídos	Perda brilho %	Resistência	Classe de resistência química	Grau de Recuperação das placas (patologias)
Perda de Brilho (PB)	0	<10%	Alta	A	I -Secagem -polimento
Eflorescência + PB	0	≤30%	moderada a alta	B	
Desbotamento + PB	1	≤50%	moderada a baixa	C	II -*Poulticing - lixar
Desbotamento+eflorescência+PB	2	≤50%	Baixa	C*	
Eflorescência + covas + PB	3	>50%	baixa sem corrosão	D	-substituição
Desbotamento + covas + PB	4	>50%	baixa e forte corrosão	S*	

- *uso de pastas, tipo emplastro, que sugam a mancha.

Os elevados índices na perda de brilho de um modo geral (Figuras 53 a 57) estão relacionados com a qualidade do polimento inicial do material, que foi realizado manualmente, não se obtendo índices de brilho inicial satisfatórios, pois os materiais aqui estudados não se encontram em exploração ou disponíveis no mercado, ou seja, não são oferecidos comercialmente como rocha ornamental.

Considerando-se que estas rochas são de natureza essencialmente granítica e, portanto, de constituição silicática (apresentam larga semelhança na sua composição química e mineralógica), apresentam também comportamento muito próximos em resposta ao tratamento com as substâncias químicas a que foram submetidas no decorrer deste experimento.

Portanto, estes resultados expressam muito bem a ação danosa das substâncias alcalinas e ácidas sobre os diversos minerais formadores das rochas. Estas ações podem manifestar-se de várias

maneiras dentre elas a perda do brilho decorrente do polimento dos materiais beneficiados (a perda de brilho inicial varia em função da composição das diferentes substâncias utilizadas).

Um mesmo tipo granítico responde diferentemente ao ataque de uma determinada substância química em função das heterogeneidades petrográficas exibidas em sua superfície polida, tais como variações texturais (granulação grossa, fina), variações composicionais (porções mais ou menos enriquecidas em feldspatos, em minerais máficos etc.), grau de microfissuramento, entre outros aspectos.

A resistência das rochas ao ataque de substâncias quimicamente agressivas é fortemente dependente das suas características, pois rochas essencialmente graníticas e que, portanto, exibem um percentual elevado em minerais de quartzo e feldspatos tendem a serem normalmente mais resistentes que outras rochas, tais como mármore, pedra calcária, ardósia etc.

Estes tipos de rochas apresentam, embora em percentagens bem menos expressivas, minerais essenciais e acessórios, com elevados teores de ferro, cálcio, magnésio (minerais ferromagnesianos) e potássio (feldspatos potássicos, moscovitas), os quais são bastante susceptíveis de serem alterados mediante a ação nefasta de alguns agentes químicos.

O **hidróxido de potássio** - pH básico, presente na composição da maioria dos materiais de limpeza (aparentemente inofensivo), não demonstrando mudanças visíveis nas placas atacadas. Sua maior agressividade ocorreu no Vermelho Anelar com sutil corrosão na superfície polida, originando um aspecto ligeiramente áspero da superfície, notada somente ao tato e visualizada em lupa.

Ocorreu desbotamento nos granitos Sorocaba Escuro, Ibiúna Vermelho Médio e Cinza Médio. Por possuírem uma tonalidade (minerais) mais escura, o ataque foi mais visível. A maior perda de brilho ocorreu nos: Ibiúnas Cinza Médio (60,6%) e Vermelho Médio (59,8%) e a menor no Sorocaba Vermelho (6,1%). Na classe de resistência os que sofreram maior agressão foram os granitos: Sorocaba Escuro e o São Francisco Anelar que ficaram na classe B. Já os que sofreram menor agressão foram os granitos: Sorocaba Branco e Róseo, São Francisco Vermelho, São Roque Vermelho e Vermelho Médio, Ibiúna Vermelho e Cinza, Piedade e Caucáia que se situaram na classe A.

Os materiais atacados com o **ácido clorídrico** tiveram comportamentos semelhantes do ponto de vista das observações visuais, apresentaram desbotamento, tornando a superfície da placa polida esbranquiçada (principalmente nas placas mais escuras) resultante da lixiviação principalmente dos minerais máficos biotita e anfibólios. Entretanto, nota-se sutil corrosão na superfície polida, originando um aspecto ligeiramente áspero da superfície, notada somente ao tato e visualizada em lupa (Sorocaba Escuro, Marrom Montês e Vermelho Anelar).

A maior perda de brilho ocorreu no: Ibiúna Vermelho Médio (73,9%) e Sorocaba Róseo (45,2%) e a menor no São Francisco Marrom Montês (4,8%). Na classe de resistência os que sofreram maior agressão foram os granitos: Sorocaba Escuro e o São Francisco Anelar e Marrom Montês que ficaram na classe D. Já os que sofreram menor agressão foram os granitos: Ibiúna Vermelho e Cinza

que se situaram na classe A.

O **Cloreto de Amônia** foi o menos agressivo dos reagentes e visualmente não ocorreram mudanças na coloração das rochas analisadas, sua maior agressividade foi uma sutil eflorescência nos granitos Sorocaba Róseo e São Francisco Vermelho. A maior perda de brilho ocorreu no Sorocaba róseo (42,3%) e a menor no São Francisco vermelho (3,6%). Na classe de resistência os que sofreram maior agressão foram os granitos: Sorocaba Róseo e São Francisco Vermelho que ficaram na classe B. Já todos os outros 15 granitos se situaram na classe A.

O **ácido cítrico** à semelhança dos granitos atacados com ácido clorídrico, apresentaram descoloração nos Ibiúnas, Vermelho e Cinza Médio, tornando a superfície da placa polida sutilmente esbranquiçada (lixiviação principalmente dos minerais máficos), sua maior agressividade foi constatada no granito São Francisco Anelar, onde ocorreu sutil corrosão na superfície polida, notada apenas no tato, originando um aspecto ligeiramente áspero da superfície e visualizada somente em lupa.

A maior perda de brilho ocorreu nos Ibiúnas: Cinza (53,8%) e Vermelho (46,6%) e a menor no São Francisco Vermelho (7,5%). Na classe de resistência os que sofreram maior agressão foram os granitos Ibiúnas: Vermelho Médio e Cinza Médio que ficaram na classe C. Já os que sofreram menor agressão foram os granitos: Sorocaba Cinza e Creme, São Francisco Anelar, São Roque Vermelho Médio, Ibiúna Vermelho e Cinza, Piedade e Caucáia que se situaram na classe A.

O **hipoclorito de sódio** apresentou apenas, sutil eflorescência, perda de brilho e sutil corrosão na superfície polida notada apenas no tato originando um aspecto ligeiramente áspero da superfície e visualizada somente em lupa no granito São Francisco Anelar.

Por fim podemos afirmar que nos granitos aqui analisados, as pequenas diferenças detectadas foram mais facilmente observadas em relação ao aspecto estético das rochas e, neste âmbito, sobretudo em relação à cor, que neste caso, ocorreram patologias nos materiais mais escuros (relacionado à composição química das rochas).

A maior perda de brilho ocorreu nos Sorocabas: Branco (48,36%) e Ibiúna Cinza (46,1%) e a menor no Sorocaba Vermelho (6,8%). Na classe de resistência os que sofreram maior agressão foi o granito São Francisco Anelar que ficou na classe D. Já os que sofreram menor agressão foram os granitos: São Roque Vermelho e Vermelho Médio, Ibiúna Vermelho, Cinza e Vermelho Médio, Piedade e Caucáia que se situaram na classe A.

Em todos os corpos-de-prova (placas) as substâncias químicas não se infiltraram (não foram absorvidas), permanecendo na superfície das placas durante todo o período de ensaio, portanto, estes granitos não apresentaram absorção nas laterais e versos do corpo-de-prova.

Quadro 40. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Sorocaba).

Substância química agressiva	SOROCABA ESCURO (TIPO 1)	SOROCABA CINZA (TIPO 2)	SOROCABA BRANCO (TIPO 3)	SOROCABA VERMELHO (TIPO 4)	SOROCABA RÓSEO (TIPO 5)	SOROCABA CREME (TIPO 6)
HCl	desbotamento covas perda de brilho	Eflorescência perda de brilho	desbotamento eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	desbotamento eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho
KOH	desbotamento eflorescência perda de brilho	Eflorescência perda de brilho	perda de brilho	eflorescência perda de brilho	perda de brilho	eflorescência perda de brilho
NaClO	eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	Eflorescência perda de brilho
C₆H₈O₇	eflorescência perda de brilho	perda de brilho	Eflorescência perda de brilho	Eflorescência perda de brilho	eflorescência perda de brilho	perda de brilho
NH₄Cl	perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho	eflorescência perda de brilho	perda de brilho

As recomendações são que para as variedades em que os valores obtidos encontram-se inferiores à referência adotada, não é vetada sua aplicação, mas sim requer cuidados quanto sua utilização. Por fim, os tipos que apresentem alterações minerais mais intensas, requerem medidas mitigadoras, como a impregnação com resinas para reduzir ou cessar a porosidade destes pontos. Para as variações cromáticas e a perda de brilho observadas neste ensaio, mostram a necessidade de planejamento e elaboração de orientações adequadas para a limpeza e a manutenção dessas rochas.

Quadro 41. Avaliação (classe de resistência) da resposta dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo Sorocaba.

Rochas A. Sorocaba	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
ESCURO (TIPO 1)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
CINZA (TIPO 2)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
BRANCO (TIPO 3)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
VERMELHO (TIPO 4)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
RÓSEO (TIPO 5)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
CREME (TIPO 6)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quadro 42 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito São Francisco).

Substância química agressiva	SÃO FRANCISCO VERMELHO (TIPO 7)	SÃO FRANCISCO MARRON MONTÊS (TIPO 8)	SÃO FRANCISCO VERMELHO ANELAR (TIPO 9)
HCl	eflorescência perda de brilho	eflorescência covas perda de brilho	eflorescência covas perda de brilho
KOH	Perda de brilho	eflorescência perda de brilho	eflorescência covas perda de brilho
NaClO	eflorescência perda de brilho	eflorescência, perda de brilho	eflorescência covas perda de brilho
C ₆ H ₈ O ₇	eflorescência perda de brilho	Eflorescência perda de brilho	perda de brilho
NH ₄ Cl	eflorescência perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho

Quadro 43. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo São Francisco.

Rochas A. São Francisco	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
VERMELHO (TIPO 7)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
MARRON MONTÊS (TIPO 8)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
VERMELHO ANELAR (TIPO 9)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quadro 44. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito São Roque).

Substância química agressiva	SÃO ROQUE VERMELHO (TIPO 10)	SÃO ROQUE VERME-LHO MÉDIO (TIPO 11)
HCl	desbotamento eflorescência perda de brilho	desbotamento eflorescência perda de brilho
KOH	Perda de brilho	perda de brilho
NaClO	Perda de brilho	perda de brilho
C ₆ H ₈ O ₇	eflorescência perda de brilho	perda de brilho
NH ₄ Cl	Perda de brilho	perda de brilho

Quadro 45. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo São Roque.

Rochas A. São Roque	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
VERMELHO (TIPO 10)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
VERMELHO MÉDIO (TIPO 11)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quadro 46. Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Ibiúna).

Substância química agressiva	IBIUNA VERMELHO (TIPO 12)	IBIUNA CINZA (TIPO 13)	IBIUNA VERMELHO MÉDIO (TIPO 14)	IBIUNA CINZA MÉDIO (TIPO 15)
HCl	Perda de brilho	perda de brilho	Desbotamento perda de brilho	Desbotamento perda de brilho
KOH	Perda de brilho	perda de brilho	Desbotamento perda de brilho	Desbotamento perda de brilho
NaClO	Perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho
C ₆ H ₈ O ₇	Perda de brilho	perda de brilho	desbotamento perda de brilho	Desbotamento perda de brilho
NH ₄ Cl	Perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho	perda de brilho

Quadro 47. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre as rochas do tipo Ibiúna.

Rochas A. Ibiúna	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
VERMELHO (TIPO 12)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
CINZA (TIPO 13)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
VERMELHO MÉDIO (TIPO 14)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					
CINZA MÉDIO (TIPO 15)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quadro 48 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Piedade).

Substância química agressiva	PIEDADE RÓSEO (TIPO 16)
HCl	Desbotamento , perda de brilho
KOH	perda de brilho
NaClO	perda de brilho
C ₆ H ₈ O ₇	perda de brilho
NH ₄ Cl	perda de brilho

Quadro 49. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre a rocha do tipo Piedade.

Rocha A. Piedade	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
RÓSEO (TIPO 16)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quadro 50 Resumo das principais alterações observadas nas placas graníticas que sofreram ataque químico (Granito Caucáia).

Substância química agressiva	CAUCÁIA FINO CINZA (TIPO 17)
HCl	Desbotamento, perda de brilho
KOH	perda de brilho
NaClO	perda de brilho
C ₆ H ₈ O ₇	perda de brilho
NH ₄ Cl	perda de brilho

Quadro 51. Avaliação (classe de resistência) das respostas dos materiais ensaiados, aos ataques dos reagentes, causadas pela ação das substâncias químicas, utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado, sobre a rocha do tipo Caucáia

Rocha A. Caucáia	Valor	Reagentes				
		HCl	KOH	NaClO	C ₆ H ₈ O ₇	NH ₄ Cl
FINO CINZA (TIPO 17)	Classe A					
	Classe B					
	Classe C					
	Classe C*					
	Classe D					
	Classe S*					

Quanto aos aspectos dos *ensaios de ataque químico* os resultados obtidos no ataque químico para os tipos graníticos reagem de forma muito semelhante aos agentes agressivos utilizados no ensaio de ataque químico, com variações cromáticas sutis e alterações minerais indicando que estes granitos, de modo geral, podem se consideradas rochas medianamente resistentes ao ataque químico.

Os ensaios de resistência ao ataque químico que permitem acelerar o processo de degradação

das rochas podem simular fatores ambientais ou atmosféricos como também fatores referentes ao manuseio, uso e conservação do material. Neste sentido foram realizadas observações macroscópicas e leituras de lustros no sentido de detectar a perda de brilho, alteração de cor e corrosão e a avaliação (classe de resistência).

Os reagentes de maneira geral apresentaram maior ou menor poder reativo sobre os granitos estudados, como mostram as figuras: o hidróxido de potássio (Figura 53 e 58), ácido clorídrico (Figura 54 e 59), cloreto de amônia (Figura 55 e 60), ácidos cítrico (Figura 56 e 61) e hipoclorito de sódio (Figura 57 e 62). Os ácidos provocaram as maiores reações através de dissoluções e corrosões intensas, sobretudo nos minerais que já detinham certo grau de alteração antes do ataque químico. O hidróxido de potássio, ainda que não tenha causado corrosões minerais, apresentou um poder de dissolução e absorção considerável sobre todos os quatro tipos granítico, corroborado pela maior perda de volume após o ensaio. O ácido cítrico por não ser absorvido pelos granitos gera grandes perdas de brilho. O ácido cítrico foi mais reativo por permanecer mais tempo em contato com as amostras, apresentou maior poder de corrosão a nível mineral, além da absorção, embora não tenha causado as maiores perdas de brilho.

Os granitos que apresentam a maior proporção de biotitas mostrou a maior alterabilidade ao nível de minerais dentre todos, principalmente sob ação dos ácidos clorídrico e cítrico, com variação cromática, corrosão nos minerais, além de oxidação e abertura do preenchimento de microfissuras. Estes mesmos efeitos ocorrem sob ação dos outros reagentes, porém com intensidade menor.

A alteração localizada nos plagioclásios com formação de material argiloso (a ex. Sorocaba) geram maior perda de brilho também pelo cloreto de amônia. Os mesmos efeitos para os outros reagentes foram observados, porém com intensidade menor.

O hidróxido de potássio é mais reativo dissolvendo matérias de preenchimento de microfissuras e em contatos do quartzo e gerando pontos de oxidação entre os minerais, sem, contudo causar variações cromáticas visíveis. Os outros reagentes apresentam as mesmas alterações, porém com menor intensidade.

No geral os tipos São Francisco se mostram mais resistentes ao ataque dos reagentes, devido as maiores porcentagens de quartzo, micas e hornblenda e menores de materiais argilosos.

Os tipos litológicos que apresentam valores baixos de absorção apresentam em média a menor perda de brilho, provavelmente pela menor absorção, o que reduz o tempo de ação dos reagentes na superfície. A correlação entre mineralogia e resistência ao ataque químico apresenta-se coerente, principalmente a relação inversa entre perda de brilho e quantidade de quartzo. Da mesma forma na correlação entre absorção, porosidade, microfissuramento e perda de reagente mostrou-se direta.

Entretanto, diante dos resultados obtidos neste ensaio, recomenda-se que os cuidados quanto a limpeza e a manutenção devam ser realizadas utilizando-se apenas um pano úmido com sabão neutro diluído. Ainda que os granitos estudados mostrem-se relativamente resistentes, todas as substâncias

químicas empregadas nos testes (normalmente contidas nos produtos de limpeza de uso diário) apresentaram algum poder agressivo sobre estas rochas, principalmente no tocante aos ácidos e ao hidróxido.

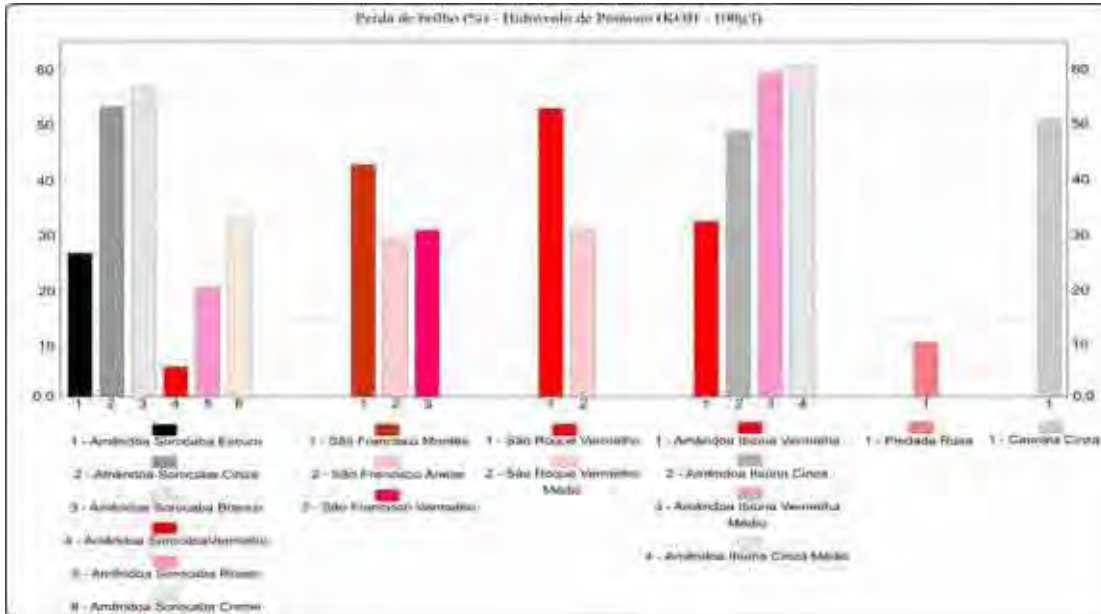


Figura 53. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

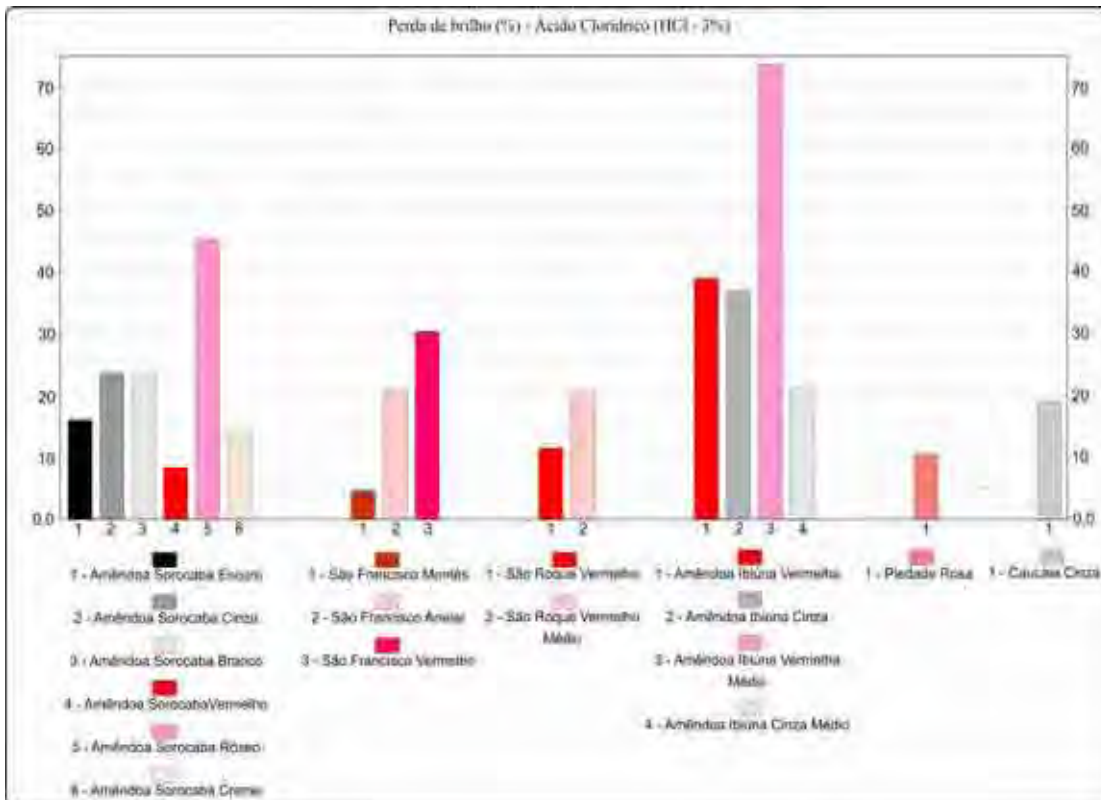


Figura 54. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

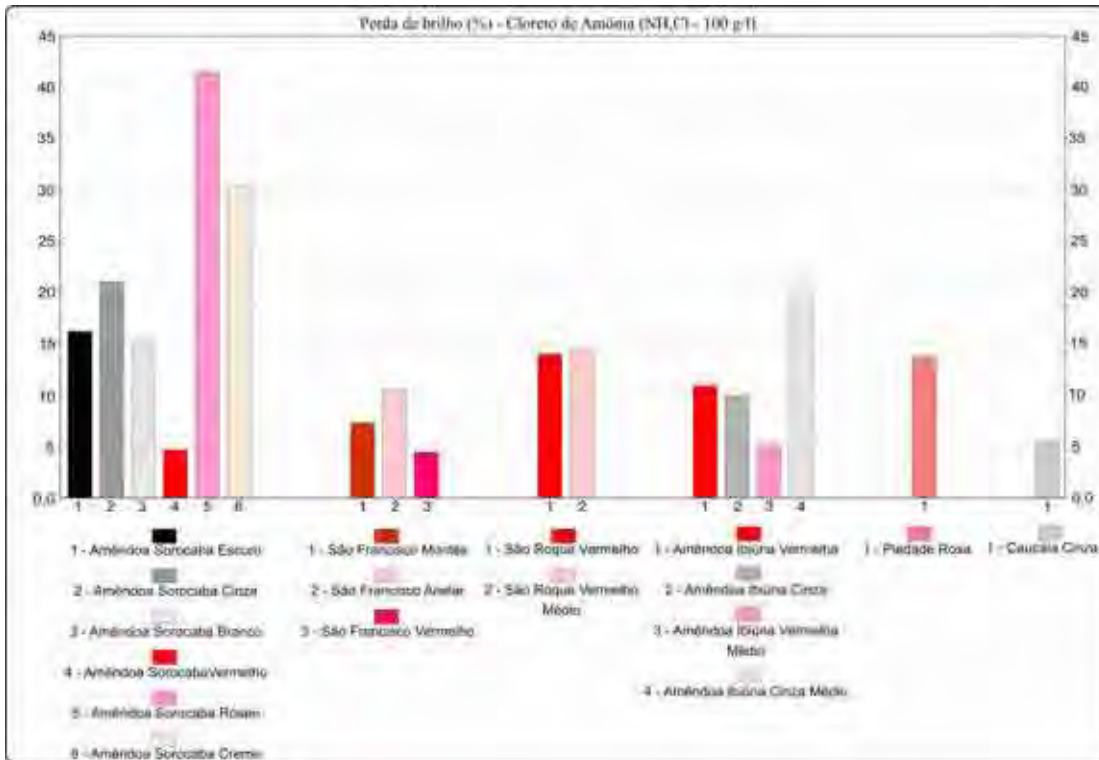


Figura 55. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

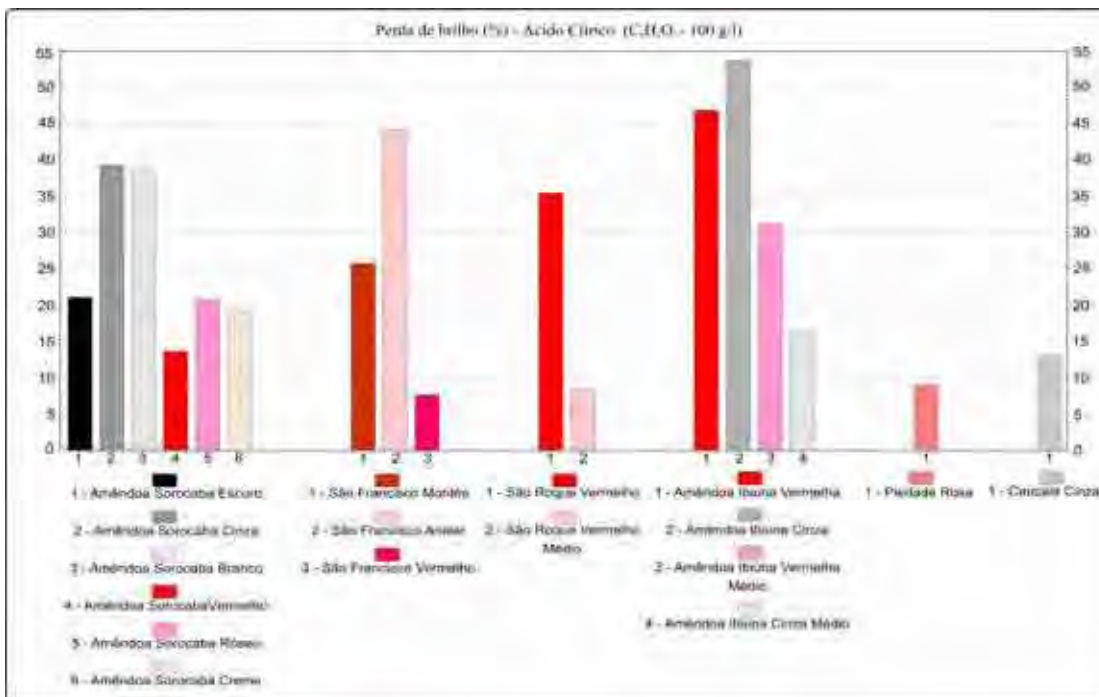


Figura 56. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

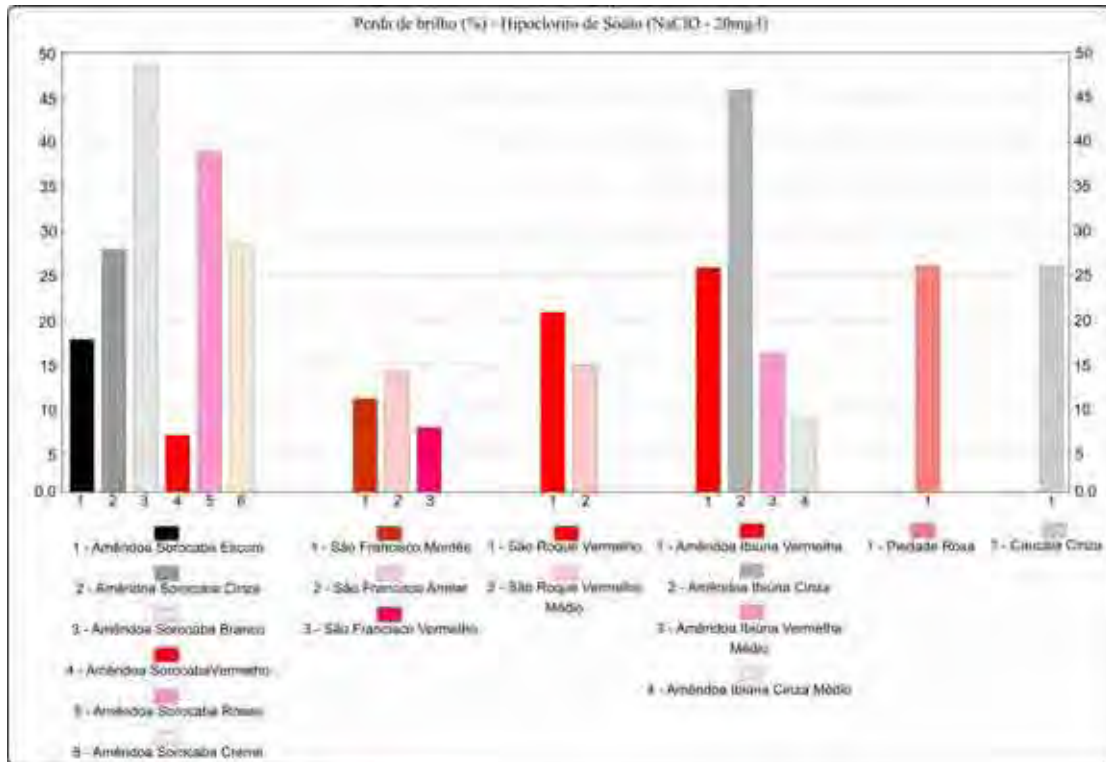


Figura 57. Resultados das medidas de brilho efetuadas no ensaio de resistência ao ataque químico às rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

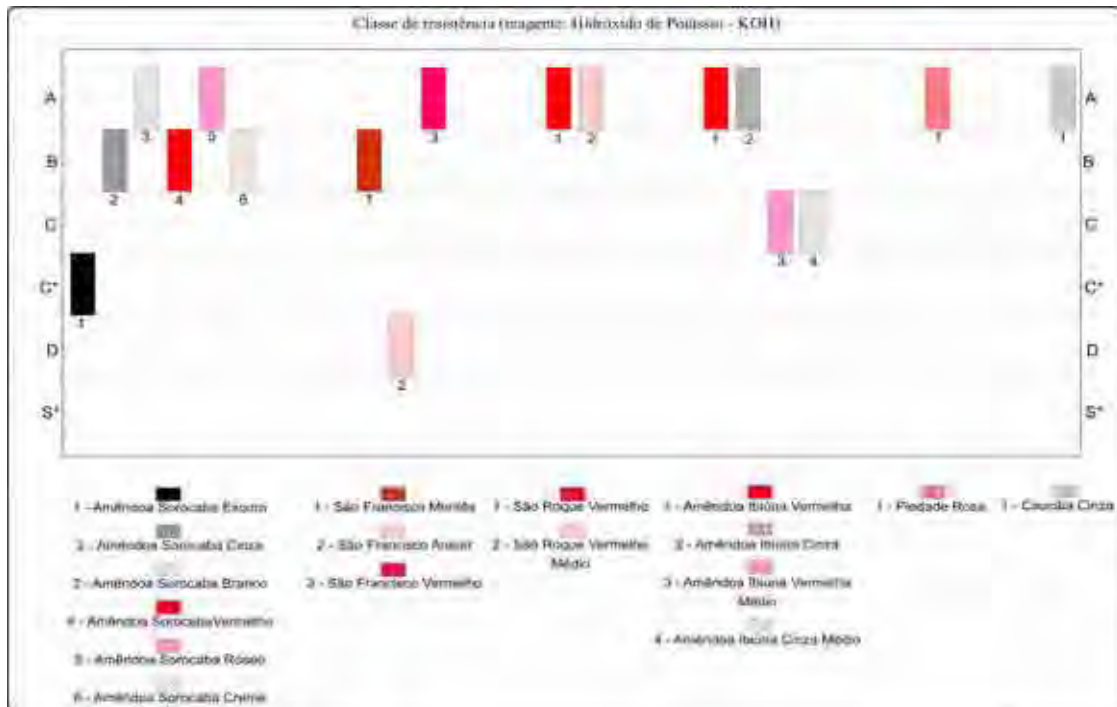


Figura 58. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17)

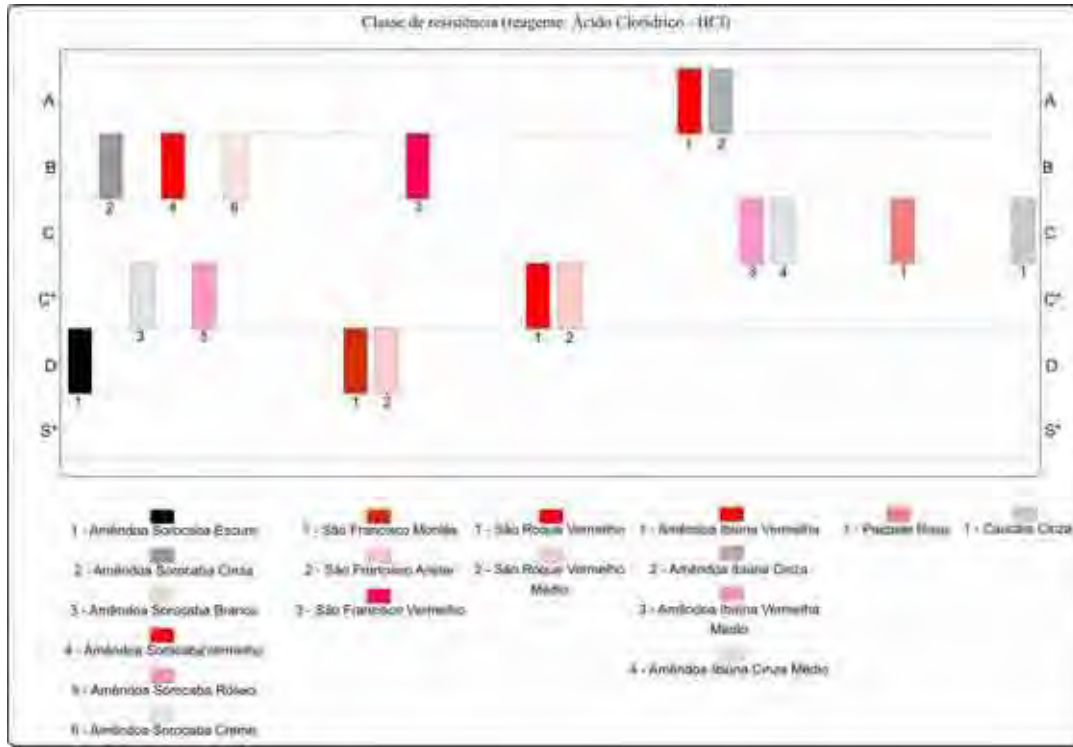


Figura 59. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17)



Figura 60. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides(Tipos 1 a 17)



Figura 61. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

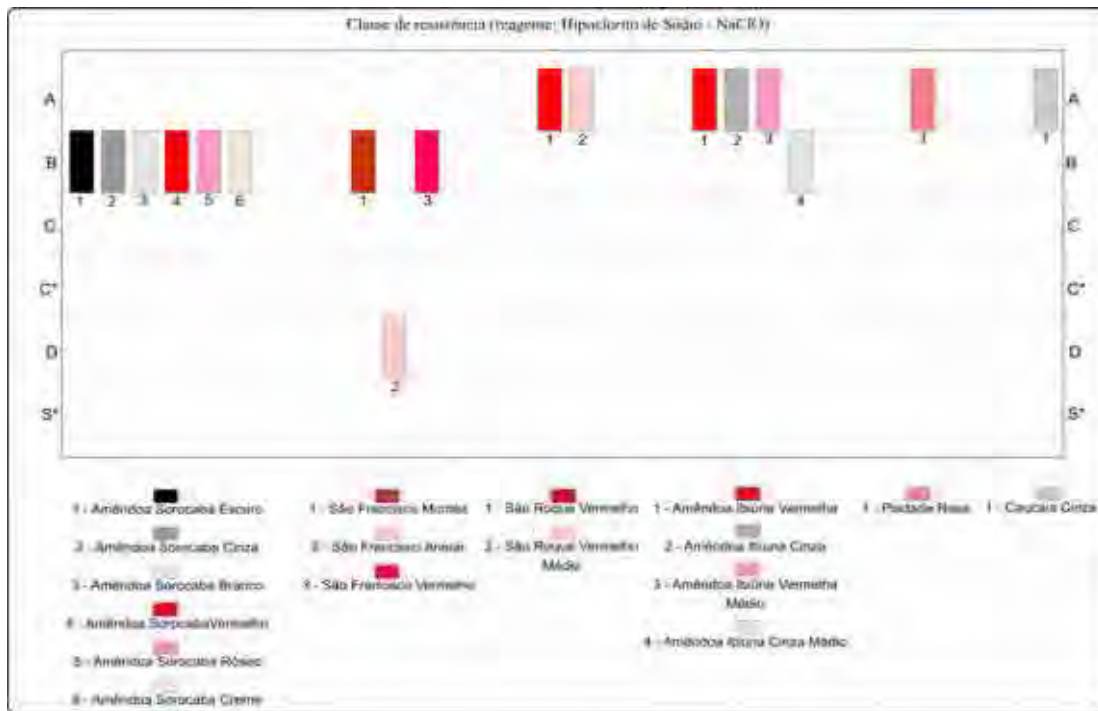


Figura 62. Avaliação (cl. de resistência) aos ataques dos reagentes utilizadas no ensaio de envelhecimento acelerado das rochas granitóides (Tipos 1 a 17)

15. CONCLUSÕES

O estudo das propriedades tecnológicas procurou determinar as características físico-mecânicas e de susceptibilidade ao ataque químico (resistência à agentes químicos agressivos) das variedades graníticas dos 6 maciços granitóides selecionadas para rochas ornamentais e para revestimento, possibilitando assim, avaliar o comportamento destes materiais frente às condições ambientais e solicitações a que estão sujeitos quando aplicados em obras civis, tais como atrito, impacto, umidade, esforços fletores e compressivos, variações de temperatura.

Os estudos desenvolvidos enfocam basicamente o desempenho físico- mecânico e a alterabilidade apresentada pelos granitos de interesse, ou seja, visam buscar seus respectivos limites de resistência (atrito, impacto, umidade, esforços fletores e compressivos) e avaliações de resistência à alteração dos minerais com reflexos nas variações cromáticas, aspectos estéticos e dissolução/corrosão de componentes minerais.

Dentre as variedades graníticas foram estudados tipos que não são explorados e comercializados como rochas ornamentais, mas que em termos gerais apresentam características tecnológicas que os qualificam para utilização em obras civis, com padrões estéticos agradáveis ao mercado consumidor, grau de homogeneidade e limites de resistência dentro dos padrões aceitáveis.

Os resultados destes ensaios, apresentados pelos diferentes granitos estudados, foram correlacionados com os aspectos mineralógicos, texturais e estruturais das respectivas rochas, visando o melhor entendimento do comportamento físico e físico-mecânico exibido por elas diante das diversas solicitações. Já para os de susceptibilidade ao ataque químico (resistência à agentes químicos agressivos), abordou-se apenas os aspectos de perda de brilho, alterações observadas e classe de resistência.

Durante as discussões, correlações e interpretações dos resultados físicos-mecânicos obtidos para os granitos estudados, em termos de suas qualificações como rochas ornamentais e de materiais para revestimento, procurou-se efetuar considerações comparativas com os valores limítrofes fixados pela norma C-615 (ASTM, 1992) e os sugeridos por Frazão e Farjallat (1995).

Os aspectos petrográficos dos granitóides analisados apresentam suas características mineralógicas e petrográficas resumidas nas (Quadros 2, 3, 4, 5, 6, 7) apresentam composição dominante sieno a monzogranítica, predominantemente isotrópicos a levemente foliados, principalmente próximos as zonas de cisalhamento.

Apresentam feições texturais que os distinguem entre si, e são caracterizados por feições inequigranulares porfíricas, definida por variações em razão do tamanho de matriz, tamanho de fenocristais e porcentagem destes, além da distinção por variações nos teores entre microclínio, quartzo e plagioclásios (albita e oligoclásio), minerais acessórios (biotita, hornblenda, apatita, opacos, titanita, allanita e fluorita) e minerais secundários (sericita, muscovita, clorita, epidoto, carbonatos e argilominerais, além da presença de óxidos e hidróxidos de ferro). Estas diversidades mineralógicas distinguem as variedades faciológicas de um mesmo maciço ou entre eles e encontram-se descritas detalhadamente nos Cap 13.

O comportamento tecnológico *versus* aspectos petrográficos exibidos pelas rochas estudadas permitem considerar que todos os materiais são indicados para utilização como rochas ornamentais e de revestimento em obras civis. Contudo devido às feições petrográficas distintas das rochas (aspectos *mineralógicos, texturais e estruturais*), esses materiais apresentam desempenho funcional distinto para uma mesma solicitação.

Quanto aos *aspectos mineralógicos* das variedades graníticas, estas representam rochas com baixa/moderada absorção d'água e porosidade, com boas resistências mecânicas (compressão uniaxial e flexões 3 pontos). Com relação à resistência ao desgaste abrasivo, as rochas graníticas apresentam valores altos de resistências, fato este atribuído à maior ou menor % em quartzo e também textura média/grossa, o que permite a aplicação dessas rochas em ambientes de alto tráfego. A presença de minerais alteráveis (a ex. hornblenda) em condições ambientais naturais ou quimicamente sensíveis a produtos industriais de limpeza poderá afetar as características estéticas iniciais das pedras, bem como poderão reduzir sua vida útil como revestimento, e propicia maior capacidade de absorção d'água, com a conseqüente diminuição da resistência mecânica da rocha.

Quanto aos *aspectos texturais* das variedades graníticas a granulação predominantemente porfírica, provoca, com ressalvas, ao desgaste diferenciado em relação a resistência apresentada entre os feldspatos potássico e a matriz dos minerais da rocha. O desgaste apresenta-se mais acentuado nos tipos megaporfíricos e com maiores porcentagens de fenocristais, merecendo, portanto cuidados em áreas de alto tráfego e estudos de resistência mais acentuados na utilização como revestimento de fachadas, pois provoca uma diminuição nas propriedades físico-mecânicas da rocha.

Assim, diferenças no grau de entrelaçamento, imbricamento e tamanho entre os cristais podem ser responsáveis por diferenças na resistência à abrasão e a escarificação de placas rochosas. As diferenças granulométricas apresentadas pelas rochas estudadas (megaporfíricas) podem corresponder às diferenças na alterabilidade potencial diante de líquidos agressivos.

Quanto aos *aspectos estruturais* a anisotropia é um fator relevante na diversificação da resistência que a rocha oferece em diferentes planos de corte aos esforços a que é submetida. Essa diferença é marcante em rochas foliadas ou com planos estruturais bem definidos (foliação, lineação etc.). Uma dependência direcional (anisotropia) da resistência a aplicações de esforços mecânicos é

freqüentemente observada em rochas, condicionada pela orientação das estruturas internas ou pela presença de discontinuidades, tais como orientação preferencial de minerais, microfraturas ou disposição de vazios na rocha, ocasionando ressalvas na utilização em função redução da resistência à flexão, o que leva as maiores cuidados quanto ao emprego dessa rocha em revestimentos verticais externos.

No caso de rochas com distribuição mineral aleatória, a anisotropia, mesmo que tênue, deve ser sempre considerada em função do plano de serragem do material e/ou do uso a que se destina, neste caso destaca-se uma fraca anisotropia regional para os Tipos Ibiúna, Piedade e Caucaia e forte anisotropia milonítica para o Tipo São Roque e isotrópicos para os tipos Sorocaba e São Francisco a não ser próximos as zonas de bordas do maciço afetadas por zonas de cisalhamento.

A fraca anisotropia reflexa de estruturas de fluxo magmática encontra-se presente e localizada e também merece necessariamente considerações, a exemplo a orientações de fenocristais potássico que tendem a delinear uma anisotropia planar para a rocha. Essa anisotropia também é refletida no comportamento mecânico da rocha apresentando, portanto características distintas.

Quanto a estes aspectos para a homogeneização das rochas estudadas e o melhor aproveitamento de blocos recomenda-se para os tipos Sorocaba, São Francisco e São Roque localizadamente a restrições de rochas das suas bordas em que atuam processos miloníticos. Aos tipos Ibiúna, Piedade e principalmente Caucaia devido a anisotropia de caráter regional atuante em todo o maciço, ressalvas quanto ao melhor plano de estéticas das placas e de comportamentos físicos-mecânicos distintos em função do plano de corte destas rochas.

Quanto aos **aspectos geoquímicos** das variedades analisadas encontram-se detalhadas no Capítulo 12.7 e discutidos quanto ao padrão de distribuição dos elementos maiores, com vista à caracterização dos litotipos rochosos, possibilitando assim, correlacioná-las à distribuição mineralógica e aos parâmetros físico-mecânicos das rochas.

Os **aspectos tecnológicos** resultados dos ensaios apresentados no Capítulo 13. pelas diferentes faciologias foram correlacionados com os aspectos mineralógicos, texturais e estruturais das respectivas rochas, visando o melhor entendimento do comportamento físico e físico-mecânicos. (não cabem tais colocações em um capítulo de considerações finais).

Os resultados obtidos nos ensaios tecnológicos das variedades mostram que os parâmetros analisados situam-se dentro dos limites freqüentemente utilizados como referência, com poucos itens abaixo do parâmetro referência, e dessa forma apontam para um bom desempenho dessas rochas como material de revestimento. Como recomendações destacam-se que em ambientes de alto tráfego ou sujeitos à emissão de poeira, os tipos mais escuros devem ser evitados pela tendência que apresentam em realçar a perda de brilho sob condições de abrasão. Considerando-se fachadas, salienta-se a importância para a realização de estudos adequados visando o dimensionamento das placas pétreas

destinadas a essa finalidade, posto que as rochas ora analisadas, em função da textura porfírica e heterogênea, apresentam baixos valores de módulo de ruptura.

Quanto aos aspectos dos *ensaios de ataque químico* os resultados obtidos no ataque químico para os tipos graníticos estão detalhados no Capítulo 14.9 e os tipos litológicos reagem de forma muito semelhante aos agentes agressivos utilizados no ensaio de ataque químico, com variações cromáticas sutis e alterações minerais indicando que estes granitos, de modo geral, podem se consideradas rochas medianamente resistentes ao ataque químico. Os tipos necessitam de controle do aparecimento de porções onde a alteração mineral é mais intensa, para que medidas mitigadoras, como a impregnação com resinas reduza ou cesse a porosidade desses pontos, fator importante, mas que não chega a desqualificar o uso dessa rocha como material de revestimento.

A correlação entre mineralogia e resistência ao ataque químico apresenta-se coerente, principalmente a relação inversa entre perda de brilho e quantidade de quartzo. Da mesma forma na correlação entre absorção, porosidade, microfissuramento e perda de reagente mostraram-se direta.

Analisando-se o conjunto de dados observa-se que todas as soluções usadas no ataque a estas rochas, afetaram em maior ou menor grau o polimento das mesmas. Todavia, as substâncias que demonstraram maiores agressividades foram o ácido clorídrico e o ácido cítrico. Quando comparados os efeitos do ácido clorídrico com os do ácido cítrico é possível afirmar que o poder corrosivo do ácido clorídrico é bem maior, indicando cuidados quanto da utilização de produtos que possuam esse ácido. Entretanto, diante dos resultados obtidos neste ensaio, recomenda-se que os cuidados quanto a limpeza e a manutenção devam ser realizados utilizando-se apenas um pano úmido com sabão neutro diluído. Ainda que os granitos estudados mostrem-se relativamente resistentes, todas as substâncias químicas empregadas nos testes (normalmente contidas nos produtos de limpeza de uso diário) apresentaram algum poder agressivo sobre estas rochas, principalmente no tocante aos ácidos e ao hidróxido.

16. 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. Coeficiente de dilatação térmica linear. 3p. (norma NBR 12756).
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1997f. Determinação da resistência ao ataque químico. (NBR 13818 – Anexo H: normativo).
- AIRES-BARROS, L. Alteração e alterabilidade de rochas. Lisboa: Imprensa Nacional, Casa da Moeda, 1991.
- ALGARTE, J.P.; MARTINS, A. J. M.; MORGENTAL, A.; DAITX, E. C.; ANDRADE Jr.; F.S. BATOLLA Jr. F. FERREIRA, F.J.F. PINTO, G.G. CUNHA, H.C.S. DRUMOND, J.B.V. RODRIGUES, J.C, YAMAMOTO, K. KAEFER, L.Q. CHIEREGATI, L.A. PINHO FILHO, W.D. ADDAS, W. Projeto Sudeste do Estado de São Paulo: Relatório Final. São Paulo: DNPM/CPRM. v. I e II, 1990.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R.A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977, Campina Grande. Atas... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p.363-391. ANDRADE, F. R. D. Complexo Granitóide São Roque: petrografia, litoquímica e tipologia de zircão. 1993. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.
- ANDRADE, F. R. D.; ARTUR, A. C.; WERNICK, E. Geologia do Complexo Granitóide São Roque, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992, v. 1, p.350-351.
- ARRAIS, J. C. P. Estudo do “Granito Preto Piracaia” – SP, Para Utilização Como Rocha Ornamental. 2001. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- ARRAIS, J. C. P.; GODOY, A. M. Ensaio Físico-Mecânicos dos Monzogranitos Porfíricos das Variedades Amêndoa Ibiúna, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, 2004, Araxá. Boletim de Resumos... Araxá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004, 1 CD.
- ARRAIS, J. C. P.; GODOY, A. M. Ensaio físico-mecânicos dos monzogranitos porfíricos das variedades Amêndoa Ibiúna, SP. In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia, 2004, Araxá – MG. Boletim de Resumos, Sociedade Brasileira de Geologia, 2004.
- ARRAIS, J. C. P.; GODOY, A. M., NAVARROS, F. C. Padrão Tecnológico dos Monzogranitos Porfíricos Ibiúna, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 8, 2003, Águas de São Pedro. Boletim de Resumos... Águas de São Pedro: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003, v.1, p.202.

- ARRAIS, J. C. P.; GODOY, A. M.; GALEMBECK, T. M. B.; MORALES, N.; ARTUR, A. C. Importância dos Aspectos Geológicos, Petrográficos e Estruturais na Lavra do Granito Preto Piracaia (SP) para rocha ornamental. *Geociências* (ISSN 0101-9082), v. 21, n. 1/2, p. 57-66, 2002.
- ARRAIS, J. C.P.; GODOY, A. M. Padrão Tecnológico dos Monzogranitos Porfíricos Ibiúna, SP. Resumo. Simpósio de Geologia do Sudeste, 2003, Águas de São Pedro Anais... São Paulo, p. 202.
- ARTUR, A. C.; NAVARRO, F. C.; MELLO, I. S. C.; GALEMBECK, T. M. B.; GODOY, A. M. 2004. Oportunidades Minerárias. In: MELLO, I. S. de C. (Coordenador), *A Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais e para Revestimento no Estado de São Paulo*. Páginas & Letras Editora Gráfica Ltda. P. 91-114. (Publicação IPT 2995).
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (C-615). Sloudart specification for granite dimension stone. 2 p. 1992.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (C880). Standard test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rocks. 8 p. 1998.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (D-2845). 1995.
- 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)
- BARD, J. P. *Microtextures of igneous and metamorphic rocks*. Paris: Masson, 1986. 192 p.
- BERGMANN, M. *Caracterização Estratigráfica e Estrutural da Sequência -Vulcano Sedimentar do Grupo São Roque na Região de Pirapora do Bom Jesus - Estado de São Paulo*. 1988. 167 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- CHIODI FILHO, C. *Aspectos técnicos e econômicos no setor de rochas ornamentais*. Série Estudos e Documentos, Rio de Janeiro: CNPq/CETEM , n. 28, 75 p. 1995.
- FRAZÃO, E. B. & FARJALLAT, J. E. S. *Características tecnológicas das principais rochas silicáticas brasileiras usadas como pedras de revestimento*. In: Congresso Internacional da Pedra Natural, 1, 1995, Lisboa. Anais... Lisboa. 1995, p.47-58.
- GODOY, A. M. *Caracterização Faciológica, Petrográfica e Geoquímica dos Maciços Sorocaba e São Francisco, SP*. 1989. 221 f. Tese (Doutoramento em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- GODOY, A. M., OLIVEIRA, M. A. F.; HACKSPACHER, P. C. *Geoquímica das Rochas Granitóides da Folha de São Roque- SP*. *Geociências*, São Paulo, v. 15, n. especial, p. 67-88. 1996.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P. *Aspectos geológicos e tecnológicos do Granito Preto Piracaia - SP*. *Geociências* (ISSN 0101-9082), v. 23, n. 1/2, p. 21-30, 2004.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P. *Caracterização Geológica e Tecnológica de Novas Variedades do Amêndoa Sorocaba (SP) como potencial para Rocha Ornamental e de Revestimento*. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, 2004, Araxá, MG. Boletim de Resumos...Araxá, MG: SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, SBG, 2004, Prelo.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P. Caracterização Geológica e Tecnológica de Novas Variedades do Amêndoa Sorocaba (SP) como Potencial para Rocha Ornamental e de Revestimento. In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia, Araxá (MG), 2004.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P. de. Caracterização Geológica e Tecnológica de Novas Variedades do Amêndoa Sorocaba (SP) como potencial para Rocha Ornamental e de Revestimento. Geociências, UNESP, 2004, Prelo.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P.; ARTUR, A. C.; GALEMBECK, T. M. B. Padrões Tecnológicos “Granito Preto Piracaia”-SP como rocha ornamental. In: III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Recife, v. 1, p. 43-48, 2002 (ISBN 85-7227-173- 2) CD-553.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P.; RUIZ, L. M. B. A. Characterization of Sorocaba Amêndoa Granites (SP) for Dimension Stones and covering use. First Internacional Congresso on Dimension Stones e II Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais, Guarapari (ES), 2005 (ISBN 85-7227-173-2) CD-553.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P.; RUIZ, L. M. B. A. Geological and technological characterization of the red granites from São Francisco Complex (SP) for dimension stones and covering use. In: First Internacional Congresso on Dimension Stones e II Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais, Guarapari (ES), 2005 (ISBN 85-7227-173-2) CD-553.
- GODOY, A. M.; ARRAIS, J. C. P.; RUIZ, L. M. B. A.. Characterization of Sorocaba Amêndoa Granites (SP) for Dimension Stones and Covering Use. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF DIMENSION STONES, 1 / SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ROCHAS ORNAMENTAIS, 2, 2005, Vitória, Anais... Vitória: CETEM, 2005, 1 CD.
- GODOY, A. M.; FIGUEIREDO, M. C. H. Caracterização Faciológica e Petrográfica do Maciço Granitóide Sorocaba (SP). In: SIMPÓSIO GEOLOGIA SUDESTE, 2, 1991, São Paulo, Atas... São Paulo. SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, 1991a. v.1, p.131-138.
- GODOY, A. M.; FIGUEIREDO, N. C. H. de. Caracterização Faciológica e Petrográfica dos Maciços Granitóides São Francisco e Pirapora (SP). In: SIMPÓSIO GEOLOGIA SUDESTE, 2, 1991, São Paulo, Atas... São Paulo. SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, 1991b. v.1, p.139-145.
- GODOY, A. M.; GOMES, A. B.; OLIVEIRA, M. A. F.; HACKSPACHER, P. C. Geoquímica dos Maciços Granitóides Ibiúna e Piedade na Folha Sorocaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1998.
- GODOY, A. M.; HACKSPACHER, P. C.; GOMES, A. B. – 1998. Integração dos dados geoquímicos das rochas granitóides dos maciços Ibiúna, Caucáia e São Roque, SP. In: Revista Geociências, SP.
- GODOY, A. M.; HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia da Região de Sorocaba - SP. Geociências, São Paulo, v. 15, n. especial, p. 89-110. 1996.
- GODOY, A. M.; HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia da região de Sorocaba, SP.

- Geociências, São Paulo. v. 15, n. especial, p.89 - 110, 1996.
- GODOY, A. M.; HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F.; CASTRO, J. Geologia das Folhas Sorocaba, Brigadeiro Tobias e Sananduva, SP, em 1:25.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camburiú, Atas... Balneário Camburiú: Sociedade Brasileira de Geologia, 1994. v.3, p.97-98.
- GODOY, A. M.; HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F.; GOMES, A. B. Geoquímica dos Maciços Granitóides Ibiúna e Piedade na Folha Sorocaba. Geociências, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 157-178, 1999.
- GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M.A.F.; HACKSPACHER, P. C. Geoquímica das Rochas Granitóides da Folha de São Roque- SP. In: Geociências, v. 15, nº especial, p. 67-88, 1996.
- GODOY, A. M.; WERNICK, E.; DIEFENBACH, K. W. - 1992a - Arquitetura e Evolução Magmática do Complexo Rapakivi São Francisco-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, 1992, São Paulo.
- GODOY, A. M.; WERNICK, E.; DIEFENBACH, K. W. Arquitetura e Ciclos Magmáticos do Complexo Rapakivi Sorocaba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, 1992a, São Paulo. Bol... São Paulo: SBG, 1992a, v.1, p. 329-330.
- GODOY, A. M.; WERNICK, E.; DIEFENBACH, K. W. Arquitetura e Evolução Magmática do Complexo Rapakivi São Francisco-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, 1992b, São Paulo. Bol... São Paulo: SBG, 1992b, v.1, p.332-333.
- GODOY, A. M.; ZANARDO, A.; ARTUR, A. C.; OLIVEIRA, M. A. F.; MORALES N.; HACKSPACHER, P. C.; GALEMBECK, T. M. B. Rochas Granitóides da Folha São Roque-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo, Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992. p. 356-357.
- GODOY, A.M.; ARRAIS, J. C. P. NAVARROS, F. C. Avaliação Preliminar das Características Petrográficas, Geoquímicas e Físico-Mecânicas das Rochas |Porfíricas dos Complexos Sorocaba e Ibiúna – SP. In: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 4º, 2003, Fortaleza - CE. Anais... Fortaleza - CE, Francisco Wilson Hollanda Vidal, 2003, v. 1, p. 118-128. ISBN 85-7227-173-2. CDD-553
- GODOY, A.M.; ARRAIS, J.C.P.; RUIZ, L. M. B. A. Geological And Technological Characterization Of The Red Granites From São Francisco Complex (Sp) For Dimension Stones And Covering Use. In: First International Congresso n Dimension Stones e II Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais, 2005, Espírito Santo, Vitória, Brasil, Cd Roon.
- GODOY, A.M.; WERNICK, E.; DIEFENBACH, K.W. 1992. Arquitetura e Ciclos Magmáticos do Complexo Rapakivi Sorocaba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. Boletim de Resumos Expandidos, São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992. V.1, P 329-330.
- GOMES, A. B.; GODOY, A. M. Geoquímica e Terras Raras da Porção Norte do Maciço Granitóide

- Ibiúna, SE do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41, 2002, João Pessoa. Anais...João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, 2002, v. 1, p. 112.
- HACKSPACHER, P. C. 1994. Tectônica Transtensiva/Transpressiva e Alojamento de Rochas Plutônicas, a Exemplo da Folha Cabreúva (SP) 1:50.000. 210 p. (Tese de Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.
- HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia da Folha Cabreúva- SP, 1:50 000. In: Revista de Geociências, São Paulo, 1996, UNESP, v. 15, no especial, p. 111-131.
- HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F. - 1992 - Geologia de Metade leste da Folha de Cabreúva-SP Brasil Rev.de Geociências-UNESP, vol.11(2), p.9-39.
- HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F. A Geologia dos Grupos Itapira e São Roque na Região de Cabreúva: uma revisão. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA SUDESTE, 1, 1989, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, SBG, 1989. p. 93-94.
- HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia da Folha Pirapora, SP em 1:25.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, 1992, Balneário de Camburiú, Santa Catarina. Resumo Exp...Balneário de Camburiú: SBG, 1992. v.2. p.127-128.
- HACKSPACHER, P. C.; MORALES, N.; ZANARDO, A.; GODOY, A. M.; OLIVEIRA, M. A. F.; ARTUR, A. C. A. Tectônica Transcorrente-Transpressiva Brasileira da Folha São Roque-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, 1992, Balneário de Camburiú, Santa Catarina. Resumo Expandido Balneário de Camburiú, SBG, 1992. v.2. p.348-349
- HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F.; GODOY, A. M. (1991) Controle do Nível Metamórfico e da Disposição dos Corpos Granitóides pela Tectônica Dn+3/Transcorrente na Folha Cabreúva. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA SUDESTE, 2, São Paulo, SBG. Anais. 1:151-154.
- HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F.; GODOY, A. M. 1992. Geologia dos Grupos Serra do Itaberaba/São Roque na Folha Cabreúva- SP, 1:50.000 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. Anais...São Paulo, SBG. V.1, P.124-125.
- HACKSPACHER, P. C.; WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.A.F.; GODOY, A. M.; VALERIANO, C. M.; GALEMBECK, T. M. B.; ANGELI, N.; ZANARDO, A.; FÚLFARO, V. J.; LEITE JÚNIOR, W. B.; ARTUR, A. C. Geologia das Folhas Cabreúva e Moreira 1:25.000. São Paulo, 1988. 94p. Relatório Final. Conv. IGCE/UNESP/PRÓ-MINÉRIO.
- HASUI, Y. Evolução Polifásica do Pré-Cambriano a Oeste de São Paulo. São Paulo, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Boletim do IG, v.6, p.95-108, 1975.
- HASUI, Y. Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul. 1973, 189 p. (Tese de Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.. Os Granitos e Granitóides da Região de Dobramentos Sudeste nos Estados de São Paulo e Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia. 30, 1978, Recife, Anais... Recife, SBG, 1978. p. 2579-2593.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G. R. Evolução Geológica do Pré-Cambriano na Região Sudeste do Estado de

- São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, Brasília, v.6, nº3, p.180-200, 1976.
- HENNIES, W. T.; HASUI, Y.; PENALVA, F. O Falhamento Transcorrente de Taxaquara. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 21, 1967, Curitiba, Anais... Curitiba, SBG, 1967. p. 159-168.
- HUESTON, F. M. Os dez problemas mais comuns em pedras. Rochas de Qualidade, nº 146, p. 92-96, 1999.
- I.S.R.M. – INTERNATIONAL SOCIETY OF ROCK MECHANICS. Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials. International Journal of Rock Mechanics, v. 16, 1979. (Abstract).
- 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. (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, 2ed.).
- JANASI, V. A.; ULBRICH, H. H. G. J. Inventário Bibliográfico de Granitos do Estado de São Paulo. Boletim Instituto de Geociências, USP. Publicação Especial, v.11, 253p, 1992.
- JANASI, V. A.; VASCONCELLOS, A. C. B. C.; VLACH, S. R. F.; MOTIDAME, M. J. Granitóides da Região entre as cidades de São Paulo e Piedade (SP): Faciologia e Contexto Tectônico. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, 1990, Natal. Atas...Natal, SBG, 1990.v. 4: 1925-1935.
- JANASI, V. A.; VLACH, S.;R.;F.; ULBRICH, H. H. G. J. O magmatismo granítico brasileiro na porção paulista da faixa Ribeira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1995, Águas de São Pedro. Atas... no prelo.
- LEITE, R. J. Geologia, Petrografia e Geoquímica dos Granitóides da Região de Piedade, SP. São Paulo, 1997. 138p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- LIMA, J. J. C. Estudo da dilatação térmica de rochas usadas em revestimento de edificações. 2002. 121 p. Dissertação de Mestrado em Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- MESQUITA, M. P. S. de. 2002. Composição, estruturas, propriedades tecnológicas e alterabilidade dos granitos ornamentais do stock Morrinho, Santa Quitéria (Ce). 2002. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro(SP), 171p.
- MEYER, A. P.; ARTUR A. C.; NAVARRO, F. C. 2003. Principais fatores condicionantes da resistência ao ataque químico em rochas de revestimento. In: Simp. de Rochas Ornamentais do Nordeste, IV. Anais, p. 153-164.
- NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. São Paulo: PINI, 2. ed., 828 p., 1997. Tradução de Salvador E. Giamusso.

- OLIVEIRA, M. A. F.; GODOY, A. M.; HACKSPACKER, P. C.; MORALES, N. Geologia da Folha São Roque, SP - 1:50.000. São Paulo. Geociências. v.17, n.2, 1998.
- OLIVEIRA, M. A. F.; HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M. (1992) Geologia da Folha Japi, SP em 1:25.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992, SBG. Bol. Res. Exp. 2:129-130.
- PIRES, F. A.; FERNANDES, A. J.; TEIXEIRA, A. L.; BOGGIANI, P. C. MASSOLI, M. Mapeamento Geológico da Folha Salto de Pirapora (SP) escala 1:50.000. Relatório IG. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental (CINP), 1990. 88p.
- STEIN, D.P. Esboço da geologia Pré-Cambriano da Folha Pilar do Sul, SP-SF. 23-Y-C-IV-4. São Paulo, 1984. 179p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- STRECKEISEN, A. To each rock its proper name. *Earth Sciences Review*, v. 12, p. 1-33, 1976.
- TORQUATO, M. F. B. 2004. Rochas Ornamentais do Noroeste do Ceará (Brasil). Propriedades Tecnológicas, Alteração e Alterabilidade dos Granitos Vermelho Filomena, Meruoca Clássico e Verde Ceará. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Minas, Universidade Técnica de Lisboa (Instituto Superior Técnico), 264p.
- VLACH, S. F. R.; JANASI, V.A.; VASCONCELOS, A.C.B.C. (1990) The Itu-belt: associated calc-alkalic and aluminous A-type Late Brasiliano granitoids in the States of São Paulo and Paraná, southern Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 36, SBG. Anais. 4:1700-1711.
- WERNICK, E.; GALEMBECK, T. M. B.; GODOY, A. M.; HÖRMANN, P. K. (1997) Geochemical Variability of Rapakivi Itu Province, State of São Paulo, Brazil. *Anais Acad. Bras. Ciências*, 69(3):395-413.
- WERNICK, E.; GODOY, A. M.; FERREIRA, C. J.; GALEMBECK, T. M. B.; ARTUR, A. C.; ANDRADE, F. R. D. - 1993 - Estruturação e Evolução Magmática de Granitóides Associados à Falha Transcorrente (Estado de São Paulo, SE Brasil): Um Estudo Comparativo. *Academia Brasileira de Ciências. Resumo Expandido*, p.87-89. Rio de Janeiro.

ANEXOS

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocaba Escuro (Tipo 1)

data: 26/4/2004

CP	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%	
1	240,72	381,38	380,83	2,7075	2,7114	0,3910	0,1444	
2	245,63	390,13	389,46	2,6952	2,6999	0,4637	0,1720	
3	235,74	374,77	373,96	2,6898	2,6956	0,5826	0,2166	
4	227,46	361,46	360,91	2,6934	2,6975	0,4104	0,1524	
5	236,60	375,98	375,47	2,6939	2,6975	0,3659	0,1358	
6	225,36	358,13	357,60	2,6934	2,6974	0,3992	0,1482	
7	242,54	384,76	384,17	2,7012	2,7054	0,4149	0,1536	
8	241,80	384,88	384,28	2,6858	2,6900	0,4193	0,1561	
9	230,42	365,10	364,56	2,7069	2,7109	0,4010	0,1481	
10	234,66	372,52	371,99	2,6983	2,7022	0,3844	0,1425	
				Valores Médios:		2,70	0,42	0,16
				Desvio Padrão:		0,007	0,062	0,023

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocaba Escuro (Tipo 1)

data: 11/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa	
	num	h	b				média	d				média			
			1	2	3	4		1	2	3	4				
1	73,96	75,24	75,28	75,30	75,37	75,30	73,66	73,18	73,42	73,42	73,42	73,42	1016	183,79	
2	74,75	75,69	75,29	75,25	75,55	75,45	73,61	73,59	73,66	73,59	73,66	73,59	915,5	164,84	
3	75,30	75,02	75,46	75,08	75,03	75,15	73,48	73,38	73,40	73,39	73,41	73,41	717,5	130,05	
4	73,92	74,45	74,26	74,00	73,87	74,15	74,66	74,55	74,54	74,35	74,53	74,53	871,1	157,64	
5	75,03	75,18	75,16	74,45	74,01	74,70	75,09	74,59	74,27	74,60	74,64	74,64	752,2	134,90	
						Média:							73,92	854,4	154,24
						Desvio Padrão:							0,609	121,8	22,1136

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Escuro (Tipo 1)

data: 13/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	50,71	50,61	50,67	50,72	50,68	100,07	100,87	100,43	100,26	180	15024	15,754			
2	50,16	49,88	49,90	49,85	49,95	100,44	100,42	100,21	100,42	180	14300	15,412			
3	50,26	50,39	50,37	50,14	50,29	100,00	100,87	100,85	100,57	180	12534	13,305			
4	49,21	49,66	49,72	49,09	49,42	100,97	100,60	100,69	101,21	180	15128	16,580			
5	50,64	50,96	50,48	58,85	52,73	100,49	101,26	100,74	100,67	180	13528	13,032			
Média: 50,61												14102,8	14,817		
Desvio Padrão: 1,272												1087,44	1,57		

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Escuro (Tipo 1)

data: 27/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)	
	canto	1	canto	1	canto	1	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
1	1	6,65	1	6,40	1	5,97	0,25	0,68	0,26	0,64			
	2	6,60	2	6,36	2	6,09	0,24	0,51					
	3	6,62	3	6,34	3	6,04	0,28	0,58					
	4	6,69	4	6,41	4	5,91	0,28	0,78					
2	1	6,41	1	6,26	1	5,92	0,15	0,49	0,21	0,52			
	2	6,45	2	6,27	2	5,89	0,18	0,56					
	3	6,42	3	6,14	3	5,85	0,28	0,57					
	4	6,39	4	6,16	4	5,92	0,23	0,47					
média entre os corpos de prova												0,24	0,58
desvio padrão												0,04	0,08

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocaba Cinza (Tipo 2) data: 11/5/2004

CP	PESO (g)				Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%		
num.									
1	221,11	353,74	352,05	2,6544	2,6671	1,2742		0,4800	
2	242,52	386,27	385,34	2,6806	2,6871	0,6470		0,2413	
3	246,20	396,49	391,76	2,6067	2,6382	3,1472		1,2074	
4	212,29	338,37	337,61	2,6777	2,6838	0,6028		0,2251	
5	234,50	373,51	372,83	2,6820	2,6869	0,4892		0,1824	
6	219,96	350,28	349,63	2,6829	2,6878	0,4988		0,1859	
7	238,90	381,28	380,37	2,6715	2,6779	0,6391		0,2392	
8	236,01	375,58	374,79	2,6853	2,6910	0,5660		0,2108	
9	235,93	376,36	375,57	2,6744	2,6801	0,5626		0,2103	
10	212,96	339,51	338,81	2,6773	2,6828	0,5531		0,2066	
Valores Médios:				2,67	2,68	0,90		0,34	
Desvio Padrão:				0,024	0,016	0,822		0,317	

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocaba Cinza (Tipo 2)

data: 11/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força	Tensão
	num	h	b				média	d				média		
1			2	3	4	1		2	3	4				
1	75,18	74,98	74,95	74,91	74,99	74,99	73,86	74,14	73,50	73,34	73,71	795,5	143,93	
2	74,73	74,12	74,73	74,92	74,72	74,72	74,11	73,67	73,52	74,10	73,85	812,9	147,31	
3	75,18	75,03	75,09	75,06	75,07	75,07	74,33	74,33	74,39	74,12	74,29	804,4	144,23	
4	74,50	75,05	75,02	75,15	75,10	75,10	74,15	74,11	74,01	74,09	74,09	814,5	146,37	
5	74,65	74,39	74,21	74,45	74,30	74,30	74,87	74,69	74,52	74,78	74,72	961,8	173,26	
Média:				74,83								74,13	837,8	151,02
Desvio Padrão:				0,3340677								0,395	69,74	12,51

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Cinza (Tipo 2)

data: 11/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)										dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média				
	1	2	3	4	1	2	3	4	b				
1	50,64	51,09	50,58	50,36	50,67	101,03	100,35	100,05	99,98	100,35	180	9476	9,931
2	50,75	51,10	50,75	50,90	50,88	101,45	100,23	11,05	101,62	78,59	180	10584	14,049
3	50,22	50,37	49,91	50,43	50,23	100,92	10,91	100,58	100,55	78,24	180	9354	12,793
4	50,68	50,75	50,62	50,84	50,72	100,93	100,62	100,69	101,38	100,91	180	12634	13,140
5	49,44	49,47	49,44	49,30	49,41	100,72	101,02	101,19	100,60	100,88	180	12296	13,478
Média:					50,38						91,79	10869	12,678
Desvio Padrão:					0,5922						12,217	1538,5	1,60

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Cinza (Tipo 2)

data: 26/4/2004

C P	Leit. Iniciais (mm)	Leit. 500m		Leit. 1000m	Desgaste 500m		Desgaste 1000m	Média (500m)	Média (1000m)
		canto	(mm)		(Li - L500m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)			
1	1	6,57	6,45	6,00	0,12	0,57	0,18	0,52	
	2	6,55	6,39	6,04	0,16	0,51			
	3	6,62	6,40	6,15	0,22	0,47			
	4	6,72	6,52	6,18	0,20	0,54			
2	1	7,59	7,25	7,01	0,34	0,58	0,16	0,49	
	2	7,36	7,23	6,92	0,13	0,44			
	3	7,39	7,35	6,89	0,04	0,50			
	4	7,49	7,35	7,06	0,14	0,43			
média entre os corpos de prova					desvio padrão		0,17	0,51	
							0,01	0,02	

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocaba Branco (Tipo 3) data: 12/5/2004

CP	PESO (g)		Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	
1	236,01	372,33	371,31	2,7238	2,7313	0,7482	0,2747
2	214,39	341,18	340,33	2,6842	2,6909	0,6704	0,2498
3	241,45	382,88	381,97	2,7008	2,7072	0,6434	0,2382
4	219,59	347,89	347,00	2,7046	2,7115	0,6937	0,2565
5	212,38	337,12	336,21	2,6953	2,7026	0,7295	0,2707
6	200,39	318,28	317,47	2,6929	2,6998	0,6871	0,2551
7	227,73	360,77	359,79	2,7044	2,7117	0,7366	0,2724
8	240,22	380,78	379,93	2,7030	2,7090	0,6047	0,2237
9	223,80	353,68	352,76	2,7160	2,7231	0,7083	0,2608
10	242,63	384,02	383,00	2,7088	2,7160	0,7214	0,2663
				Valores Médios:		0,69	
				Desvio Padrão:		0,045	

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocaba Branco (Tipo 3) data: 12/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
	h	b				média	d				média			
		1	2	3	4		1	2	3	4				
1	73,54	73,81	74,08	74,64	73,61	74,04	73,08	73,11	73,31	73,21	73,18	583,65	107,73	
2	74,38	74,33	74,15	74,50	74,43	74,35	74,53	74,59	74,98	74,61	74,68	568,95	102,47	
3	74,40	75,07	75,14	74,71	74,75	74,92	73,26	73,82	73,89	73,87	73,71	697,95	126,39	
4	75,55	73,14	73,17	73,12	73,05	73,12	74,90	74,97	74,01	73,94	74,46	645,6	118,59	
5	74,35	74,80	75,06	75,14	74,67	74,92	72,98	73,17	72,94	73,21	73,08	762,3	139,24	
						Média:		74,27						
						Desvio Padrão:		0,745						
										0,728		80,447		

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Branco (Tipo 3)

data: 12/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa		
	espessura (d)				largura (b)								
	1	2	3	4	1	2	3	4					
num	1	2	3	4	1	2	3	4	média b				
1	51,17	51,69	51,16	51,99	51,50	99,25	98,59	98,48	98,90	180	9748	10,033	
2	50,15	50,62	51,57	50,71	50,76	97,01	97,87	98,09	97,97	180	10454	11,181	
3	5,71	50,59	51,22	50,46	39,50	98,86	98,32	98,16	98,50	180	8610	15,131	
4	50,64	50,84	50,87	50,95	50,83	100,90	99,34	100,38	100,08	180	9298	9,711	
5	49,76	50,31	49,17	51,12	50,09	101,84	101,77	101,06	101,22	180	7730	8,198	
	Média: 48,54								99,38			9168	10,851
	Desvio Padrão: 5,078								1,4029			1047,18	2,62

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Branco (Tipo 3)

data: 28/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L 500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L 1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
1	1	6,03	1	5,59	1	5,26	0,44	0,77			0,44	0,77
	2	5,78	2	5,29	2	5,10	0,49	0,68				
	3	6,02	3	5,57	3	5,16	0,45	0,86				
	4	5,93	4	5,57	4	5,15	0,36	0,78				
2	1	8,53	1	7,99	1	7,60	0,54	0,93			0,32	0,68
	2	8,23	2	7,91	2	7,45	0,32	0,78				
	3	7,81	3	7,74	3	7,41	0,07	0,40				
	4	8,14	4	7,80	4	7,53	0,34	0,61				
média entre os corpos de prova											0,38	0,73
desvio padrão											0,08	0,07

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4) data: 5/2/2003

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	217,54	348,18	347,25	2,6581	2,6652	0,7119	0,2678
2	222,41	355,90	355,02	2,6595	2,6661	0,6592	0,2479
3	226,80	363,13	362,11	2,6561	2,6636	0,7482	0,2817
4	218,13	348,53	347,71	2,6665	2,6728	0,6288	0,2358
5	221,36	355,78	354,87	2,6400	2,6468	0,6770	0,2564
6	229,10	366,58	365,66	2,6597	2,6664	0,6692	0,2516
7	220,80	353,72	352,80	2,6542	2,6611	0,6921	0,2608
8	231,31	370,04	369,12	2,6607	2,6673	0,6632	0,2492
9	216,24	345,01	344,09	2,6721	2,6793	0,7145	0,2674
10	214,00	342,24	341,28	2,6613	2,6687	0,7486	0,2813
Valores Médios:				2,66	2,67	0,69	0,26
Desvio Padrão:				0,008	0,008	0,039	0,015

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4) data: 6/2/2003

CP num	h	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								Força kN	Tensão MPa				
		b				d									
		1	2	3	4	média	1	2	3			4	média		
1	75,50	76,50	76,74	76,78	76,46	76,62	74,56	74,74	74,55	74,31	74,54	1092	191,20		
2	74,92	74,75	74,84	74,80	75,00	74,85	73,60	73,38	73,55	73,46	73,50	951	172,87		
3	75,12	74,71	74,66	74,76	74,76	74,72	73,66	73,78	73,56	73,48	73,62	898	163,24		
4	74,74	74,03	73,96	74,06	74,18	74,06	75,97	76,51	75,72	75,28	75,87	970	172,64		
6	79,91	75,14	75,86	75,20	75,05	75,31	76,39	76,02	76,28	76,50	76,30	991	172,46		
		Média:				75,11					74,77			980	174,48
		Desvio Padrão:				0,9550					1,278			71,3	10,198

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4)

data: 7/2/2003

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média						
	1	2	3	4	d	1	2	3	4	b					
1	49,40	49,15	49,38	49,43	49,34	102,28	102,79	103,53	103,85	103,11	180	4886	5,255		
2	50,08	49,56	50,06	49,61	49,83	102,95	102,43	102,84	102,03	102,56	180	8428	8,936		
3	49,75	49,65	49,88	49,59	49,72	102,63	103,63	102,34	101,86	102,62	180	12428	13,229		
4	50,62	49,38	51,23	49,85	50,27	101,43	101,21	101,42	101,14	101,30	180	11894	12,545		
5	49,98	50,63	51,18	50,15	50,49	102,15	102,64	103,93	103,80	103,13	180	11730	12,049		
Média:					49,93						102,54	9873,2		10,403	
Desvio Padrão:					0,455						0,7449	3202,31		3,31	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4)

data: 6/2/2003

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	2	3	4	canto	1	2	3	4		
1	1	4,46	1	3,85	1	3,76	0,61	0,70			0,52	0,78
	2	4,35	2	3,78	2	3,74	0,57	0,61				
	3	4,46	3	3,99	3	3,56	0,47	0,90				
	4	4,53	4	4,11	4	3,61	0,42	0,92				
2	1	4,36	1	3,54	1	3,63	0,82	0,73			0,48	0,70
	2	4,12	2	4,02	2	3,58	0,10	0,54				
	3	4,33	3	3,93	3	3,52	0,40	0,81				
	4	4,40	4	3,80	4	3,69	0,60	0,71				
média entre os corpos de prova											0,50	0,74
desvio padrão											0,03	0,06

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4) data: 11/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%	
1	239,81	382,08	380,74	2,6762	2,6856	0,9419	0,3519	
2	238,97	380,52	379,69	2,6824	2,6882	0,5864	0,2186	
3	228,36	363,38	362,67	2,6860	2,6913	0,5258	0,1958	
4	225,40	360,95	360,11	2,6567	2,6629	0,6197	0,2333	
5	218,26	349,85	349,19	2,6536	2,6586	0,5016	0,1890	
6	224,30	360,18	359,51	2,6458	2,6507	0,4931	0,1864	
7	211,92	338,63	337,89	2,6666	2,6725	0,5840	0,2190	
8	208,48	333,43	332,78	2,6633	2,6685	0,5202	0,1953	
9	223,96	356,60	355,87	2,6830	2,6885	0,5504	0,2051	
10	222,40	355,38	354,50	2,6658	2,6724	0,6618	0,2482	
Valores Médios:				2,67	2,67	0,60	0,22	
Desvio Padrão:				0,014	0,014	0,132	0,049	

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4) data: 11/5/2004

CP num	h	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
		b				média	d				média				
		1	2	3	4		1	2	3	4					
1	74,49	74,41	74,52	74,10	74,41	74,36	73,63	73,57	73,05	74,12	73,59	614,7	112,33		
2	74,46	73,99	74,17	74,02	74,04	74,06	74,01	74,75	74,64	74,28	74,42	662	120,12		
3	74,77	73,57	73,83	73,65	73,70	73,69	74,33	74,60	74,64	74,65	74,56	670,4	122,03		
4	75,13	74,91	74,62	74,88	74,73	74,79	73,20	74,23	74,72	74,04	74,05	700,6	126,52		
5	74,09	74,61	74,21	74,30	74,20	74,33	73,41	74,27	73,79	72,82	73,57	703	128,55		
Média:				74,24	74,24	74,04	74,04	74,04	74,04	74,04	74,04	74,04	670,1	121,91	
Desvio Padrão:				0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	35,87	6,331	

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4)

data: 11/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa		
	espessura (d)				largura (b)								
	1	2	3	4	1	2	3	4					
num	1	2	3	4	1	2	3	4	média b				
1	50,22	50,73	49,80	49,87	50,16	100,91	100,21	100,14	101,27	100,63	10134	10,81	
2	50,08	50,34	50,39	50,23	50,26	101,60	101,47	101,30	100,82	101,30	11680	12,32	
3	50,35	51,04	51,12	50,44	50,74	101,70	101,50	101,90	101,65	101,69	10364	10,69	
4	50,55	51,24	51,18	50,75	50,93	100,98	100,40	101,47	101,04	100,97	9458	9,75	
5	51,51	50,26	51,56	50,30	50,91	100,96	100,66	100,44	101,17	100,81	11338	11,72	
	Média: 50,60								101,08			10595	11,06
	Desvio Padrão: 0,366									0,419		906,6	0,99

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Vermelho (Tipo 4)

data: 27/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m)	(mm)	(Li - L1000m)	(mm)		
1	1	6,49	1	6,33	1	6,05	0,16	0,44			0,27	0,59
	2	6,60	2	6,15	2	6,01	0,45	0,59				
	3	6,58	3	6,30	3	5,90	0,28	0,68				
	4	6,51	4	6,31	4	5,88	0,20	0,63				
2	1	5,70	1	5,49	1	5,15	0,21	0,55			0,30	0,62
	2	5,75	2	5,43	2	5,02	0,32	0,73				
	3	5,68	3	5,28	3	4,98	0,40	0,70				
	4	5,64	4	5,37	4	5,14	0,27	0,50				
média entre os corpos de prova											0,29	0,60
desvio padrão											0,02	0,02

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Sorocabá Creme (Tipo 6) data: 11/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%	
1	223,93	358,41	357,47	2,6582	2,6652	0,6990	0,2630	
2	223,14	357,20	356,22	2,6572	2,6645	0,7310	0,2751	
3	225,68	361,13	360,10	2,6585	2,6661	0,7604	0,2860	
4	233,64	374,09	373,10	2,6565	2,6635	0,7049	0,2653	
5	235,46	376,26	375,32	2,6656	2,6723	0,6676	0,2505	
6	230,25	370,11	369,28	2,6404	2,6463	0,5935	0,2248	
7	220,88	352,95	352,04	2,6656	2,6724	0,6890	0,2585	
8	228,68	365,73	364,83	2,6620	2,6686	0,6567	0,2467	
9	229,49	366,62	365,58	2,6659	2,6735	0,7584	0,2845	
10	220,50	354,96	354,08	2,6333	2,6399	0,6545	0,2485	
				Valores Médios:	2,66	0,69	0,26	
				Desvio Padrão:	0,011	0,051	0,019	

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Sorocabá Creme (Tipo 6) data: 11/5/2004

CP num	h	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa	
		b				média	d				média					
		1	2	3	4		1	2	3	4						
1	74,67	74,34	74,03	73,99	74,49	74,21	73,99	74,34	74,46	74,55	74,34	697,8	126,49			
2	74,80	75,99	75,68	74,83	75,14	75,41	73,84	74,03	73,95	74,01	73,96	654	117,26			
3	75,10	74,55	74,55	74,85	74,62	74,64	74,72	74,80	74,86	74,87	74,81	756,2	135,41			
4	74,88	73,89	74,11	74,39	74,28	74,17	73,78	73,72	73,95	73,84	73,82	791,2	144,51			
5	74,55	73,37	73,74	73,83	73,42	73,59	74,61	74,58	73,89	73,82	74,23	515,1	94,30			
												Média:	74,40	74,23	682,8	123,59
												Desvio Padrão:	0,675	0,384	107,6	19,258

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Sorocaba Creme (Tipo 6)

data: 27/4/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								média b	dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	50,71	51,15	51,01	51,21	51,02	101,25	100,22	101,10	100,23	100,70	10086	10,389
3	50,82	51,00	51,08	50,73	50,91	100,54	100,90	101,10	100,73	100,82	10986	11,353
4	50,48	50,15	50,54	50,20	50,34	100,66	100,48	100,30	100,88	100,58	11166	11,827
5	50,05	50,26	50,07	50,15	50,13	101,00	101,08	101,21	101,52	101,20	8884	9,431
6	49,82	49,43	50,60	50,44	50,07	100,14	100,25	99,97	100,50	100,22	9316	10,011
Média:										100,70	10088	10,602
Desvio Padrão:										0,3591	1001,76	0,98

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Sorocaba Creme (Tipo 6)

data: 27/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L-500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L-1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L-500m)	(mm)	(Li - L-1000m)	(mm)		
1	1	6,31	1	5,90	1	5,50	0,41	0,81	0,45	0,79		
	2	6,41	2	6,04	2	5,63	0,37	0,78				
	3	6,56	3	5,99	3	5,72	0,57	0,84				
	4	6,42	4	5,97	4	5,70	0,45	0,72				
2	1	5,42	1	5,11	1	4,75	0,31	0,67	0,34	0,69		
	2	5,31	2	5,07	2	4,62	0,24	0,69				
	3	5,30	3	4,97	3	4,61	0,33	0,69				
	4	5,40	4	4,92	4	4,70	0,48	0,70				
média entre os corpos de prova											0,40	0,74
desvio padrão											0,08	0,07

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi - Vermelho Anelar (Tipo 9) data: 3/6/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)										dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média				
	1	2	3	4	1	2	3	4	b				
1	50,75	50,60	50,44	51,44	50,81	101,46	100,31	101,88	101,89	101,39	180	8486	8,755
2	50,40	50,74	50,67	50,61	50,61	101,56	101,38	102,41	101,17	101,63	180	9256	9,602
3	50,49	50,65	50,43	50,52	50,52	101,77	102,87	102,12	102,64	102,35	180	8802	9,097
4	50,26	50,59	49,76	50,63	50,31	102,60	101,78	102,91	102,25	102,39	180	10386	10,821
5	51,57	50,85	50,10	49,10	50,41	102,58	102,57	102,48	102,26	102,47	180	8062	8,361
					Média:					102,04		8998,4	9,327
					Desvio Padrão:					0,4998		890,19	0,95

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi - Vermelho Anelar (Tipo 9) data: 27/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m		Leit. 1000m		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m) (mm)	(Li - L500m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)		
1	1	7,18	1	7,04	1	6,65	0,14	0,53			0,29	0,58
	2	7,22	2	6,94	2	6,67	0,28	0,55				
	3	7,29	3	6,91	3	6,72	0,38	0,57				
	4	7,25	4	6,90	4	6,59	0,35	0,66				
2	1	6,86	1	6,57	1	6,21	0,29	0,65			0,28	0,66
	2	6,86	2	6,67	2	6,33	0,19	0,53				
	3	6,80	3	6,63	3	6,26	0,17	0,54				
	4	6,99	4	6,52	4	6,07	0,47	0,92				
média entre os corpos de prova											0,28	0,62
desvio padrão											0,01	0,06

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho (Tipo 10) data: 17/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	254,30	401,32	400,87	2,7266	2,7297	0,3061	0,1123
2	220,58	347,51	347,14	2,7349	2,7378	0,2915	0,1066
3	249,06	395,85	395,31	2,6930	2,6967	0,3679	0,1366
4	234,74	370,59	370,23	2,7253	2,7279	0,2650	0,0972
5	235,98	374,41	374,09	2,7024	2,7047	0,2312	0,0855
6	252,22	398,50	397,93	2,7203	2,7242	0,3897	0,1432
7	244,73	384,70	384,16	2,7446	2,7484	0,3858	0,1406
8	252,77	400,45	399,79	2,7071	2,7116	0,4469	0,1651
9	234,62	372,97	372,40	2,6917	2,6958	0,4120	0,1531
10	268,09	423,87	423,45	2,7183	2,7210	0,2696	0,0992
				Valores Médios:	2,72	0,34	0,12
				Desvio Padrão:	0,018	0,017	0,027

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho (Tipo 10) data: 1/6/2004

CP num	h	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
		b				média	d				média				
		1	2	3	4		1	2	3	4					
1	75,02	75,43	75,44	74,90	75,28	75,26	74,73	74,83	74,96	74,83	74,84	936,05	166,19		
2	74,46	73,02	73,21	73,31	73,21	73,19	74,86	74,72	74,78	74,38	74,69	1019,8	186,57		
3	73,89	73,91	73,88	73,41	74,01	73,80	74,34	74,15	74,17	74,32	74,25	1002,1	182,88		
4	75,18	75,75	75,72	75,78	75,83	75,77	74,95	75,01	75,17	75,11	75,06	1081,5	190,16		
5	75,64	75,26	75,10	75,27	75,11	75,19	74,76	74,98	74,97	75,00	74,93	941	167,04		
						Média:	74,64						74,75	996,09	178,57
						Desvio Padrão:	1,092						0,314	60,276	11,216

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho (Tipo 10)

data: 3/6/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)										dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média				
	1	2	3	4	1	2	3	4	a	b			
1	49,61	50,24	49,76	50,51	50,17	101,96	101,68	100,67	101,19	101,38	180	14942	15,811
2	50,74	50,43	50,49	49,62	50,32	99,94	99,92	99,59	99,43	99,72	180	14192	15,176
3	50,05	50,67	50,75	49,75	50,31	99,74	99,80	99,26	99,14	99,49	180	16466	17,659
4	49,20	48,78	50,68	49,49	49,54	99,80	97,37	98,74	97,50	98,35	180	15184	16,986
5	51,29	50,71	49,21	49,53	50,19	100,10	99,80	100,53	99,58	100,00	180	14232	15,257
Média: 50,10											15003	16,178	
Desvio Padrão: 0,324											925,88	1,10	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho (Tipo 10)

data: 27/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	canto	canto	canto	canto	canto	(Li - L500m) (mm)	(Li - L500m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)		
1	1	7,27	1	6,89	1	6,60	0,38	0,67	0,29	0,55		
	2	7,20	2	7,02	2	6,79	0,18	0,41				
	3	7,18	3	6,94	3	6,71	0,24	0,47				
	4	7,25	4	6,90	4	6,59	0,35	0,66				
2	1	8,19	1	8,00	1	7,69	0,19	0,50	0,14	0,43		
	2	8,25	2	8,14	2	7,88	0,11	0,37				
	3	8,10	3	8,01	3	7,75	0,09	0,35				
	4	8,13	4	7,95	4	7,65	0,18	0,48				
média entre os corpos de prova											0,22	0,49
desvio padrão											0,10	0,09

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho Médio (Tipo11) data: 18/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%	
1	245,69	387,25	386,63	2,7312	2,7356	0,4380	0,1604	
2	228,15	359,17	358,59	2,7369	2,7413	0,4427	0,1617	
3	211,20	333,88	333,38	2,7175	2,7216	0,4076	0,1500	
4	215,50	339,58	339,10	2,7329	2,7368	0,3868	0,1416	
5	234,74	370,05	369,49	2,7307	2,7348	0,4139	0,1516	
6	228,53	360,63	360,10	2,7260	2,7300	0,4012	0,1472	
7	239,31	376,95	376,39	2,7346	2,7387	0,4069	0,1488	
8	226,90	356,97	356,42	2,7402	2,7444	0,4228	0,1543	
9	240,24	377,84	377,32	2,7422	2,7459	0,3779	0,1378	
10	219,48	345,38	344,86	2,7392	2,7433	0,4130	0,1508	
				Valores Médios:		2,73	2,74	0,41
				Desvio Padrão:		0,007	0,007	0,020

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho Médio (Tipo11) data: 2/6/2004

CP num	h	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
		b				média	d				média				
		1	2	3	4		1	2	3	4					
1	74,26	75,79	75,76	75,44	75,67	75,67	72,78	72,92	72,94	72,83	72,87	840,9	152,52		
2	74,41	73,77	73,58	74,01	74,42	73,95	74,32	73,51	73,58	73,84	73,81	885,75	162,28		
3	74,28	75,16	75,34	75,08	75,48	75,27	75,84	75,62	75,74	75,99	75,80	1023,4	179,39		
4	75,52	75,01	74,90	75,07	74,89	74,97	75,44	75,90	75,80	75,61	75,69	912,65	160,84		
5	75,89	75,46	75,44	75,33	75,10	75,33	75,05	75,42	75,66	75,03	75,29	847,15	149,36		
				Média:				75,04				74,69	901,97	160,88	
				Desvio Padrão:				0,658				1,2916	73,921	11,696	

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho Médio (Tipo11)

data:

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								média b	dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	49,60	50,24	49,76	49,75	49,84	101,66	100,65	101,18	101,36	180	14567	15,623
2	50,70	50,43	50,49	50,45	50,52	99,95	99,60	99,44	99,73	180	15329	16,263
3	50,00	50,67	50,75	50,75	50,54	99,75	99,80	99,25	99,49	180	15825	16,813
4	49,25	48,78	50,68	50,68	49,85	99,81	97,35	97,50	98,35	180	15184	16,776
5	51,30	50,71	49,21	49,21	50,11	100,00	99,81	100,52	99,59	180	14230	15,306
Média: 50,17											15027	16,156
Desvio Padrão: 0,346											632,35	0,68

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa São Roque Vermelho Médio (Tipo11)

data: 27/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais canto (mm)	Leit. 500m				Leit. 1000m canto (mm)	Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)	Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)	Média (500m)	Média (1000m)
		canto	1	2	3					
1	1	7,58	7,44	7,44	7,44	7,12	0,14	0,46	0,22	0,54
	2	7,63	7,40	7,40	7,40	6,94	0,23	0,69		
	3	7,59	7,25	7,25	7,25	7,00	0,34	0,59		
	4	7,51	7,33	7,33	7,33	7,08	0,18	0,43		
2	1	8,35	8,25	8,25	8,25	7,98	0,10	0,37	0,30	0,58
	2	8,67	8,32	8,32	8,32	8,11	0,35	0,56		
	3	8,75	8,33	8,33	8,33	8,05	0,42	0,70		
	4	8,58	8,26	8,26	8,26	7,90	0,32	0,68		
média entre os corpos de prova								0,26	0,56	
desvio padrão								0,05	0,02	

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Ibiúna Vermelho (Tipo 12) data: 19/11/2001

CP	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	%	
1	177,70	281,33	280,39	2,7057	2,7148	0,9071	0,3352	
2	260,52	412,89	411,82	2,7028	2,7098	0,7022	0,2598	
3	166,07	263,84	263,20	2,6920	2,6986	0,6546	0,2432	
4	196,26	311,92	311,15	2,6902	2,6969	0,6657	0,2475	
5	536,21	373,23	372,31	-2,2844	-2,2900	-0,5645	0,2471	
6	202,19	322,27	321,44	2,6769	2,6838	0,6912	0,2582	
7	237,60	378,29	377,28	2,6816	2,6888	0,7179	0,2677	
8	230,47	369,22	368,31	2,6545	2,6610	0,6559	0,2471	
9	264,72	420,93	419,94	2,6883	2,6946	0,6338	0,2357	
10	215,29	347,23	346,41	2,6255	2,6317	0,6215	0,2367	
11	227,06	361,05	360,23	2,6885	2,6946	0,6120	0,2276	
12	182,30	289,56	288,85	2,6930	2,6996	0,6619	0,2458	
13	162,32	259,67	259,02	2,6607	2,6674	0,6677	0,2509	
14	177,74	282,92	282,25	2,6835	2,6899	0,6370	0,2374	
15	141,82	228,45	227,89	2,6306	2,6371	0,6464	0,2457	
16	158,45	253,83	253,22	2,6549	2,6612	0,6395	0,2409	
17	174,76	279,69	279,07	2,6596	2,6655	0,5909	0,2222	
18	130,46	209,54	209,07	2,6438	2,6497	0,5943	0,2248	
				Valores Médios:		0,60	0,25	
				Desvio Padrão:		0,298	0,025	

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Ibiúna Vermelho (Tipo 12)

data: 19/11/2001

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)													Força kN	Tensão MPa
	num	h	b				média	d				média			
			1	2	3	4		1	2	3	4				
1	66,99	67,55	67,76	68,56	68,85	68,18	69,61	69,09	69,10	68,68	69,12	584,2	123,97		
2	69,00	68,95	69,43	69,07	69,54	69,25	68,52	68,58	67,99	68,17	68,32	756,7	159,95		
3	70,76	69,63	69,47	69,24	69,20	69,39	68,57	68,90	67,72	68,23	68,36	603,9	127,32		
4	65,78	68,15	68,15	68,76	68,48	68,39	78,55	79,10	68,21	68,53	73,60	885,4	175,91		
5	67,63	69,01	68,42	69,75	79,12	71,58	68,92	68,71	68,54	68,78	68,74	841,6	171,06		
6	68,46	71,92	72,73	71,80	72,24	72,17	68,56	68,58	69,33	68,83	68,83	815	164,06		
7	65,96	67,18	67,81	66,74	66,96	67,17	64,59	64,56	64,57	64,62	64,59	672,3	154,97		
8	66,86	68,88	67,81	68,49	67,66	68,21	68,12	67,64	68,11	67,47	67,84	613,2	132,53		
9	65,54	68,93	68,98	68,54	68,32	68,69	69,44	69,38	68,47	68,34	68,91	646,5	136,58		
10	63,69	66,43	66,49	67,13	67,24	66,82	66,32	64,82	65,74	64,43	65,33	652,7	149,52		
						Média:							68,36	7071	149,59
						Desvio Padrão:							2,4127	108,7	18,596

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Ibiúna Vermelho (Tipo 12)

data: 15/11/2001

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)										dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média				
	1	2	3	4	1	2	3	4	b				
1	50,32	49,88	49,82	50,15	50,04	100,05	100,24	103,43	103,80	101,88	180	13950	14,76
2	47,90	48,25	48,02	48,04	48,05	103,66	104,17	100,40	100,54	102,19	180	8004	9,16
3	49,02	49,28	49,97	49,85	49,53	94,70	95,07	97,95	98,50	96,56	180	12588	14,35
4	49,20	49,49	49,69	49,64	49,51	104,46	104,95	101,09	101,70	103,05	180	12498	13,36
5	41,79	41,75	42,27	41,99	41,95	102,96	103,01	99,58	99,26	101,20	180	8300	12,58
6	51,33	50,76	51,37	51,32	51,20	92,98	94,04	90,97	92,84	92,71	180	13226	14,70
7	45,37	45,46	44,87	44,83	45,13	95,84	95,57	99,50	99,19	97,53	180	2204	3,00
8	45,85	45,51	45,67	45,55	45,65	92,08	91,66	89,93	89,04	90,68	180	10920	15,61
Média: 47,63										98,22	10211,3	12,19	
Desvio Padrão: 3,12										4,659	3911,31	4,217	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Ibiúna Vermelho (Tipo 12)

data: 15/11/2001

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m		Leit. 1000m		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto		canto		canto		(Li - L500m) (mm)		(Li - L1000m) (mm)			
1	1	6,99	1	6,63	1	6,35	0,36	0,64	0,33	0,61		
	2	7,11	2	6,70	2	6,52	0,41	0,59				
	3	6,97	3	6,67	3	6,48	0,30	0,49				
	4	6,97	4	6,74	4	6,24	0,23	0,73				
2	1	5,26	1	5,15	1	4,86	0,11	0,40	0,30	0,59		
	2	5,80	2	5,16	2	4,77	0,64	1,03				
	3	5,58	3	5,30	3	5,01	0,28	0,57				
	4	5,06	4	4,88	4	4,72	0,18	0,34				
média entre os corpos de prova							0,31		0,60		0,02	
desvio padrão							0,02		0,02		0,02	

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Ibiúna Cinza (Tipo 13) data: 26/6/2003

C.P	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	217,73	345,25	344,15	2,6988	2,7074	0,8626	0,3196
2	212,94	338,88	337,87	2,6828	2,6908	0,8020	0,2989
3	213,32	337,33	336,26	2,7116	2,7202	0,8628	0,3182
4	203,93	324,19	323,22	2,6877	2,6957	0,8066	0,3001
5	214,24	339,59	338,65	2,7016	2,7091	0,7499	0,2776
6	234,61	372,00	370,89	2,6995	2,7076	0,8079	0,2993
7	213,61	338,58	337,61	2,7015	2,7093	0,7762	0,2873
8	226,06	359,31	357,86	2,6856	2,6965	1,0882	0,4052
9	213,85	340,38	339,14	2,6803	2,6901	0,9800	0,3656
10	224,89	358,68	357,23	2,6701	2,6809	1,0838	0,4059
Valores Médios:				2,69	2,70	0,88	0,33
Desvio Padrão:				0,013	0,012	0,125	0,047

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Ibiúna Cinza (Tipo 13) data: 26/6/2003

C.P	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa			
	num	h				b				d					média		
		1	2	3	4	média	1	2	3	4	1	2				3	4
1	72,36	72,34	72,05	72,32	72,33	72,33	72,33	72,26	72,26	69,58	68,88	69,01	69,00	69,12	573,8	114,88	
2	71,41	72,35	72,39	72,21	72,40	72,40	72,34	72,34	70,71	71,00	70,60	70,70	70,75	570,8	111,53		
3	71,38	72,30	72,27	72,23	72,28	72,28	72,27	72,27	69,81	69,81	69,71	69,98	69,83	419,6	83,15		
4	72,11	71,25	71,19	71,10	71,91	71,91	71,36	71,36	72,65	73,28	72,56	72,61	72,78	469,1	90,33		
5	73,49	72,66	71,96	72,66	72,74	72,74	72,51	72,51	73,38	73,57	72,78	72,75	73,12	419,7	79,17		
Média:				72,15				72,15				71,12				2453	95,81
Desvio Padrão:				0,4494				0,4494				1,772				77,26	16,417

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Ibiúna Cinza (Tipo 13)

data: 26/6/2003

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa		
	espessura (d)				largura (b)								
	1	2	3	4	1	2	3	4				média b	
1	50,75	51,06	50,99	50,90	50,93	102,27	101,85	102,31	102,19	102,16	180	11290	11,51
2	49,48	49,38	49,57	49,34	49,44	104,04	102,56	103,54	102,43	103,14	180	9598	10,28
3	51,44	50,72	50,63	51,32	51,03	103,09	103,33	102,28	102,45	102,79	180	8848	8,93
4	50,52	50,60	51,15	51,38	50,91	101,76	103,43	103,73	104,58	103,38	180	4458	13,36
5	51,11	50,50	51,09	50,55	50,81	102,20	102,81	101,72	102,38	102,28	180	7200	12,58
Média:					50,62						8278,8	11,33	
Desvio Padrão:					0,66						2592,97	1,7748	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Ibiúna Cinza (Tipo 13)

data: 26/06/2003

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m)	(mm)	(Li - L1000m)	(mm)	(500m)	(1000m)
1	1	5,24	1	4,92	1	4,32	0,32	0,92			0,44	0,96
	2	5,22	2	4,73	2	4,26	0,49	0,96				
	3	5,19	3	4,64	3	4,14	0,55	1,05				
	4	5,37	4	4,97	4	4,45	0,40	0,92				
2	1	5,22	1	4,82	1	4,36	0,40	0,86			0,49	0,81
	2	4,95	2	4,41	2	4,06	0,54	0,89				
	3	4,98	3	4,40	3	4,21	0,58	0,77				
	4	5,20	4	4,78	4	4,48	0,42	0,72				
média entre os corpos de prova											0,46	0,89
desvio padrão											0,03	0,11

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Ibiuna Vermelha Médio (Tipo 14) data: 28/4/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	227,44	362,24	361,41	2,6872	2,6872	0,6157	0,2297
2	235,95	374,75	373,95	2,6999	2,6999	0,5764	0,2139
3	236,04	374,79	374,10	2,6962	2,7012	0,4973	0,1844
4	235,55	373,54	372,89	2,7023	2,7070	0,4710	0,1743
5	232,42	369,63	368,83	2,6881	2,6939	0,5830	0,2169
6	241,50	384,27	383,55	2,6865	2,6915	0,5043	0,1877
7	222,14	352,28	351,61	2,7018	2,7069	0,5148	0,1906
8	229,61	366,04	365,22	2,6770	2,6830	0,6010	0,2245
9	233,10	369,54	368,81	2,7031	2,7084	0,5350	0,1979
10	241,52	382,59	381,90	2,7072	2,7121	0,4891	0,1807
				Valores Médios:		2,69	0,54
				Desvio Padrão:		0,010	0,051
				Desvio Padrão:		0,010	0,020

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Ibiuna Vermelha Médio (Tipo 14) data: 11/5/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
	h	b				média	d				média			
		1	2	3	4		1	2	3	4				
1	75,48	74,53	74,52	74,50	74,30	74,46	74,62	74,47	74,75	74,71	74,64	856,5	154,11	
2	72,53	73,48	73,31	72,56	72,74	73,02	73,05	72,92	73,10	73,03	73,03	683,9	128,24	
3	74,59	74,13	74,19	73,88	74,00	74,05	74,18	74,18	74,05	74,18	74,15	662,8	120,71	
4	74,42	74,19	74,16	74,11	74,00	74,12	74,27	74,28	74,11	74,07	74,18	740,9	134,75	
5	74,63	74,32	74,54	74,24	74,21	74,33	72,81	74,12	74,39	73,22	73,64	720,9	131,72	
						Média:		74,00				73,93	733	
						Desvio Padrão:		0,568				0,616	75,52	
												75,52	12,45	

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Ibiuna Vermelho Médio (Tipo 14)

data: 13/5/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média b	dist. entre cutelos (L) (mm)				
	1	2	3	4	1	2	3	4						
1	50,42	51,24	50,51	50,89	50,77	99,70	100,46	101,13	100,94	100,56	180	16162	16,839	
2	50,44	50,78	50,33	50,70	50,56	101,41	101,43	101,45	100,11	101,10	180	16294	17,021	
3	49,93	50,97	50,03	50,46	50,35	101,84	101,03	101,22	101,50	101,40	180	19116	20,081	
4	50,96	50,81	50,70	50,61	50,77	101,72	101,16	101,12	101,37	101,34	180	18752	19,382	
5	49,80	49,00	49,98	49,44	49,56	101,14	100,25	101,90	100,17	100,87	180	14430	15,729	
Média:										101,05		16950,8	17,810	
Desvio Padrão:										0,3484		1958,34	1,84	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Ibiuna Vermelho Médio (Tipo 14)

data: 27/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m		Leit. 1000m		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m) (mm)	(Li - L500m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)	(Li - L1000m) (mm)		
1	1	6,43	1	6,24	1	5,99		0,19		0,44	0,23	0,59
	2	6,33	2	6,08	2	5,84		0,25		0,49		
	3	6,51	3	6,20	3	5,80		0,31		0,71		
	4	6,48	4	6,31	4	5,77		0,17		0,71		
2	1	7,15	1	6,94	1	6,47		0,21		0,68	0,33	0,66
	2	7,13	2	6,85	2	6,45		0,28		0,68		
	3	7,15	3	6,71	3	6,50		0,44		0,65		
	4	7,17	4	6,80	4	6,53		0,37		0,64		
média entre os corpos de prova										0,28	0,63	
desvio padrão										0,07	0,05	

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Ibiuna Cinza Médio (Tipo 15) data: 28/4/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	241,21	382,25	381,72	2,7065	2,7102	0,3758	0,1388
2	234,84	372,32	371,72	2,7038	2,7082	0,4364	0,1614
3	210,76	334,07	333,49	2,7045	2,7092	0,4704	0,1739
4	227,53	361,02	360,46	2,7003	2,7045	0,4195	0,1554
5	248,97	394,51	393,75	2,7054	2,7107	0,5222	0,1930
6	206,80	328,19	327,49	2,6978	2,7036	0,5767	0,2137
7	226,25	358,37	357,87	2,7087	2,7125	0,3784	0,1397
8	211,55	334,97	334,39	2,7094	2,7141	0,4699	0,1735
9	215,19	340,80	340,34	2,7095	2,7132	0,3662	0,1352
10	222,52	352,85	352,21	2,7024	2,7074	0,4911	0,1817
Valores Médios:				2,70	2,71	0,45	0,17
Desvio Padrão:				0,004	0,004	0,069	0,026

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Ibiuna Cinza Médio (Tipo 15) data: 11/5/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa	
	h	b				média	d				média				
		1	2	3	4		1	2	3	4					
1	73,76	73,90	73,92	74,25	73,96	74,01	73,71	73,85	73,87	73,91	73,84	585,7	107,19		
2	75,64	74,72	74,95	74,80	74,75	74,81	74,08	74,26	73,25	73,80	73,85	632,55	114,51		
3	72,14	74,10	74,28	74,27	73,95	74,15	73,59	73,51	73,57	73,53	73,55	533,75	97,87		
4	74,19	73,95	73,91	73,83	73,80	74,40	74,15	73,95	74,66	74,07	74,21	722,45	106,52		
5	73,11	74,60	74,62	74,58	74,67	74,62	73,74	73,67	73,60	73,66	73,67	659,05	119,90		
Média:						74,40							73,82	626,7	109,20
Desvio Padrão:						0,327							0,249	71,71	8,399

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Ibiuna Cinza Médio (Tipo 15)

data: 13/5/2004

CP	dimensões dos corpos-de-prova (mm)										dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média				
	1	2	3	4	1	2	3	4	b				
1	50,71	50,61	50,67	50,72	50,68	99,66	100,07	100,87	100,43	100,26	180	15024	15,754
2	50,16	49,88	49,90	49,85	49,95	10,44	100,61	100,42	100,21	77,92	180	14300	19,862
3	50,26	50,39	50,37	50,14	50,29	100,00	100,87	100,85	100,56	100,57	180	12534	13,305
4	49,21	49,66	49,72	49,09	49,42	10,97	100,60	100,69	101,21	78,37	180	15128	21,340
5	50,15	50,89	50,45	51,09	50,65	100,51	101,11	100,80	101,30	100,93	180	11646	12,146
Média: 50,20										91,61	13726,4	16,482	
Desvio Padrão: 0,526										12,295	1559,42	4,01	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Ibiuna Cinza Médio (Tipo 15)

data: 27/4/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m		Leit. 1000m		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto		canto		canto		(Li - L500m) (mm)		(Li - L1000m) (mm)			
1	1	6,89	1	6,61	1	6,09	0,28	0,80	0,34	0,74		
	2	6,84	2	6,60	2	6,23	0,24	0,61				
	3	6,81	3	6,35	3	6,12	0,46	0,69				
	4	6,86	4	6,50	4	6,02	0,36	0,84				
2	1	6,29	1	5,65	1	5,43	0,64	0,86	0,43	0,76		
	2	6,05	2	5,78	2	5,48	0,27	0,57				
	3	6,05	3	5,75	3	5,30	0,30	0,75				
	4	6,22	4	5,72	4	5,37	0,50	0,85				
média entre os corpos de prova										0,38	0,75	
desvio padrão										0,07	0,02	

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Piedade Róseo (Tipo 16) data: 18/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada		
1	234,54	376,05	375,32	2,6523	2,6574	0,5159	0,1945
2	268,38	430,09	429,32	2,6549	2,6596	0,4762	0,1794
3	243,19	430,29	389,40	2,0812	2,2998	21,8546	10,5008
4	298,91	479,52	478,51	2,6494	2,6550	0,5592	0,2111
5	231,81	371,66	370,88	2,6520	2,6576	0,5577	0,2103
6	247,66	397,16	396,32	2,6510	2,6566	0,5619	0,2119
7	234,12	375,03	374,36	2,6567	2,6615	0,4755	0,1790
8	283,66	454,70	453,77	2,6530	2,6584	0,5437	0,2049
9	236,05	378,56	377,86	2,6515	2,6564	0,4912	0,1853
10	277,56	444,90	444,09	2,6538	2,6587	0,4840	0,1824
				Valores Médios:	2,60	2,62	1,23
				Desvio Padrão:	0,181	0,113	6,747
							3,259

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Piedade Róseo (Tipo 16) data: 1/6/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa
	h	b				média	d				média			
		1	2	3	4		1	2	3	4				
1	73,70	73,64	74,17	73,85	73,27	73,73	73,16	73,17	72,87	73,16	73,09	1067,7	198,12	
2	73,57	73,62	73,32	73,47	73,60	73,50	72,65	72,69	72,65	72,52	72,63	1051,8	197,03	
3	74,56	73,63	73,58	73,41	73,70	73,58	74,62	74,98	74,87	74,26	74,68	980,3	178,39	
4	74,74	75,33	75,51	75,62	75,81	75,57	75,26	74,08	74,35	74,26	74,49	944,4	167,78	
5	74,65	72,63	72,22	73,02	72,64	72,63	72,81	72,89	72,81	72,71	72,81	918,55	173,72	
						Média:	73,80						992,55	183,01
						Desvio Padrão:	1,077						65,388	13,825

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Piedade Róseo (Tipo 16)

data: 3/6/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)								dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa	
	espessura (d)				largura (b)							média b
	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	50,16	50,78	49,76	50,57	50,32	100,72	99,74	99,20	99,60	180	15398	16,451
2	49,91	49,80	49,96	49,81	49,87	100,20	99,82	99,88	99,48	180	15698	17,069
3	51,11	50,80	51,01	51,91	51,21	99,33	99,52	99,80	100,78	180	15804	16,296
4	50,71	49,96	50,53	49,42	50,16	101,14	100,87	99,21	100,11	180	12752	13,642
5	49,81	50,03	49,84	49,86	49,89	101,03	99,84	101,94	100,54	180	16806	18,083
Média:					50,29	100,14					15291,6	16,308
Desvio Padrão:					0,548	0,446					1515,09	1,65

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Piedade Róseo (Tipo 16)

data: 27/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m)	(mm)	(Li - L1000m)	(mm)	
1	1	7,28	1	7,00	1	6,72	0,28	0,56	0,30	0,67	
	2	7,28	2	7,12	2	6,70	0,16	0,58			
	3	7,31	3	7,00	3	6,55	0,31	0,76			
	4	7,33	4	6,89	4	6,54	0,44	0,79			
2	1	7,21	1	6,84	1	6,54	0,37	0,67	0,40	0,83	
	2	7,32	2	6,99	2	6,48	0,33	0,84			
	3	7,38	3	6,94	3	6,37	0,44	1,01			
	4	7,25	4	6,81	4	6,45	0,44	0,80			
média entre os corpos de prova										0,35	0,75
desvio padrão										0,07	0,11

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa Caucaia Fino Cinza (Tipo 17) data: 18/5/2004

CP num.	PESO (g)			Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade %	Abs. d'água %	
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada			
1	250,45	402,53	401,65	2,6410	2,6468	0,5786	0,2191	
2	227,32	366,01	365,13	2,6327	2,6391	0,6345	0,2410	
3	215,50	345,67	344,81	2,6489	2,6555	0,6607	0,2494	
4	249,34	400,06	399,13	2,6482	2,6543	0,6170	0,2330	
5	221,34	354,68	353,96	2,6546	2,6600	0,5400	0,2034	
6	241,81	389,15	388,22	2,6349	2,6412	0,6312	0,2396	
7	219,68	352,09	351,32	2,6533	2,6591	0,5815	0,2192	
8	223,95	359,29	358,43	2,6484	2,6547	0,6354	0,2399	
9	225,10	361,84	361,07	2,6406	2,6462	0,5631	0,2133	
10	234,76	376,25	375,46	2,6536	2,6592	0,5583	0,2104	
				Valores Médios:		2,65	0,60	0,23
				Desvio Padrão:		0,008	0,041	0,016

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa Caucaia Fino Cinza (Tipo 17) data: 1/6/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa	
	h				b				d						média
	1	2	3	4	média	1	2	3	4	1	2	3			
1	74,73	75,74	75,13	75,58	75,62	75,52	76,30	75,93	75,87	75,87	76,02	76,03	1336,4	232,76	
2	74,78	75,60	74,90	75,15	75,41	75,27	75,11	74,97	75,07	75,07	74,61	74,94	1093,2	193,82	
3	74,96	75,22	75,22	75,48	75,37	75,32	75,14	75,17	75,48	75,19	75,25	75,25	1137,4	200,67	
4	74,87	75,61	75,06	75,75	75,73	75,54	75,75	75,72	75,79	75,76	75,76	75,76	1079,5	188,65	
5	73,64	75,38	75,53	75,04	75,35	75,33	75,22	75,15	75,20	74,97	75,14	75,14	1143,3	202,00	
				Média:				75,39				75,42	1157,9	203,58	
				Desvio Padrão:				0,125				0,455	103,48	17,18	

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa Caucaia Fino Cinza (Tipo 17)

data: 3/6/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	47,48	47,64	47,59	48,60	47,83	99,34	98,37	98,43	98,28	98,61	180	11086	13,270		
2	48,91	49,75	48,93	50,12	49,43	99,62	97,29	100,70	98,05	98,92	180	13626	15,224		
3	49,59	50,32	49,72	50,44	50,02	99,97	98,08	98,20	98,79	98,76	180	14836	16,213		
4	50,31	50,23	50,59	50,12	50,31	99,29	100,55	99,78	100,45	100,02	180	15400	16,423		
5	47,44	49,04	47,39	48,54	48,10	98,52	99,36	98,45	97,99	98,58	180	12280	14,536		
Média: 49,14												13445,6	15,133		
Desvio Padrão: 1,121												1782,68	1,29		

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa Caucaia Fino Cinza (Tipo 17)

data: 27/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)		Leit. 500m (mm)		Leit. 1000m (mm)		Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)
	canto	1	canto	1	canto	1	(Li - L500m)	1	(Li - L1000m)	1		
1	1	7,37	1	7,05	1	6,60	0,32	0,77			0,29	0,67
	2	7,18	2	7,02	2	6,55	0,16	0,63				
	3	7,28	3	7,04	3	6,72	0,24	0,56				
	4	7,34	4	6,91	4	6,61	0,43	0,73				
2	1	6,73	1	6,33	1	5,98	0,40	0,75			0,30	0,68
	2	6,73	2	6,35	2	6,09	0,38	0,64				
	3	6,69	3	6,48	3	6,07	0,21	0,62				
	4	6,65	4	6,44	4	5,94	0,21	0,71				
média entre os corpos de prova											0,29	0,68
desvio padrão											0,01	0,01

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766

Amostra: Amêndoa São Francisco Vermelho (Tipo 7)

data: 11/5/2004

CP num.	PESO (g)		Massa Específica (g/cm ³)		Porosidade		Abs. d'água %
	Sub (A)	Sat (B)	Seco (C)	Seca	Saturada	%	
1	242,81	392,37	391,10	2,62	2,62	0,85	0,32
2	216,54	350,66	349,60	2,61	2,61	0,79	0,30
3	217,35	351,61	350,51	2,61	2,62	0,82	0,31
4	214,77	347,68	346,55	2,61	2,62	0,85	0,33
5	207,08	334,24	333,15	2,62	2,63	0,86	0,33
6	216,26	349,92	348,66	2,61	2,62	0,94	0,36
7	234,92	379,89	378,56	2,61	2,62	0,92	0,35
8	218,32	353,82	352,21	2,60	2,61	1,19	0,46
9	214,88	347,88	346,77	2,61	2,62	0,83	0,32
10	209,00	338,37	337,31	2,61	2,62	0,82	0,31
Valores Médios:				2,61	2,62	0,89	0,34
Desvio Padrão:				0,01	0,00	0,12	0,04

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992

Amostra: Amêndoa São Francisco Vermelho (Tipo 7)

data: 11/5/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												Força kN	Tensão MPa	
	h	b				média	d				média				
		1	2	3	4		1	2	3	4					
1	74,68	73,5	74,11	73,92	73,95	73,87	74,52	74,5	74,6	74,5	74,525	816,55	148,324		
2	74,9	75,19	75,35	75,11	75,3	75,238	74,94	75,1	75,2	75	75,06	787,9	139,517		
3	75,25	75,03	75,18	75,49	75,3	75,25	75,31	75,1	75,3	75,4	75,285	791,35	139,686		
4	74,73	73,22	73,13	73,44	73,43	73,305	74,28	74,1	74,2	73,9	74,115	745,15	137,153		
5	73,26	74,98	74,2	74,79	74,93	74,725	73,01	73,1	73,3	73,2	73,1675	752,1	137,56		
				Média:				74,478				778,61		140,448	
				Desvio Padrão:				0,863				29,624		4,547	

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763

Amostra: Amêndoa São Francisco Vermelho (Tipo 7)

data: 11/5/2004

CP num	dimensões dos corpos-de-prova (mm)												dist. entre cutelos (L) (mm)	Força N	Tensão MPa
	espessura (d)				largura (b)				média						
	1	2	3	4	1	2	3	4	b	a					
1	48,8	49,06	49,37	49,55	49,2	99,68	100,14	99,82	99,55	99,7975	180	7706	8,6145		
2	49,97	50,3	49,98	50,16	50,1	101,9	100,06	102,76	100,22	101,23	180	6574	6,985		
3	49,2	50,44	49,2	49,62	49,62	102,1	100,05	101	101,15	101,065	180	8212	8,9122		
4	51,01	50,01	51,11	50,11	50,56	101,6	101,93	100,04	101,63	101,2975	180	6728	7,0151		
5	47,54	47,37	47,21	47,91	47,508	102,7	100,74	103,59	101,62	102,165	180	6182	7,2388		
				Média:	49,4					101,111			7080,4	7,7531	
				Desvio Padrão:	1,174					0,849597			845,524	0,9334	

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042

Amostra: Amêndoa São Francisco Vermelho (Tipo 7)

data: 11/5/2004

Corpo de Prova	Leit. Iniciais (mm)				Leit. 500m (mm)				Leit. 1000m (mm)				Desgaste 500m (Li - L500m) (mm)		Desgaste 1000m (Li - L1000m) (mm)		Média (500m)	Média (1000m)				
	canto	1	2	3	canto	1	2	3	canto	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	1	6,86	1	6,5	1	6,25	1	6,25	1	6,25	1	6,25	0,36	0,61	0,61	0,61	0,2825	0,59				
	2	6,85	2	6,52	2	6,33	2	6,33	2	6,33	2	6,33	0,33	0,52	0,52	0,52						
	3	6,87	3	6,71	3	6,28	3	6,28	3	6,28	3	6,28	0,16	0,59	0,59	0,59						
	4	6,87	4	6,59	4	6,23	4	6,23	4	6,23	4	6,23	0,28	0,64	0,64	0,64						
2	1	8,77	1	8,59	1	8,34	1	8,34	1	8,34	1	8,34	0,18	0,43	0,43	0,43	0,2275	0,585				
	2	8,98	2	8,75	2	8,34	2	8,34	2	8,34	2	8,34	0,23	0,64	0,64	0,64						
	3	9,02	3	8,76	3	8,26	3	8,26	3	8,26	3	8,26	0,26	0,76	0,76	0,76						
	4	8,81	4	8,57	4	8,3	4	8,3	4	8,3	4	8,3	0,24	0,51	0,51	0,51						
																			média entre os corpos de prova		0,255	0,588
																			desvio padrão		0,039	0,004

Ensaio para Determinação de Índices Físicos - Norma - NBR - 12.766
Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi -Marron Montês (Tipo 8)

Ensaio de Resistência à Compressão Uniaxial - Norma - NBR - 12.767/1992
Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi -Marron Montês (Tipo 8)

Determinação da Resistência à Flexão (Método dos 3 pontos) - NORMA NBR - 12763
Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi -Marron Montês (Tipo 8)

Ensaio de Resistência ao Desgaste Abrasivo (Método Amsler) - Norma-NBR 12.042
Amostra: Amêndoa São Francisco Rapakivi -Marron Montês (Tipo 8)

Obs: ensaio realizado pelo IPT