



**VERA CIBELE NEVES
MARQUES**

**CONSERVAÇÃO DAS ARGAMASSAS DE CABO
VERDE**



**VERA CIBELE NEVES
MARQUES**

**CONSERVAÇÃO DAS ARGAMASSAS DE CABO
VERDE**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Luísa Velosa Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e do Professor Doutor João Freitas Coroado Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Tomar.

Aos meus pais e irmã

o júri

presidente

Professor Doutor Aníbal Guimarães da Costa
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor João Paulo Pereira de Freitas Coroado
Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Tomar

agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que direta ou diretamente contribuíram para realização deste trabalho.

À Professora Doutora Ana Velosa pela sugestão do tema, pela sua orientação e partilha de conhecimentos, pelo seu incentivo bem como toda a disponibilidade demonstrada ao prestar apoio, mesmo à distância, durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor João Coroado pela sua coorientação.

À Engenheira Maria Carlos Figueiredo e ao técnico Vítor Rodrigues do Laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro pela dedicação e ajuda prestadas na realização dos trabalhos experimentais.

Ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro em especial à Mestre Cristiana Costa pela realização de trabalhos experimentais e ao Professor Doutor Fernando Rocha pela interpretação dos resultados.

Ao Departamento de Engenharias e Ciências do Mar da Universidade de Cabo Verde em especial aos membros do conselho diretivo e aos colegas da coordenação da Licenciatura em Engenharia Civil por terem garantido condições para a realização deste trabalho.

À D. Rosália Vasconcelos, Cônsul Honorária de Portugal no Mindelo e à Dr.^a Ana Cordeiro, Diretora do Centro Cultural Português do Mindelo pelo estímulo e ajuda na recolha de informação.

À Mina, ao Nuno e ao João pelo incentivo e por todo o apoio prestado, fundamental para a realização deste trabalho.

palavras-chave

Argamassas, cal aérea, conservação, reabilitação, revestimentos de paredes

resumo

O presente trabalho tem como base o estudo das argamassas antigas de Cabo Verde aplicadas em diversos tipos de edifícios, de vários locais, construídos nos finais do século XIX e início do século XX.

O estudo das argamassas antigas englobou pesquisa bibliográfica, assim como a recolha, análise e ensaio destas.

A partir dos resultados obtidos procedeu-se à caracterização das argamassas antigas de Cabo Verde com determinação de propriedades físicas, identificação dos materiais que entram na sua composição e as proporções utilizadas. Paralelamente foram também analisadas as propriedades de materiais locais que integram a constituição das argamassas antigas de Cabo Verde.

keywords

Mortar, lime, conservation, rehabilitation, wall coverings

abstract

This project is based on a research about the old Capeverdean mortars applied in a variety of building' types. These buildings were constructed between the end of the XIX Century and the beginning of the XX century in many locations in Cape Verde.

Besides bibliographic research this project about the Capeverdean mortars also included collection, analysis and laboratorial testing of samples. Relying on the results, the Capeverdean old mortars were characterized taking into account their physical properties, their composition materials and the rates of these materials' utilization.

At the same time, the local materials found in the Capeverdean old mortars were also analyzed.

Conservação das Argamassas de Cabo Verde

Índice Geral

1.	Introdução	1
1.1.	Objetivos	2
1.2.	Organização da Dissertação:	3
2.	Argamassas.....	4
2.1.	Evolução Histórica das Argamassas	4
2.2.	Características das Argamassas	5
2.3.	Constituição das Argamassas Antigas	6
2.3.1.	Cal	6
2.3.1.1.	Cal Aérea	7
2.3.2.	Pozolanas	10
2.3.3.	Agregados	13
2.3.3.1.	Areias.....	14
2.3.4.	Água	17
2.4.	Utilização das Argamassas	18
2.4.1.	Argamassas de Assentamento e Preenchimento da Alvenaria.....	19
2.4.2.	Argamassas de Revestimento de Edifícios Antigos	19
2.5.	Argamassas Antigas	21
2.6.	Estado de Conservação.....	24
2.7.	Caracterização do Estado de Conservação.....	27
3.	Património Edificado de Cabo Verde	29
3.1.	Enquadramento Histórico de Cabo Verde.....	29
3.2.	Património Edificado de Cabo Verde.....	30

Índice

3.3.	Edifícios em Estudo.....	32
3.3.1.	Ilha de Santiago	32
3.3.1.1.	Igreja N. S ^a Da Luz	32
3.3.1.2.	Habitação perto da Igreja N. S ^a da Luz.....	33
3.3.1.3.	Cais do Tarrafal.....	34
3.3.1.4.	Casa da Alfândega (Tarrafal)	34
3.3.1.5.	Mercado da Assomada.....	34
3.3.2.	Ilha de São Vicente	35
3.3.2.1.	Fortim d’El Rei	35
3.3.2.2.	Liceu Velho	36
3.3.2.3.	Capitania dos Portos («Torre de Belém»)	37
3.3.2.4.	Quintal da Vascónia.....	38
3.3.2.5.	Antigo Consulado Inglês.....	39
3.3.3.	Ilha de Santo Antão	39
3.3.3.1.	Farol Fontes Pereira de Melo.....	39
3.3.3.2.	Residência Municipal	40
3.3.3.3.	Antiga Casa Comercial: Benjamin David Cohen e Irmãos	40
3.3.3.4.	Antiga Leprosaria (Sinagoga).....	41
3.3.4.	Ilha de São Nicolau	41
3.3.4.1.	Seminário/Liceu de São Nicolau.....	41
3.3.4.2.	Edifício de Habitação.....	42
3.3.4.3.	Edifício de Habitação.....	43
4.	Análise Experimental.....	44
4.1.	Amostragem Edifícios	44
4.1.1.	Amostragem na Ilha de Santiago.....	44
4.1.2.	Amostragem na Ilha de São Vicente.....	46

4.1.3.	Amostragem na Ilha de Santo Antão.....	49
4.1.4.	Amostragem na Ilha de São Nicolau.....	52
4.2.	Amostras de Constituintes das Argamassas.....	54
4.2.1.	Agregados.....	54
4.2.2.	Pozolanas.....	55
4.3.	Metodologia de Ensaio.....	56
4.3.1.	Caracterização das Argamassas.....	56
4.3.1.1.	Análise Mineralógica - Difractometria de Raios X (DRX).....	57
4.3.1.2.	Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX).....	58
4.3.1.3.	Estimativa da Relação Agregado/Ligante em Peso – Dissolução Ácida.....	58
4.3.1.4.	Absorção de Água por Capilaridade.....	58
4.3.1.5.	Resistência à Compressão.....	59
4.3.2.	Caracterização dos Constituintes das Argamassas.....	60
5.	Resultados.....	61
5.1.	Caracterização das Pozolanas.....	61
5.1.1.	Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX).....	61
5.1.2.	Análise Granulométrica.....	61
5.2.	Caracterização dos Agregados.....	62
5.2.1.	Análise Química - Fluorescência de Raios X (FRX).....	62
5.2.2.	Análise Granulométrica.....	62
5.3.	Caracterização das Argamassas.....	63
5.3.1.	Caracterização Visual.....	63
5.3.2.	Análise Mineralógica - Difractometria de Raios X (DRX).....	66
5.3.3.	Análise Química - Fluorescência de Raios X (FRX).....	70
5.3.4.	Estimativa da Relação Agregado/Ligante em Peso por Dissolução Ácida.....	75
5.3.5.	Absorção de Água por Capilaridade.....	77

Índice

5.3.6.	Determinação da Secagem	80
5.3.7.	Resistência à Compressão	82
6.	Conclusão	87
6.1.	Desenvolvimentos Futuros	88
7.	Referências Bibliográficas	89

Índice de Figuras

Figura 1.	Forno de Cal, Tarrafal de Monte Trigo, Santo Antão	10
Figura 2.	Apanha de areia no leito de uma ribeira, Porto Novo, Santo Antão	16
Figura 3.	Britadeira, Porto Novo, Santo Antão	17
Figura 4.	Eflorescências provocadas pela ascensão capilar de humidade, Liceu Velho, Mindelo São Vicente	23
Figura 5.	Colonização biológica por fungos, Liceu Velho, Mindelo, São Vicente	23
Figura 6.	Exemplos de trabalho de reabilitação com argamassa à base de cimento, Liceu Velho, São Vicente	24
Figura 7.	Mapa de Cabo Verde (embcv, 2011).....	29
Figura 8.	Igreja N. S ^a da Luz, Alcatrazes	33
Figura 9.	Habitação perto da Igreja Nossa Sra. Da Luz, Alcatrazes	33
Figura 10.	Cais do Tarrafal.....	34
Figura 11.	Casa da Alfândega no Tarrafal	34
Figura 12.	Mercado da Assomada.....	35
Figura 13.	Fortim d'el Rei	35
Figura 14.	Antigo Quartel/Liceu Velho.....	37
Figura 15.	Capitania dos Portos “Torre de Belém”	38
Figura 16.	Edifício Ferro & C. ^a /Quintal da Vascónia	38
Figura 17.	Antigo Consulado Inglês	39
Figura 18.	Farol Fontes Pereira de Melo e casa anexa	40
Figura 19.	Placa da fachada do Farol Fontes Pereira de Melo.....	40
Figura 20.	Residência Municipal da Ribeira Grande na Ponta de Sol	40
Figura 21.	Ruínas de antiga casa comercial na Ponta de Sol, Ribeira Grande	41
Figura 22.	Antiga Leprosaria na Sinagoga, Ribeira Grande	41
Figura 23.	Seminário de São Nicolau, Ribeira Brava	42

Índice

Figura 24. Edifício de Habitação, Ribeira Brava	42
Figura 25. Edifício de habitação em Lombinho, Ribeira Brava	43
Figura 26. Revestimento Exterior, Igreja N. S ^a Da Luz, Alcatrazes.....	45
Figura 27. Revestimento Exterior, Igreja N. S ^a Da Luz	45
Figura 28. Cais do Tarrafal,.....	45
Figura 29. Bloco caído do cais do Tarrafal (CV - TR-PM3).....	45
Figura 30. Revestimento exterior da casa da Alfândega do Tarrafal.....	46
Figura 31. Mercado da Assomada.....	46
Figura 32. Revestimento exterior do Mercado da Assomada	46
Figura 33. Revestimento interior da cozinha do Fortim d’El Rei	47
Figura 34. Revestimento interior do Fortim d’El Rei.....	47
Figura 35. Indicação do local de recolha de reboco exterior, Liceu Velho	47
Figura 36. Revestimento Exterior, Quintal da Vascónia	48
Figura 37. Revestimento Exterior, Quintal da Vascónia	48
Figura 38. Revestimento Exterior do Antigo Consulado Inglês.....	48
Figura 39. Revestimento Interior do Antigo Consulado Inglês	48
Figura 40. Argamassa de alvenaria	49
Figura 41. Revestimento interior do Farol (CV - SAPL-FR1)	49
Figura 42. Revestimento Exterior do Farol (CV - SAPL-FR2)	49
Figura 43. Recolha de argamassa do revestimento da Casa anexa ao Farol (CV - SAPL-CF2)	50
Figura 44. Revestimento Interior da casa anexa ao Farol (CV - SAPL-CF1).....	50
Figura 45. Argamassa de revestimento interior, Residência Municipal	50
Figura 46. Localização da recolha de reboco exterior, Residência Municipal	50
Figura 47. Recolha de argamassa de revestimento em alvenaria de taipa, Casa Comercial Cohen e irmãos.....	51
Figura 48. Revestimento exterior, Casa Comercial Cohen e irmãos.....	51

Figura 49. Revestimento interior, Sinagoga.....	51
Figura 50. Revestimento exterior, Sinagoga	51
Figura 51. Revestimento exterior, Seminário de S. Nicolau (CV-RB-2).....	52
Figura 52. Edifício de habitação, Ribeira Brava, São Nicolau.....	52
Figura 53. Revestimento exterior Ribeira Brava, São Nicolau (CV-RB-1).....	52
Figura 54. Revestimento exterior, Casa de Habitação, Lombinho, Ribeira Brava (CV-RB-3)..	53
Figura 55. Areia, britadeira em Porto Novo, Santo Antão	55
Figura 56. Pozolana recolhida na zona de Fundão, Porto Novo, Santo Antão	55
Figura 57. Pozolana (Jorra Branca) recolhida numa obra em Porto Novo proveniente de Lajedos	55
Figura 58. Organigrama utilizado no estudo das argamassas	57
Figura 59. Ensaio de absorção de água por capilaridade.....	59
Figura 60. Ensaio determinação da secagem.....	59
Figura 61. Provete para ensaio de resistência à compressão com confinamento	60
Figura 62. Análise Granulométrica da pozolana (CV-JB).....	62
Figura 63. Análise granulométrica das areias	63
Figura 64. Análise Granulométrica da jorra preta	63
Figura 65. Coeficiente de capilaridade das argamassas da ilha de Santiago.....	78
Figura 66. Coeficiente de capilaridade das argamassas de São Vicente	78
Figura 67. Coeficiente de Capilaridade das argamassas de Santo Antão	79
Figura 68. Coeficiente de capilaridade das argamassas de São Nicolau.....	79
Figura 69. Provete para ensaio de resistência à compressão da amostra CV-RP-MN2	82
Figura 70. Resistência à compressão das argamassas de Santiago	83
Figura 71. Rotura da amostra CV-SV-FT3, sem argamassa de confinamento, ensaio de resistência à compressão.....	83
Figura 72. Amostra CV-SV-V, após rotura, ensaio de resistência à compressão	84

Índice

Figura 73. Resistência à compressão das argamassas de São Vicente	84
Figura 74. Resistência à compressão das argamassas de Santo Antão	85
Figura 75. Resistência à compressão das argamassas de São Nicolau	86

Índice de Tabelas

Tabela 1. Principais características das pozolanas Naturais de Santo Antão (COUTINHO, 1988).....	12
Tabela 2. Critérios Gerais de decisão sobre o tipo de intervenção (VEIGA M. R., 2003)	26
Tabela 3. Técnicas de Caracterização e Ensaio em Argamassas Antigas: Ensaio <i>in situ</i> (VEIGA M. R., 2003)	27
Tabela 4. Técnicas de caracterização e ensaio de argamassas antigas: Ensaio em laboratório sobre amostras recolhidas em obra (VEIGA M. R., 2003)	28
Tabela 5. Amostras, proveniência e função.....	53
Tabela 6. Composição Química determinada por FRX das pozolanas de Santo Antão.....	61
Tabela 7. Composição Química determinada por FRX do agregado, Jorra Preta	62
Tabela 8. Ensaio realizados por amostra.....	65
Tabela 9. Análise DRX nas amostras provenientes de Santiago.....	67
Tabela 10. Análise DRX das amostras provenientes de São Vicente.....	68
Tabela 11. Análise DRX das amostras provenientes de Santo Antão	70
Tabela 12. Composição Química determinada por FRX nas amostras provenientes de Santiago	72
Tabela 13. Composição Química determinada por FRX nas amostras de São Vicente.....	73
Tabela 14. Composição Química determinada por FRX das amostras provenientes de Santo Antão	74
Tabela 15. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de Santiago	75
Tabela 16. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de São Vicente	75
Tabela 17. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de Santo Antão	76
Tabela 18. Índices de Secagem das argamassas de Santiago.....	80
Tabela 19. Índices de Secagem das argamassas de São Vicente.....	81
Tabela 20. Índices de Secagem das argamassas provenientes de Santo Antão.....	81

Índice

Tabela 21. Índices de secagem das argamassas de São Nicolau	81
---	----

1. INTRODUÇÃO

Os edifícios representam e encerram em si, os materiais, as técnicas e os meios existentes na época e no local em que foram construídos. Épocas e locais de construção diferentes significam conhecimentos distintos, hábitos socioculturais diversos, métodos e materiais construtivos distintos.

O estudo e salvaguarda do património arquitetónico assume nos nossos dias uma progressiva importância, como veículo de transmissão de culturas e história das nações.

Tal facto tem suscitado um conjunto alargado de intervenções de conservação, não só em edifícios históricos, como também habitacionais, comerciais e industriais. Entende-se ser esta uma forma de melhor compreender e preservar hábitos e costumes das diferentes sociedades, conservando-se a memória dos povos.

Essa progressiva consciencialização para a pertinência da preservação da diversidade arquitetónica levou a que diversas organizações internacionais, tais como UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura, Conselho da Europa e a ICOMOS - Internacional Council on Monuments and Sites (Conselho Internacional dos Monumentos e dos Sítios) se empenhassem na averiguação e difusão de diferentes normas técnicas e jurídicas, enquanto elementos orientadores dos Estados, na sua missão de identificação e conservação do património edificado.

Assim, de acordo com essas normas quando se intervém num edifício antigo quer seja considerado monumento ou não, esta perceção é de primordial importância. Os trabalhos de reabilitação, conservação ou manutenção a executar só poderão ser eficazes e duradouros, se existir esse respeito e entendimento. Não será necessário efetuar estes procedimentos exatamente como à data da construção, mas tal exigirá uma adaptação ao que hoje sabemos que antes se fazia, sob pena de se descaracterizar o edifício, perdendo-se a sua identidade, ou mesmo comprometendo-se a sua durabilidade.

Os revestimentos têm grande repercussão na durabilidade de uma construção devido ao papel protetor das alvenarias. A compatibilidade entre os materiais com que são executadas as alvenarias, as argamassas de assentamento e de reboco fomenta o adequado funcionamento da parede e um conseqüente aumento de durabilidade.

Introdução

A degradação dos revestimentos de paredes, mesmo quando superficial, afeta muito a aparência dos edifícios e confere-lhes um ar de decadência.

Em Cabo Verde quando se fala em reparação de revestimentos passa-se de imediato à substituição do revestimento existente por outro com aspeto semelhante ou seja, remove-se o revestimento antigo, perdendo-se para sempre um testemunho valioso, irrepetível, de uma estética e de uma tecnologia únicas, substituindo-se, na maioria dos casos por um revestimento novo, mais homogéneo, mais impermeável, e com maior resistência mecânica, portanto supostamente com melhores características e mais duradouro, que no entanto acaba por descaracterizar o edifício do ponto de vista estético revelando-se um revestimento que envelhece depressa e, que na maior parte das vezes acelera a degradação do conjunto.

Este procedimento deve-se à reduzida sensibilidade dos técnicos responsáveis para a conservação do património, à falta de mão-de-obra especializada e a objetivos de diminuição do custo e do prazo das obras, pois antigamente a execução e a colocação das argamassas era um processo bastante moroso.

Assim é de extrema importância fomentar a aplicação, em obras de conservação e restauro, de argamassas que sejam compatíveis com as paredes existentes, utilizando produtos disponíveis no mercado, e ao mesmo tempo adequados à prática construtiva atual.

1.1. Objetivos

Com este trabalho pretende-se sistematizar conhecimentos sobre argamassas antigas de Cabo Verde através do estudo da sua aplicação em diferentes tipos de edifícios construídos nos finais do século XIX e início do século XX, identificando os materiais que entram na sua composição e as proporções utilizadas.

Este estudo será efetuado com recurso a um conjunto de análises e ensaios a realizar sobre amostras de argamassas de edifícios antigos contemplando: difractometria de raios X (DRX), fluorescência de raios X (FRX), dissolução ácida, absorção de água por capilaridade e resistência mecânica. Para além da análise das argamassas serão executados ensaios aos agregados e às pozolanas de Cabo Verde, recorrendo-se à análise granulométrica dos agregados e à análise química das pozolanas.

Este trabalho pretende contribuir para a criação de uma base de estudo do desenvolvimento de argamassas compatíveis com edifícios antigos, colaborando para uma melhoria das intervenções de conservação em revestimentos de paredes antigas evitando a destruição de que são alvo atualmente; cooperar no estabelecimento de critérios para a conservação e reparação de revestimentos antigos; contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de conservação e reparação de revestimentos através do conhecimento das suas patologias e respetivas causas, das técnicas de reparação e do estudo das composições de revestimentos de substituição aplicáveis em várias situações e ao mesmo tempo aprofundar o conhecimento sobre tecnologias e materiais.

1.2. Organização da Dissertação:

A presente dissertação será organizada em seis capítulos.

O primeiro capítulo fará uma introdução aos objetivos e assuntos abrangidos pela dissertação.

O Capítulo 2 englobará uma abordagem sobre a história das argamassas, no que respeita à sua composição e caracterização do estado de conservação.

No Capítulo 3 será apresentado o contexto histórico e sociocultural de Cabo Verde e a identificação do património edificado, o seu estado de conservação e as políticas utilizadas, ao longo dos tempos, na salvaguarda desses valores. Neste capítulo será feita igualmente uma abordagem histórica dos edifícios objeto de estudo.

O Capítulo 4 será dedicado à análise experimental de argamassas antigas, descrevendo as amostras a analisar, assim como a metodologia de análise adotada.

No Capítulo 5 serão apresentados os resultados destas análises e será efetuada uma análise dos resultados, inferindo sobre as diferentes argamassas de revestimento aplicadas em edifícios antigos em Cabo Verde.

O último capítulo (Capítulo 6) apresentará as conclusões do trabalho desenvolvido, os resultados obtidos, o cumprimento dos objetivos e sugestões para trabalhos futuros.

2. ARGAMASSAS

Uma argamassa pode ser considerada como uma rocha artificial, constituída por fragmentos de rocha de dimensões relativamente pequenas, agregadas por um ligante que mantém a forma do conjunto e lhe confere solidez. A água, a areia ou outros agregados são misturados com minerais naturais (ligantes) que permitem produzir a “rocha artificial”. O *design* da argamassa é normalmente baseado na premissa que os vazios existentes no volume de agregados (geralmente rondam 25-40%) devem ser preenchidos com ligante, geralmente gesso, cal ou cimento, que vai também proporcionar coesão à mistura final.

2.1. Evolução Histórica das Argamassas

As primeiras argamassas conhecidas remontam à Galileia, no atual estado de Israel, e datam de há mais de 10 mil anos atrás. Desde então, o seu uso tem sido alargado, fazendo-se recurso à cal aérea e ao gesso – em separado ou em conjunto – como ligantes (JOSÉ ALVAREZ, 2005).

A utilização da cal já seria feita no período do neolítico (VELOSA, 2006). Sabe-se também que as mais antigas argamassas de asfalto foram usadas desde 3000 a.C. (A. MOROPOULO, 2005). Por outro lado, a utilização de cal resultante de processos de calcinação é conhecida desde 4000 a.C. (BOYNTON, 1980).

Para alterar as propriedades das argamassas foram utilizados ao longo do tempo, aditivos desde pozolanas naturais e artificiais, passando por adições orgânicas como óleos, leite, resina, sal e açúcar, bem como fibras animais ou vegetais (VELOSA, 2006).

A partir da produção familiar era produzida cal gorda, utilizada como ligante na realização de rebocos pintados com cores naturais ou na consolidação de alvenarias. Mais tarde, no império romano, começou-se a adicionar pozolanas às argamassas de cal. Estas têm na sua constituição alumina e sílica que, em reação com o hidróxido de cálcio forma silicatos de cálcio. As pozolanas conferem uma maior resistência mecânica à argamassa e um incremento da sua durabilidade (ALVAREZ, SEQUEIRA, & COSTA, 2005).

As primeiras argamassas hidráulicas foram encontradas nas cisternas de Jerusalém, acredita-se que construídas pelos Fenícios (1500 a.C. a 300 a.C.) (JOSÉ ALVAREZ, 2005).

Já no século XIX, Vicat (1786-1861) percebe que a cozedura de calcários siliciosos é responsável pela dissolução da sílica das rochas ácidas e a sua combinação com a cal. Tal confere à argamassa propriedades hidráulicas, permitindo-lhe fazer presa debaixo de água. O seu trabalho permitiu demonstrar que as cais hidráulicas têm origem em calcários argilosos, pelo que não era de todo obrigatório que a argila estivesse na composição original do calcário, podendo ser adicionada antes da cozedura (COUTINHO, 1988). Assim, começou a ser produzida a cal hidráulica artificial.

Os progressos tecnológicos no início do século XIX permitiram aos fornos alcançar uma maior temperatura. Isto significou o início da produção do cimento. As características que este material apresenta como: menor tempo de presa; a facilidade de manuseamento, a preparação e armazenagem no estaleiro e o melhor comportamento mecânico levou a que passasse a ser o ligante mais utilizado (ALVAREZ, SEQUEIRA, & COSTA, 2005).

2.2. Características das Argamassas

As argamassas de cal aérea em geral apresentam elevada absorção capilar mas, no entanto possuem elevada permeabilidade ao vapor de água, o que facilita a evaporação de água que possa existir no interior dos paramentos (CAVACO, 2005).

Estas argamassas mostram ter baixa resistência, mas no entanto possuem boa trabalhabilidade, elevada capacidade de deformação e retração tendo portanto pouca tendência para fissurar

As argamassas de cal aérea em ambientes húmidos e com baixa presença de dióxido de carbono (CO_2) mostram dificuldade em ganhar presa, pois o seu endurecimento e desenvolvimento da resistência mecânica resultam dos fenómenos de carbonatação. Assim, apresentam tempo de presa elevado e endurecimento lento.

O desempenho destas argamassas é fortemente condicionado pelo processo de aplicação em obra (AGOSTINHO, 2008).

As argamassas de cal hidráulica apresentam propriedades intermédias entre as argamassas de cimento e as de cal aérea (AGOSTINHO, 2008). A resistência e a retração são menores do que nas argamassas de cimento (menor tendência para fendilhar), mas maiores do que nas argamassas de cal aérea.

Argamassas

O seu coeficiente de capilaridade pelo contrário é mais elevado do que o das argamassas de cimento, mas menor do que o das argamassas de cal aérea (BOTELHO, 2008).

A presa destas argamassas acontece por reações de hidratação, tanto em ambientes secos como em ambientes muito húmidos, assim como em ambientes com fraca presença de CO₂.

As argamassas de cimento apresentam resistências mecânicas elevadas, reduzida capacidade de deformação e baixa permeabilidade.

Estas argamassas contêm maior quantidade de sais solúveis do que as argamassas de cal aérea (GONÇALVES, 2002).

A suscetibilidade à fendilhação e a elevada rigidez demonstram a desadequação da sua aplicação em edifícios antigos, nos quais apresenta um mau comportamento (J. Lanas, 2004). Para além disso apresentam um aspeto final bastante diferente das argamassas antigas, em termos de textura da superfície, e da forma como refletem a luz.

Os sais solúveis existentes na sua composição são transportados para o interior das paredes e lá cristalizam, contribuindo para a sua degradação (VEIGA M. R., 2003).

2.3. Constituição das Argamassas Antigas

As argamassas antigas são constituídas por ligante (Cal Aérea), agregados e água, incluindo por vezes adjuvantes.

2.3.1. Cal

A cal é obtida essencialmente a partir da calcinação de rocha calcária ou, em casos em que não existe matéria-prima, de calcários marinhos.

Produzida a partir de materiais naturais, a cal pode variar no seu conteúdo. Pequenas percentagens de sílica, alumina ou outros minerais argilosos podem alterar as qualidades da presa (MARQUES, 2005).

Uma característica que divide as argamassas de cal é a sua hidraulicidade, ou seja, a capacidade de uma argamassa estabelecer presa debaixo de água, sem contacto com o dióxido de carbono da atmosfera.

Apenas as cals mais puras formadas de pedra calcária podem produzir uma cal suficientemente pura para a sua presa depender apenas da carbonatação ao ar.

Outras pedras calcárias, como os mármore ou depósitos marinhos, contêm uma quantidade suficiente de outros constituintes (entre 10 a 15% de argilas), para produzir cal com percentagens substanciais de sílica ou alumina. Isto leva a reações químicas de presa semelhantes às dos cimentos quando se adiciona água.

As argamassas de cal são habitualmente designadas por não hidráulicas, embora possam apresentar carácter hidráulico se tiverem sido adicionadas de algumas substâncias pozolânicas, ou se a quantidade de argilas ou silicatos na rocha de origem exceder 10% em massa. É o caso de algumas rochas calcárias, como os mármore (rocha calcária metaforizada) ou das conchas de moluscos (MARQUES, 2005).

2.3.1.1. Cal Aérea

A cal aérea é produzida por cozedura – a 800 /1000 °C – de rochas calcárias puras (com percentagem de carbonato de cálcio não inferior a 95%), sendo constituídas principalmente por óxido ou hidróxido de cálcio.

A coloração da cal aérea é branca e apresenta grande finura, conferindo às argamassas elevada plasticidade.

As argamassas de cal aérea só adquirem as capacidades mecânicas ao fim de muito tempo e por carbonatação. Não fazem presa debaixo de água, uma vez que não têm propriedades hidráulicas.

Quanto ao teor de impurezas, a cal aérea divide-se em gorda e magra. A cal aérea gorda deriva de calcários quase puros, com teor de carbonato não inferiores a 99 % e apresenta cor branca. A cal aérea magra deriva de calcários com teores de argila e de outras impurezas, compreendidos entre 1 e 5 % e apresenta cor acinzentada (VEIGA M. , 2005).

Chamam-se gordas às primeiras devido às suas propriedades plásticas, pois trata-se de cais facilmente trabalháveis e bastante macias. As cais magras não são tão fáceis de trabalhar nem tão macias. A reação de presa é a mesma para qualquer delas (COUTINHO J. d., 2006).

A matéria-prima é extraída da pedreira e selecionada através do equipamento de britagem e crivagem e depois transportada para o forno, onde com uma temperatura entre os 800 e os 900°C ocorre a descarbonatação e a transformação em cal viva, sofrendo a seguinte reação:



Argamassas

A cal viva é uma cal aérea constituída por óxido de cálcio e por óxido de magnésio, consoante a rocha de origem seja calcária ou dolomítica. Posteriormente, a cal é apagada e hidratada segundo a equação.



Antes de ser aplicada, a cal viva tem de ser extinta (hidratada), resultando daí o hidróxido de cálcio também conhecido por cal hidratada, por cal extinta e/ou por cal apagada. Este processo consiste na adição de água à cal viva, o que vai provocar uma reação química exotérmica que provoca efervescência e grande libertação de calor (podendo chegar aos 300°C).

A água utilizada no processo não deverá conter impurezas tais como sais solúveis, pois elas viriam a aparecer futuramente na argamassa, fazendo migrar os sais para as superfícies das construções (eflorescências).

Podemos identificar três processos para a extinção ou hidratação da cal:

- 1) Extinção ordinária: imersão de cal viva em água, dando origem a cal apagada;
- 2) Imersão: colocação da cal em água por alguns segundos, após os quais é retirada, criando cal em pó;
- 3) Extinção:
 - a. Extinção espontânea: colocação de cal viva partida em pequenos fragmentos à ação atmosférica, em local húmido mas que seja abrigado, sendo a humidade absorvida lentamente. Neste processo, ao fim de aproximadamente três meses tem-se o produto obtido, designado por cal gorda. Este é um produto de muito melhor qualidade do que aquele que resulta por qualquer dos métodos anteriores.
 - b. Extinção por irrigação: o processo mais comum consiste na colocação de cal viva, partida em pequenos fragmentos, sobre tabuleiros de madeira, calmamente regados. A vantagem deste método reside na reação que é mais lenta. Ao contrário do método de extinção espontânea, é um método mais rápido.

O produto obtido após o processo de extinção ou hidratação tem de ser crivado em peneiros de rede metálica fina, para serem retiradas todas as pedras e impurezas, sendo colocado o produto filtrado em repouso num recipiente alto.

O endurecimento da cal aérea é feito em duas fases. Na primeira, dá-se a evaporação da humidade em excesso. Na segunda, chamada de recarbonatação, dá-se uma reação química muito lenta, ao ar.

A velocidade desta fase depende da temperatura, da estrutura porosa e da humidade da pasta, podendo levar vários anos a completar-se.

A pasta de cal, ao secar, retrai e fatura, se não for utilizado agregado. Para evitar a retração de secagem adiciona-se areia às argamassas de cal (COSTA & COELHO).

O fabrico da cal é determinante para o seu desempenho como ligante, sendo importante que a cal tenha sido bem cozida, para que não existam grãos de material inerte. A presença de grãos de óxido de cálcio por extinguir origina defeitos nos rebocos, devido à expansão que ocorre durante a hidratação da cal (AGOSTINHO C. S., 2008).

A cal aérea não ganha presa nem endurece na água. No entanto, é ainda mais solúvel em água salgada, pelo que não pode ser usada em obras hidráulicas ou marítimas

A cal aérea tem várias utilizações na construção, seja no fabrico de blocos silico-calcários ou como argamassa para juntas e de reboco. Quando misturada com gesso, forma o estuque.

Em Cabo Verde a cal era um ligante bastante utilizado no passado em trabalhos de assentamento impermeável de alvenarias e revestimentos de paredes (FERREIRA & CARVALHO, 2003).

A cal utilizada na construção em Cabo Verde era produzida localmente existindo também registo de importação deste material.

Em 1851 foi determinada, por decreto régio, a isenção de quaisquer direitos de importação de vários materiais de construção sendo um deles a cal (Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo, 1984). Em 1938 diferentes “hiates” procedentes do reino desembarcaram no Porto Grande (Mindelo, S. Vicente) entre outros materiais, barricas de cal para a edificação da cidade do Mindelo (SILVA, 2000).

No fim do século XIX em São Vicente havia fabrico de cal (5 fornos) com uma produção anual entre os 45 e 88 metros cúbicos (Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo, 1984).

Em Cabo Verde a cal era produzida nas diversas ilhas especialmente na da Boa Vista (Lopes, 2001). A ilha do Maio dispõe igualmente de reservas de matéria-prima para o processamento de cal (FERREIRA & CARVALHO, 2003).

Argamassas

No Tarrafal de Monte Trigo, em Santo Antão, persistem ruínas de um antigo forno de cal (Figura 1).



Figura 1. Forno de Cal, Tarrafal de Monte Trigo, Santo Antão

2.3.2. Pozolanas

As pozolanas são substâncias naturais ou artificiais de composição siliciosa (SiO_2) ou silico-aluminosa (SiO_2 e Al_2O_3) e contêm, adicionalmente, óxido de ferro (Fe_2O_3) e outros óxidos. Possuem poucas ou nenhuma propriedade cimentícia mas que finamente divididos e na presença de humidade reagirão quimicamente com álcalis e hidróxidos alcalino-terrosos a temperaturas vulgares formando ou ajudando à formação de compostos com propriedades cimentícias (VELOSA, 2006).

As pozolanas são conhecidas desde a antiguidade, onde foram largamente utilizadas, constituindo o único ligante hidráulico então usado.

As pozolanas podem ser divididas em duas categorias: pozolanas naturais e pozolanas artificiais.

As pozolanas naturais são de origem vulcânica, sendo encontradas em zonas onde ocorrem ou ocorreram fenómenos vulcânicos. Resultam de magmas geralmente ácidos, isto é, ricos em sílica, que solidificam rapidamente durante uma erupção e que ficam no estado amorfo, ou criptocristalino. No geral, o desenvolvimento destes materiais limita-se a britagem e moagem.

Tendo como base um elevado conteúdo em sílica amorfa, é possível dividir os materiais pozolânicos naturais em duas proveniências distintas: materiais de origem vulcânica ou sedimentar (VELOSA, 2006).

a) Pozolanas Naturais de origem vulcânica

Os materiais de origem piroclástica podem ser subdivididos, tendo em conta o seu processo de formação: os tufos e o *trass* pertencem ao grupo das rochas coesivas resultantes de processos de alteração (zeolitizadas); as pozolanas italianas, a terra de Santorini e os riólitos, entre outros, pertencem ao grupo das rochas não coesivas, resultantes de explosões vulcânicas seguidas de rápido arrefecimento e designadas também por vidro vulcânico.

Devido à natureza vulcânica destes materiais, a sua existência dissemina-se por locais onde existe ou existiu atividade eruptiva, sendo portanto um material abundante, presente em todos os continentes.

Sendo materiais naturais, formados sob diferentes condições e com diferentes composições, existem pozolanas com características diversas e conhecidas por diferentes designações (VELOSA, 2006).

Cada um destes materiais tem características específicas, tanto ao nível de coloração como de composição.

Como exemplo, temos a pozolana de Santo Antão (originária da Ilha de Santo Antão em Cabo Verde) que foi formada a partir de uma erupção violenta, de grande amplitude e regularidade, que permitiu a formação de uma cinza, posteriormente aglomerada e alterada por ação de águas carbonatadas (Tufo vulcânico provavelmente andenisico) (COUTINHO A. S., 1958).

As principais características das pozolanas de Santo Antão são as indicadas na tabela 1.

Tabela 1. Principais características das pozolanas Naturais de Santo Antão (COUTINHO, 1988)

Características principais:	
Análise Química (%)	
Perda de peso entre:	
100°C a 500°C	10,6
500°C a 1000°C	1,7
Sílica – SiO₂	49,8
Alumina – Al₂O₃	20,3
Óxido de Ferro (III) – Fe₂O₃	2,2
Óxido de Cálcio – CaO	1,8
Óxido de Magnésio – MgO	1,7
Trióxido de Enxofre – SO₃	0,3
Óxido de Sódio – Na₂O	6,0
Óxido de Potássio – K₂O	5,0
Tensões de rotura em pasta normal de cal (MPa)	
Flexão, a 7 dias	2,0
Flexão, a 28 dias	3,9
Compressão, a 7 dias	4,7
Compressão, a 28 dias	10,5
Superfície Específica Blaine (cm²/g)	4270

b) Pozolanas Naturais de origem sedimentar

A terra diatomácea ou diatomito (produto mineral resultante da fossilização das conchas siliciosas de organismos unicelulares) é outra fonte abundante de sílica reativa na natureza, de origem sedimentar, que pode ser encontrada no estado puro ou incorporando argila (moler).

O gaize, também de origem sedimentar, contém sílica reativa; contudo, esta rocha é utilizada principalmente após cozedura a 900°C, formando uma pozolana artificial (VELOSA, 2006).

Os materiais pozolânicos artificiais surgem da calcinação de materiais naturais em condições específicas ou são provenientes de subprodutos industriais. Como exemplo argila cozida; metacaulino; cinzas volantes; sílica de fumo / microsíllica; vidro moído e materiais, produzidos a partir da queima de resíduos (agrícolas, industriais, urbanos e hospitalares).

As pozolanas não endurecem quando misturadas com água, no entanto na presença de água reagem com o hidróxido de cálcio da cal, à temperatura ambiente formando silicatos e aluminatos de cálcio hidratados – CSH (silicato de cálcio hidratado) e CAH (aluminato de cálcio hidratado), que originam um aumento da resistência mecânica durante a presa relativamente a argamassas de cal tradicional (BARONIO & BINDA, 1997).

A adição das pozolanas às argamassas de cal tem como vantagens o aumento da resistência mecânica e a diminuição do tempo de presa, mesmo debaixo de água.

No entanto apresenta como desvantagens a diminuição da capacidade de suportar deformações e da permeabilidade à água e aos vapores. A presença de alguns sais solúveis pode levar à formação de eflorescências e processos de dissolução-cristalização de sais que podem induzir algumas tensões na argamassa. A redução da porosidade vai favorecer a resistência da argamassa a estes tipos de degradação.

Comparando os aditivos pozolânicos existentes, a pozolana natural, quando adicionada a argamassas de cal, é a que apresenta maiores vantagens seguida do pó de tijolo finamente pulverizado (possui maior área superficial específica, logo maior área propícia a reações hidráulicas) proveniente da queima a 600-900 °C. Pós de tijolos refratários ou de tijolos processados a altas temperaturas são mais suaves, mas satisfatórios (exceto se a sua produção ocorrer a temperaturas demasiado elevadas), e todas as formas de tijolo pulverizado são mais efetivas se usadas em volume igual ou maior que o da própria cal.

Nem todos os cerâmicos fragmentados ou pulverizados são pozolanas efetivas devido às suas composições químicas, fracas em compostos alumino-siliciosos, e às temperaturas de processamento demasiado elevadas (MARQUES, 2005).

Muitas pozolanas naturais não apresentam a reatividade necessária para serem usadas como aditivo pozolânico e, sendo privilegiadas as pozolanas artificiais.

2.3.3. Agregados

Os agregados são constituintes praticamente inertes na formulação das argamassas.

Estes podem ser classificados, tendo em atenção a origem, a dimensão das partículas e a sua massa volúmica. Deste modo, podemos ter agregados naturais ou artificiais, grossos ou finos (as areias), leves ou de elevada massa volúmica (FARIA, 2004).

Os agregados, geralmente areia e algum cascalho em menor percentagem, ou em alguns casos brita ou cerâmicos fragmentados, são normalmente o componente maioritário das argamassas, pelo que qualquer variação na sua qualidade vai ter um efeito considerável nas propriedades finais do material (MARQUES, 2005).

Apesar de não serem coesivos, têm um papel determinante na compacidade e retração das argamassas.

Argamassas

A natureza inerente a agregados, como o baixo coeficiente de expansão térmica e durabilidade são importantes. A forma e a utilização de agregados com granulometria adequada contribuem para o incremento da resistência mecânica e durabilidade das argamassas, bem como a possibilidade de obter soluções mais económicas dado que permite o recurso a menor dosagem de ligante.

Outro aspeto importante é a percentagem e tipo de contaminantes, que por sua vez dependem do local de extração. Os agregados não devem conter sais ou matéria orgânica (AGOSTINHO C. S., 2008).

2.3.3.1. Areias

A ASTM (American Society for Testing and Materials) define a areia natural como o agregado fino resultante da desintegração ou da abrasão de rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas, devendo passar quase inteiramente no crivo de 4,5 mm. Vários estudos mostram que os agregados utilizados em argamassas de construção civil apresentam maioritariamente partículas entre os 0,150 e 0,250 mm (MARQUES, 2005).

Vitruvius identifica três tipos de areias diferentes: de rio, de mar e de mina. Mencionando que a areia de mina é de ótima qualidade, superior à de rio, e por ultimo à de mar, que pode provocar a desagregação das argamassas por ação dos sais.

Contudo, não é a mais adequada para incorporação em rebocos pois provoca fissuração, sendo a mais apropriada a areia de rio (VELOSA, 2006).

As areias podem ter origem natural, siliciosas, geralmente provenientes de rio ou de areeiro (partículas arredondadas e lisas), ou serem resultantes da britagem do material extraído de pedreiras, de natureza calcária (angulosas).

A areia funciona como o esqueleto da argamassa que ganha coesão pela ligação dos seus grãos ao ligante, pelo que a qualidade do agregado é fundamental no comportamento global da pasta (MARGALHA, VEIGA, & BRITO).

Nas argamassas de cal, o tipo e a granulometria da areia vão influenciar a cor, a textura, a resistência à porosidade e muitos outros aspetos (KANAN, 2008).

A mistura da areia nas argamassas de cal separa as partículas de cal, o que facilita a reação química da carbonatação e permite distribuir as retrações que eventualmente ocorram por toda a massa.

As areias devem ser bem graduadas isto é, devem ser constituídas por grãos de várias dimensões, mas sem excesso de grãos muito finos ou muito grossos, de modo a conferir uma melhor compacidade e trabalhabilidade às argamassas (SÁ, 2005).

As areias com maior volume de vazios (areias mal graduadas) afetam a estrutura porosa da argamassa exigindo traços mais ricos em ligante, o que poderá provocar consequências negativas ao nível da retração.

Teoricamente não ocorreria retração caso fosse possível maximizar a compacidade através da utilização de areias com granulometrias que permitissem que os espaços vazios deixados pelas partículas de areia fossem preenchidos com as partículas de cal (ligante) (BOTELHO P. C., 2003).

Areias grossas reduzem a tendência para a fendilhação das argamassas, as mais finas reduzem a porosidade e a absorção de água destas (CAVACO, 2005).

De acordo com o tipo de acabamento pretendido deve ser definida a granulometria das areias a utilizar na formulação de argamassas. Para acabamentos mais rugosos utilizam-se areias de granulometria mais grossa, para acabamentos lisos é exigida a utilização de areias finas (CAVACO, 2005).

As areias devem ser isentas de sais e matéria orgânica, devem ser inalteráveis ao ar, à água ou à presença de outros agentes externos. Devem ainda estabelecer uma boa ligação e compatibilidade com o ligante e com os outros constituintes da argamassa, de modo a incrementar o desempenho da mistura. A presença de argila favorece o aumento da retração e consequente fissuração quando está presente em quantidades superiores a 5% da massa da areia o que deve ser tido em atenção (AGOSTINHO C. S., 2008).

Em argamassas de cal aérea, apesar da maioria das areias não reagirem diretamente com a cal, estas contribuem para o seu endurecimento e facilitam o processo de carbonatação (FARIA, 2004).

Em Cabo Verde os inertes naturais são de origem rochosa basáltica, a areia, o areão e o calhau rolado ou seixo, encontram-se depositados nos leitos e desembocaduras das ribeiras resultantes da ação erosiva dos elementos da natureza, combinada com o desgaste químico e mecânico dos maciços rochosos e com a ação da gravidade (FERREIRA & CARVALHO, 2003).

Argamassas

Quanto maior e mais comprida for a bacia hidrográfica de uma ribeira, maior será a quantidade de material transportado e depositado. Ao longo destes depósitos encontra-se matéria orgânica e minerais argilosos que contribuem para a degradação das argamassas.

Nas ribeiras, quanto mais próximo do mar, maior será a probabilidade de obtermos grande quantidade de finos.

Com a ação do mar durante os vários períodos do ano e ao longo dos anos, as areias vão sendo lavadas, transportadas para outros pontos da costa em função das correntes marítimas e retornadas à parte dunar da praia de desembocadura da ribeira.

Um outro tipo de areia natural, porém de origem orgânica, são as areias brancas que também resultam de um processo energético combinado entre a ação erosiva do mar sobre os corais calcários e a ação erosiva e de transporte de ventos constantes que chegam a originar fenómenos de movimento dunar do foro tipicamente desértico. Quanto maior for a distância de deslocação, maior será o desgaste das partículas logo maior grau de finura da areia, sendo, devido a isto, desaconselhada a utilização da areia da ilha da Boavista na formulação de argamassas (FERREIRA & CARVALHO, 2003).

As areias naturais utilizadas na construção em Cabo Verde são extraídas junto ao mar (Figura 2) o que traz o inconveniente de não serem livres de cloretos o que contribui para a manifestação de patologias nas argamassas.



Figura 2. Apanha de areia no leito de uma ribeira, Porto Novo, Santo Antão

Os agregados artificiais de Cabo Verde são obtidos com recurso a tecnologias, de desmonte mecânico de rochas (Figura 3), de equipamentos de transporte e de máquinas britadeiras adequadas às características petrográficas das rochas, e assim se produz areia rolada e calibrada conforme as exigências técnicas dos trabalhos a executar.



Figura 3. Britadeira, Porto Novo, Santo Antão

No fim do século XIX em S. Vicente já existiam algumas pedreiras (Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo, 1984).

2.3.4. Água

A água é essencial nas argamassas de ligante hidráulico pois a sua presença é determinante para desencadear as condições necessárias para estes materiais adquirirem propriedades aglutinantes. A quantidade de água utilizada na produção das argamassas condiciona a sua consistência, o processo de endurecimento, a aderência ao suporte, as características no estado endurecido e a qualidade final dos revestimentos (CAVACO, 2005).

Na produção das argamassas pode ser utilizada qualquer tipo de água desde que seja potável e o seu teor em sais solúveis (cloretos, sulfatos, nitratos) seja praticamente nulo. As águas impróprias para consumo por possuírem partículas em suspensão ou dissolvidas podem afetar as propriedades da argamassa e retardar o processo de presa. Deve-se evitar especialmente o uso de água do mar pois esta possui um teor em sais muito elevado. Também as águas minerais, mesmo as potáveis, devem ser evitadas porque têm maior dificuldade em atingir a saturação, retardando assim o processo de presa (BOTELHO P. C., 2003).

A temperatura da água tem influência no tempo de endurecimento das argamassas. Caso a temperatura da água seja superior a 30°C o processo de endurecimento é acelerado, a temperatura inferior a 7°C este processo é retardado.

Argamassas

A quantidade de água de amassadura irá influenciar fortemente, quer a aplicação quer a qualidade final das argamassas. A quantidade de água depende de vários fatores, tais como o tipo de ligante e o traço da mistura, entre outros. Uma das formas de se regular esta quantidade passa por controlar a consistência da mistura mantendo o traço constante, isto é, a quantidade de água adicionada está relacionada diretamente com a consistência da argamassa, dando origem a uma argamassa com maior ou menor fluidez. Deve-se assim utilizar o volume mínimo de água de amassadura necessário para garantir a consistência necessária para que a argamassa possa ser devidamente aplicada (AGOSTINHO C. S., 2008).

Na construção em Cabo Verde, devido à falta de água potável, são utilizadas águas salobras (águas com elevado teor de sais).

A resistência destas argamassas em comparação com as que possuem água doce na amassadura é similar, com uma ligeira aceleração da presa e um aumento das tensões de rotura iniciais (FERREIRA & CARVALHO, 2003).

A presença de sais na água de amassadura origina florescências na superfície das argamassas.

2.4. Utilização das Argamassas

As argamassas são utilizadas em diversas aplicações, que exploram algumas características em particular. Ao longo dos tempos as argamassas têm vindo a ser utilizadas como isolante para cisternas, aquedutos, diques, depósitos, etc., como material de suporte para pavimentos e mosaicos, como estuques, suporte de pinturas e frescos; reboco, ou como materiais de junção em estruturas de alvenaria (MARQUES, 2005).

Assim, podem obter-se três grandes grupos de argamassas:

- argamassas de alvenaria - cuja principal função é interligar os elementos das alvenarias (pedra, tijolo ou outros).
- de revestimento (estaque e reboco) - estas argamassas contribuem para a aparência final, bem como para a conservação bastante eficaz do edifício. Impedem a deterioração do esqueleto ao absorverem a agressão dos agentes atmosféricos (KANAN, 2008).
- de suporte para pavimentos.

Cada um destes tipos de aplicação deverá obedecer a requisitos diferentes, pelo que cada caso deve ser considerado separadamente. Embora os materiais adotem a mesma designação em todas estas situações – argamassas –, trata-se de situações muito distintas devendo assim ser consideradas segundo abordagens também diferentes (HENRRQUES & FARIA, 2008).

Neste trabalho serão estudadas e analisadas maioritariamente as argamassas de revestimento, embora também seja feita uma breve abordagem às argamassas de assentamento.

2.4.1. Argamassas de Assentamento e Preenchimento da Alvenaria

Estas argamassas têm como principal função interligar os elementos das alvenarias (pedra, tijolo ou outros). As argamassas de assentamento ajudam a dar estabilidade e a distribuir cargas e contribuem com a sua capacidade de isolante térmico e acústico. As suas principais qualidades são a resistência, a boa aderência às estruturas e a capacidade de acomodar movimentos devidos a tensões mecânicas e variações térmicas e de humidade. A argamassa de assentamento é mais fraca e porosa que a estrutura, tendo assim um comportamento mais frágil, caso hajam danos localizados.

No entanto, argamassas mais fracas possuem menor durabilidade, principalmente em condições de grandes alterações climáticas em que se verificam ciclos gelo-degelo ou de cristalização de sais. A qualidade de uma argamassa para este tipo de aplicação é assim avaliada tendo em conta quer a sua resistência e o tempo que demora a desenvolvê-la, quer a sua durabilidade para as condições de exposição esperadas. Estas argamassas são normalmente baseadas em cal ou, principalmente na atualidade, em cimentos (MARQUES, 2005).

2.4.2. Argamassas de Revestimento de Edifícios Antigos

Os revestimentos exteriores dos edifícios antigos apresentam grande diversidade de constituição e de acabamento, tendo, naturalmente, variado ao longo dos séculos, com o tipo de suporte, com a localização das construções e com a respetiva tipologia (Arquitectura Ibérica, 2006).

Argamassas

A utilização da cal como ligante quase único originava um modelo de constituição multicamada, obtida a partir de várias subcamadas, com funções específicas:

- Camadas de regularização e proteção: emboço, reboco e esboço.
- Camadas de proteção, acabamento e decoração: barramento (ou guarnecimento); pintura (em geral mineral) simples ou de ornamentação (fingidos, pintura mural) (Arquitectura Ibérica, 2006).

A composição do reboco variava com os materiais de suporte: alvenaria de pedra de várias naturezas, alvenaria de tijolo maciço, taipa ou adobe, entre outros (MATEUS, 2002).

As várias camadas de regularização e proteção dos revestimentos exteriores eram realizados com diferentes traços e composições de acordo com a natureza dos materiais usados, as características do suporte e o fim a que se destinavam.

A camada de regularização e proteção (emboço, reboco e esboço) devia apresentar uma espessura entre de 15 a 30 mm (MATEUS, 2002).

Devido às irregularidades das alvenarias, o revestimento possui por vezes espessuras maiores, encontrando-se muitas vezes uma camada com encasques em que eram usados fragmentos de tijolo ou de pedra, ou “armava-se” a camada de emboço com “grandes inertes” (fragmentos de tijolo, telha ou pedra) ou com fibras vegetais (sisal) ou animais (pelo de cabra ou crina, por exemplo) ou ainda com redes metálicas, para aumentar a resistência da camada e evitar a sua fácil desagregação com o tempo. Por outro lado encontram-se revestimentos com espessuras superiores obtidos através da execução de várias subcamadas (Arquitectura Ibérica, 2006).

As camadas de regularização e proteção eram constituídas por argamassas de cal e areia, eventualmente com adições minerais e orgânicas. Normalmente, as camadas internas tinham traços mais ricos em ligante e granulometria mais grosseira que as externas; desse modo, a deformabilidade e porosidade aumenta das camadas internas para as externas, obtendo-se bom comportamento às deformações estruturais e à água (Arquitectura Ibérica, 2006).

O emboço, a primeira camada, com espessura a variar entre os 5 e os 20mm, estabelecia o contacto com a parede e tendo na sua constituição o agregado de granulometria mais elevada; tinha como função principal proteger a base do paramento e constituir um estrato com geometria adequada à aplicação das camadas seguintes, corrigindo os defeitos de construção existentes (MATEUS, 2002).

A camada intermédia de regularização, o reboco (5 a 10mm de espessura), servia de base ao acabamento. Era executada com um agregado mais fino que o emboço.

O esboço era a camada de preparação para o acabamento, de pequena espessura, com granulometria fina e, em geral, de textura lisa. O esboço podia não existir, nomeadamente em edifícios mais pobres ou de construção menos cuidada, caso em que o acabamento final (textura do reboco e normalmente caição) era aplicado diretamente sobre o reboco.

Os barramentos, com espessura de 2 a 5 mm, são constituídos por massas finas de pasta de cal com agregados muito finos (areia de estuque, pó de pedra, pó de mármore) e incorporando por vezes aditivos (pó de tijolo, pó de carvão, pigmentos), eram aplicadas sobre o reboco em duas a três subcamadas, com finura crescente do interior para o exterior, eram utilizados como acabamento devido à sua capacidade de proteção durabilidade e potencial decorativo.

A coloração do barramento podia ser realizada através da adição de pigmentos ou podia ser pintado, caso em que era dado ao barramento um acabamento muito liso.

A camada de barramento ou guarnecimento possuía maior teor de ligante o que contrariava a regra da degressividade do teor de ligante. No entanto o aumento de flexibilidade é conferido pela redução da granulometria e da espessura das subcamadas, do interior para o exterior. Os agregados eram muito finos, de modo a obter-se uma camada lisa, compacta e bastante impermeável, resistindo assim a ações de choque e atrito, às infiltrações de água da chuva e à absorção higroscópica de humidade do ar (Arquitectura Ibérica, 2006).

Com argamassas de cal e areia eram elaborados vários tipos de acabamentos e de texturas, diretamente nos rebocos e superfícies dos revestimentos – liso talochado, raspado, polido, riscado, picado, tirolês, escocês, etc. – que proporcionavam às paredes um aspeto diversificado, exprimindo diferentes intenções estéticas e funcionais (VEIGA M. R., 2004).

2.5. Argamassas Antigas

Vários estudos têm verificado que argamassas de materiais antigos têm um desempenho surpreendentemente bom, e que conseguem manter as suas propriedades por muitos anos.

Normalmente as argamassas antigas apresentam uma constituição mais heterogénea do que as produzidas hoje, maior cristalização na sua microestrutura, alterações de constituintes, desgastes e presença de agentes deteriorantes, havendo assim maior dificuldade em

Argamassas

caracterizá-las. Uma argamassa que sobreviveu vários séculos ou décadas envelhece, havendo mudanças na sua microestrutura devido à recristalização do carbonato de cálcio formado durante a cura da argamassa (KANAN, 2008).

As fontes de matéria-prima para a produção de cal nem sempre eram tão puras quanto as de hoje, e os processos de calcinação, fornos e métodos de produção eram mais rudimentares. Assim as argamassas antigas podem apresentar certas quantidades mínimas de silicatos de cálcio e alumina provenientes das reações dessas impurezas com a cal durante um longo processo de cura, assim como fragmentos de cal e de carvão provenientes do processo de calcinação e produção, além de outras características.

As paredes exteriores dos edifícios variaram muito, na sua constituição e forma, ao longo dos séculos e de região para região. No entanto desde a antiguidade até ao aparecimento do betão armado, em meados do século XX tinham características comuns: acumulavam a função resistente com a função de proteção em relação aos agentes climáticos e às ações externas em geral. Os materiais usados na sua constituição eram mais porosos e deformáveis que os usados atualmente; e as capacidades de resistência e de proteção eram asseguradas essencialmente através da espessura.

As alvenarias eram compostas por pedra, argamassa e vazios. As argamassas fazem parte dessa composição, como aglomerantes da pedra ou do tijolo (VEIGA M. , Argamassas de cal na conservação de edifícios antigos, 2006).

Em Cabo Verde as alvenarias antigas são: alvenaria ordinária de pedra, alvenaria de pedra com estrutura de madeira em gaiola pombalina e alvenaria em taipa. Nestas alvenarias encontram-se argamassas de assentamento das pedras (apenas nos 2 primeiros casos) e de revestimento (reboco exterior e interior).

Os revestimentos exteriores assumem grande importância na conservação patrimonial: têm um papel fundamental na proteção da alvenaria antiga contra ações climáticas, choques mecânicos e contaminação ambiental. Condicionam fortemente o aspeto final das construções e podem reforçar significativamente a resistência mecânica de alvenarias fracas, aspeto relevante, já que as paredes antigas têm, em geral, funções estruturais (VEIGA M. R., 2003).

Mas, devido ao facto de estarem muito expostos a ações potencialmente destrutivas, os revestimentos são também dos elementos mais sujeitos à degradação.

O que se verifica é que com o passar do tempo e a permanente exposição dos revestimentos das fachadas dos edifícios, estes vão-se deteriorando com consequências estéticas e de durabilidade. Os materiais degradados permitem a entrada de humidade reduzindo as condições de habitabilidade no interior do edifício (FERREIRA A. , 2003).

Em Cabo Verde as principais patologias encontradas nos revestimentos exteriores em reboco são:

- Formação de eflorescências e criptoflorescências provocadas por humidade do terreno que por capilaridade atinge a parede (Figura 4) e por infiltração da água da chuva através das coberturas (Figura 5);
- Colonização biológica devido ao deficiente sistema de drenagem dos edifícios - paredes humidificadas propiciam o ataque por fungos e outros agentes biológicos;



Figura 4. Eflorescências provocadas pela ascensão capilar de humidade, Liceu Velho, Mindelo São Vicente



Figura 5. Colonização biológica por fungos, Liceu Velho, Mindelo, São Vicente

- Em trabalhos de reabilitação são utilizadas argamassas à base de cimento (Figura 6) que não são compatíveis com o suporte nem com o revestimento original, estas argamassas são pouco deformáveis e contêm sais solúveis que contaminam as paredes.

A intervenção para restituir ao revestimento o cumprimento das suas funções deverá ser efetuada, o mais cedo possível – quanto menor o dano, menor terá que ser a reparação –, e paralelamente deve atender às particularidades do problema e do edifício.



Figura 6. Exemplos de trabalho de reabilitação com argamassa à base de cimento, Liceu Velho, São Vicente

2.6. Estado de Conservação

O estado de conservação dos revestimentos existentes pode ser caracterizado pelos tipos de anomalias que revelam e pelo grau com que se manifestam (MAGALHÃES, 2002).

Surge assim, o conceito de severidade da anomalia, que está relacionado, com o grau, mais ou menos elevado, da degradação provocada, bem como com a sua reparabilidade (VEIGA M. R., 2003).

Para definição de estratégias de intervenção é necessário ter critérios bem definidos que devem basear-se, fundamentalmente, nos seguintes fatores:

- a) Valor do edifício em geral e do revestimento em particular;
- b) Estado de conservação do revestimento;
- c) Disponibilidade de meios, em termos de tecnologia, mão-de-obra, tempo e verbas (VEIGA M. , 2006).

O primeiro fator, valor do edifício, compreende vários parâmetros: valor histórico, valor arquitetónico, valor artístico, valor de raridade, valor técnico-científico, e ainda valores funcionais e económicos.

O estado do revestimento existente é um fator relevante e passível de ser avaliado e quantificado.

O terceiro fator é, em princípio, objetivo, mas é necessário um grande rigor para que não se torne um pretexto para legitimar as escolhas mais fáceis (VEIGA & AGUIAR, 2003).

A conservação do revestimento antigo através de operações de manutenção e de reparação pontual deve ser a primeira opção. Se tal for inviável, pode ser apropriada uma consolidação

do revestimento existente. Em terceiro lugar, deve encarar-se a substituição parcial em alguns paramentos, com recurso a revestimentos semelhantes aos antigos. Em último caso, pode ser necessária a remoção e substituição total.

i. Manutenção

Para prolongar a vida útil dos revestimentos é importante programar operações de manutenção periódicas, nomeadamente através de operações de limpeza e de tratamento (por exemplo com biocidas), da correção das situações que podem dar origem a infiltrações de água, que são causa de muitas outras anomalias e da reparação atempada das camadas de acabamento (barramentos e pinturas) que têm uma ação muito importante na proteção das camadas subjacentes.

A colmatação de fendas superficiais pode também enquadrar-se em operações de manutenção (VEIGA & AGUIAR, 2003).

ii. Reparações localizadas

Quando a severidade das anomalias o justificar devem fazer-se reparações localizadas nas zonas mais afetadas, por exemplo através do tratamento de fendas, da eliminação de sais ou do preenchimento de lacunas, com utilização de materiais semelhantes aos pré-existentes (VEIGA & AGUIAR, 2003).

iii. Consolidação

Quando as anomalias existentes consistem em perda de aderência ou em perda de coesão, as soluções de maior preservação implicam o uso de consolidantes, sob a forma de “pastas injetáveis” (*groutings*) que promovem a recolagem entre camadas ou entre estas e o suporte, ou de adesivos, inorgânicos ou mesmo orgânicos, para restituição da ligação entre as partículas do material.

Naturalmente, apenas se justifica recorrer à consolidação de rebocos quando o edifício, ou o revestimento é de valor elevado, quer por razões históricas ou artísticas, quer devido à raridade da técnica ou do material.

iv. Substituição parcial e substituição total

Quando as anomalias existentes são de severidade elevada, principalmente se os outros fatores também forem contrários – valor reduzido do edifício e disponibilidade de meios insuficientes – pode ser necessário substituir parte do reboco ou a sua totalidade. Por vezes, basta substituir a última camada, mais fendilhada ou contaminada por micro-organismos, ou uma determinada zona do reboco, por exemplo afetada de forma

prolongada por uma infiltração de água. Outras vezes, perante uma desagregação generalizada, por exemplo, impõe-se a substituição total. (VEIGA & AGUIAR, 2003)

Nestes casos, é de máxima importância que os materiais de substituição sejam adequados, sob pena de se correr o risco de acelerar a degradação (VEIGA M. R., 2002).

Tabela 2. Critérios Gerais de decisão sobre o tipo de intervenção (VEIGA M. R., 2003)

Tipo de Degradação	Valor Histórico, arquitetónico ou artístico	Opção de Intervenção	Seleção dos materiais	Seleção das Técnicas	Outras exigências
Degradação superficial pontual	Elevado	Conservação, e, se necessário, consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas Tradicionais e/ou Especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Conservação e se necessário, reparação localizada	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspeto	-	Reparabilidade; aspeto compatível
Degradação superficial generalizada	Elevado	Conservação, e, se necessário, consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas Tradicionais e/ou Especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Conservação e se necessário, reparação localizada	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspeto	-	Reparabilidade; aspeto compatível
Degradação Profunda pontual	Elevado	Conservação, consolidação e reparação localizada	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas Tradicionais e/ou Especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Substituição parcial	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspeto	Técnicas de Aplicação de acordo com as regras de boa arte	Reparabilidade; aspeto compatível
Degradação profunda generalizada	Elevado	Consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas Tradicionais e/ou Especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Substituição integral	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspeto	Técnicas de aplicação de acordo com as regras da boa arte	Reparabilidade; aspeto compatível

O cruzamento sistematizado destes aspetos permite o estabelecimento de uma classificação do estado de conservação do revestimento, relacionada com o tipo de intervenção mínimo (Tabela 2).

2.7. Caracterização do Estado de Conservação

Uma caracterização correta do estado de conservação e do tipo e gravidade da degradação existente é, assim, da maior importância para uma correta tomada de decisão sobre o tipo de intervenção a realizar.

Deve recorrer-se a meios de diagnóstico, para obter informação mais detalhada e quantificada do estado de conservação. Esses meios baseiam-se geralmente em ensaios, realizados, *in situ* sobre o revestimento e de laboratório, sobre amostras extraídas em obra, em locais criteriosamente escolhidos e cuidadosamente acondicionadas e transportadas.

Os ensaios *in situ* (Tabela 3) são, por vezes, difíceis de interpretar e de correlacionar com as características que se destinam a avaliar, exigindo muita experiência; os ensaios em laboratório (Tabela 4) oferecem algumas dificuldades, devido às características das amostras, geralmente sem os formatos apropriados e por vezes friáveis e frágeis ao manuseio, exigindo adaptação dos métodos (VEIGA M. R., 2003).

Tabela 3. Técnicas de Caracterização e Ensaio em Argamassas Antigas: Ensaios *in situ*
(VEIGA M. R., 2003)

Objetivo	Tipo	Ensaio
Determinação das propriedades físicas e mecânicas	Não-destrutivos	Permeabilidade à água sob baixa pressão com tubos de Carsten Resistência e módulo de elasticidade por ultrassons Avaliação de destacamentos e zonas de penetração de água por termografia de infravermelhos Avaliação do Teor em água com Humidímetro portátil Determinação da carbonatação com indicador de fenolftaleína Identificação de sais solúveis com marcadores de cor
	Semi-destrutivos e Destrutivos	Resistência Superficial: Choque de esfera e quadriculagem Resistência Interna: Penetração Controlada, Microperfuração Avaliação de Coesão: Riscagem e Abrasão Determinação de Aderência ao Suporte

Tabela 4. Técnicas de caracterização e ensaio de argamassas antigas: Ensaios em laboratório sobre amostras recolhidas em obra (VEIGA M. R., 2003)

Objetivo	Tipo	Ensaio	
Determinação das propriedades físicas	-	Massa volúmica, massa volúmica aparente e porosidade aberta total Método da Pesagem Hidrostática Distribuição porosimétrica: Porosimetris do mercúrio Absorção da água por capilaridade Resistência à compressão (método em fase exploratória)	
	Caracterização química (Composição de argamassas antigas)	Análise química	Por Via Húmida Dissolução da amostra e determinação dos elementos (resíduo insolúvel, gravimetria, volumetria) Por via instrumental Espectrografia de Raios X; Fotometria de chama; espectrofotometria de absorção atômica (EAA); espectrofotometria de emissão de plasma (ICP); Cromatografia iónica.
		Análise microestrutural	Lupa Binocular; Microscopia ótica; Microscopia eletrónica de varrimento (MEV) e Microanálise de Raios X por dispersão de energia (AXDE)
		Análise mineralógica	Difracção de raio X (DRX)
Análise Térmica		Termogravimetria (TG); Análise Térmica Diferencial (ATD)	
	Análise Orgânica	Espectroscopia de infravermelho (IV) por transformada de Fourier	

Os ensaios realizados para a caracterização das argamassas antigas têm como principais objetivos:

- (i) Determinar os materiais e as técnicas utilizadas;
- (ii) Diagnosticar as patologias e determinar as suas causas;
- (iii) Selecionar o método de intervenção.

3. PATRIMÓNIO EDIFICADO DE CABO VERDE

Neste capítulo será abordado o contexto histórico e sociocultural de Cabo Verde; a identificação do património edificado apresentando as políticas utilizadas, ao longo dos tempos, para a sua preservação e paralelamente serão introduzidos os edifícios em estudo com o respetivo enquadramento histórico.

3.1. Enquadramento Histórico de Cabo Verde

A República de Cabo Verde é um arquipélago de origem vulcânica constituído por dez ilhas situado na costa ocidental africana. O arquipélago é dividido em dois grupos de ilhas, o de Barlavento, constituído pelas ilhas de Santo Antão, São Nicolau, S. Vicente, Santa Luzia (desabitada), Sal e Boavista. O grupo de Sotavento compreende as ilhas de Santiago, onde se localiza a capital do país, a Cidade da Praia, e as ilhas do Fogo, Maio e Brava.



Figura 7. Mapa de Cabo Verde (embcv, 2011)

As ilhas de Cabo Verde foram descobertas a partir de 1460 pelos navegadores portugueses Diogo Gomes e António Nola ao serviço da coroa portuguesa (ALBUQUERQUE & SANTOS, 1991).

Em Dezembro de 1460 eram conhecidas cinco ilhas do arquipélago de Cabo Verde: Sal, Maio, Boavista, Santiago e Fogo (não se fala da ilha Brava, talvez por ser muito pequena e estar escondida atrás do Fogo). As ilhas do grupo ocidental, S. Vicente, Santo Antão, São Nicolau e Santa Luzia foram decerto descobertas entre 3 de Dezembro de 1460 e 4 de Outubro de 1462 (ALBUQUERQUE & SANTOS, 1991).

Património Edificado de Cabo Verde

O povoamento e colonização de Cabo Verde deve-se à sua privilegiada posição geográfica, não só em relação à rica região fronteira do continente africano, mas também no que toca à sua função de porto de escala obrigatória das grandes rotas da navegação atlântica.

O povoamento foi iniciado na ilha de Santiago e dele foi encarregue o capitão donatário António de Nola em 1462, acompanhado de alguns membros da sua família e de portugueses oriundos do Alentejo e do Algarve. Instalaram-se na Ribeira Grande de Santiago, dando início ao primeiro povoado (ALBUQUERQUE & SANTOS, 1991).

Os primeiros povoadores da ilha do Fogo chegaram entre 1480 e 1493 (ALBUQUERQUE & SANTOS, 1991).

Boavista e Santo Antão só foram povoadas no século XVI, embora já fossem usadas anteriormente para a criação de gado. Quanto às ilhas de S. Vicente, Santa Luzia, S. Nicolau, Sal e Brava, o seu povoamento só se realizou nos finais do século XVII e princípios do século XVIII, sendo utilizadas, tal como a Boavista e Santo Antão, para a criação de gado. Na ilha do Sal, durante estes séculos aproveitou-se para fazer igualmente a extração de sal.

Cabo Verde conquistou a sua independência em 5 de Julho de 1975 (ALBUQUERQUE & SANTOS, 1991).

3.2. Património Edificado de Cabo Verde

Foi a partir das comemorações dos quinhentos anos da descoberta do arquipélago de Cabo Verde (na década de sessenta do século XX) que surgiu a preocupação com a conservação do património de Cabo Verde. Nessa época foram feitas algumas intervenções em alguns monumentos de Cabo Verde.

No B.O. (Boletim Oficial de Cabo Verde) Nº51 de 1978 foi criada uma Comissão Nacional presidida pelo Ministro da Coordenação Económica, e Comissões Locais, presididas por delegados do Governo em cada concelho com o objetivo de promover a defesa, a conservação e o restauro dos monumentos nacionais de Cabo Verde, tendo em 1979 o Ministro da Educação e da Cultura solicitado à UNESCO um consultor para orientar a realização de um inventário dos bens culturais do país e a definição de um plano de ação governamental em favor do património cultural (Reabilitação Urbana - Mindelo, 2007).

O relatório da missão da UNESCO realizada de 27/11 a 27/12/1980 apontou que alguns aglomerados urbanos de Cabo Verde conservam ainda, na totalidade ou em parte, uma

unidade e uma escala humana representativas de uma vida urbana que tende a desaparecer sob o congestionamento, a especulação imobiliária, etc. Indicou ser necessário preservar não só as casas de sobrado mas também as pequenas casas onde vivem as camadas mais pobres da sociedade.

Este relatório identifica como centros históricos mais importantes do arquipélago, a Cidade Velha e a Cidade da Praia na ilha de Santiago, São Filipe na ilha do Fogo e a cidade do Mindelo em São Vicente. Na ilha de Santo Antão foram identificados alguns conjuntos arquitetónicos na Ponta de Sol (Rua Direita da Vila Maria Pia) e na Ribeira Grande (Praça da igreja de N. Sra. do Rosário) com arquitetura semelhante à do centro histórico do Mindelo.

O referido relatório chama ainda a atenção para a necessidade de elaboração de planos diretores para as referidas cidades, onde seja dada atenção à conservação do património edificado e indicando diretrizes para a construção de novos edifícios nos centros históricos, visando a harmonia entre o novo e o antigo: “as construções novas em terrenos vagos deverão evitar a cópia do antigo, respeitado sim a relação de volumes, de texturas e de cores do contexto no qual se inserem”.

Cabo Verde aprovou a convenção para a Salvaguarda do Património Cultural e Natural da UNESCO em Dezembro de 1987 (Decreto nº 146/87 B.O. Nº 52).

Em 1990, o Governo de Cabo Verde publicou a Lei nº 102/III/90, um instrumento para a defesa, conservação e preservação do património cultural. No entanto esta lei não impediu que se acentuasse a investida sobre os principais centros urbanos das ilhas de Santiago, Fogo e S. Vicente (IIPC, 2012).

Em Decreto Regulamentar (nº2/2004) foi criado o Instituto da Investigação e do Património Culturais (IIPC), que tem como objetivo o aperfeiçoamento técnico para a preservação e valorização da memória coletiva, do património cultural móvel, imóvel, material e imaterial de Cabo Verde (IIPC, 2012).

Em 2004 foram incluídos na lista indicativa da UNESCO como potenciais candidatos a património mundial o centro Histórico da Cidade da Praia, a Cidade de São Filipe na Ilha do Fogo, o Campo de Concentração do Tarrafal de Santiago, e a Cidade Velha, em Santiago. Esta veio a ser declarada como Património Mundial da Humanidade em 2009.

A cidade da Ribeira Brava na Ilha de São Nicolau foi classificada como património histórico nacional conforme a resolução nº 54/2010 do B.O. nº 40.

Em Janeiro de 2012 (B.O. nº6 /2012) o Centro Histórico do Mindelo foi elevado a património histórico e cultural nacional. De acordo com o inventário do património nacional elaborado em 2011 pelo IIPC prevê-se que sejam classificadas também como património nacional, em 2012, a zona do Plateau, na capital Praia, a cidade de Nova Sintra, na ilha Brava, e a Baixa de São Filipe, no Fogo.

Assim as intervenções para estes espaços devem visar a qualidade de vida dos habitantes e dos utilizadores, e a preservação dos valores históricos e culturais do passado.

3.3. Edifícios em Estudo

Para este estudo foi efetuada uma recolha de argamassas em edifícios antigos (construídos nos finais do século XIX e inícios do século XX - época colonial) localizados nas ilhas de Santiago, São Vicente, Santo Antão e São Nicolau.

3.3.1. Ilha de Santiago

Em Santiago foram efetuadas recolhas nos Concelhos de São Domingos, Tarrafal e Santa Catarina. No concelho de São Domingos na localidade de Alcatrazes na Igreja Nossa Sra. da Luz em e numa habitação antiga perto desta. No concelho do Tarrafal, as recolhas recaíram no cais de pesca do Tarrafal e casa da Alfândega. No concelho de Santa Catarina foi feita uma recolha no Mercado da Assomada.

3.3.1.1. Igreja N. S^a Da Luz

A igreja N. S^a da Luz (Figura 8), no concelho de S. Domingos, freguesia de N. S^a da Luz fica situada na Capitania dos Alcatrazes, chamada hoje de “Baía” criada em 1460. Atualmente a igreja encontra-se reabilitada.



Figura 8. Igreja N. Sª da Luz, Alcatrazes

3.3.1.2. Habitação perto da Igreja N. Sª da Luz

Habitação antiga (Figura 9) localizada em Alcatrazes, concelho de S. Domingos, freguesia de N. Sª da Luz.



Figura 9. Habitação perto da Igreja Nossa Sra. Da Luz, Alcatrazes

3.3.1.3. Cais do Tarrafal



Figura 10. Cais do Tarrafal

3.3.1.4. Casa da Alfândega (Tarrafal)



Figura 11. Casa da Alfândega no Tarrafal

3.3.1.5. Mercado da Assomada

O Mercado da Assomada, localizado em Assomada no concelho de Santa Catarina, foi requalificado no decorrer de 2011.



Figura 12. Mercado da Assomada

3.3.2. Ilha de São Vicente

Na ilha de São Vicente foram recolhidas amostras na cidade do Mindelo nos edifícios do Fortim d'el Rei (a construção mais antiga da cidade (1852)); no antigo Quartel/Liceu Velho (1873); na Capitania dos Portos “Torre de Belém” (1918); no edifício Ferro & C^a/Quintal da Vascónia (1919), edifícios estes pertencentes ao Centro Histórico do Mindelo e ainda num edifício onde em 1870 funcionava o consulado Inglês.

3.3.2.1. Fortim d'El Rei

A Fortaleza denominada o Fortim (Figura 13) é a construção mais antiga existente no Mindelo, embora tenha sido através dos tempos, sucessivamente sujeita a várias reparações e ampliações.



Figura 13. Fortim d'el Rei

Em 1852 foi definido proceder-se à construção de uma obra de fortificação do Monte da Pontinha, que seria denominada Fortim d'El Rei, para defesa do Porto Grande da ilha de S. Vicente, e de uma estrada que conduzisse ao mesmo Fortim. A construção da fortaleza foi feita segundo instruções gerais e particulares, sobre a forma, o número e a localização das portas, a grossura dos parapeitos, o escoamento as águas, as plataformas das bocas de fogo, a construção da casa do guarda e do paiol. Mais tarde e já durante a própria construção foram acrescentados outros edifícios.

«A fortaleza ou o Fortim d'El Rei, que em 1852 não era mais do que o cume de um monte dominando a villa com a bandeira nacional arvorada em um pequeno mastro, como se houvera sido uma terra novamente descoberta ou conquistada, concluiu-se no dia 24 de Junho de 1853, durante o governo do ilustrado general Fortunato José de Barreiros (...) Aquele forte, onde agora tremula com dignidade o pavilhão, é construído numa posição excelente, d'onde pode defender, quando for necessário, o Porto Grande e a sua aproximação, e acha-se artilhado com bocas-de-fogo: tem quartel para a respectiva guarnição, paiol e todas as oficinas necessárias dando acesso a esta pequena fortaleza uma bella estrada.» (Valdez, 1864) in (Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo, 1984)

Passados alguns anos depois da sua construção, constatou-se que o Fortim, como equipamento urbano vocacionado para a defesa era inoperacional. Sofreu então várias adaptações funcionais, primeiro como estação de sinais, acantonamento de tropas, e nos anos trinta como prisão, até à construção da Cadeia da Ribeirinha em 1971. (Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo, 1984).

Hoje o Fortim encontra-se muito arruinado estando previsto para a zona envolvente um empreendimento turístico.

3.3.2.2. Liceu Velho

A par do Palácio do Povo, uma das construções mais emblemáticas do Mindelo é sem dúvida o antigo edifício do Quartel, hoje apelidado carinhosamente pelos mindelenses de Liceu Velho (Figura 14). Trata-se de uma construção imponente com elevado valor histórico, patrimonial e arquitetónico.

O edifício, popularmente conhecido por Liceu Velho, é um dos edifícios mais notáveis da cidade do Mindelo devido à sua imponente presença arquitetónica e também pelo seu valor patrimonial.



Figura 14. Antigo Quartel/Liceu Velho

A sua construção teve início em 1859 com a finalidade de servir de quartel. Mais tarde em 1871 os alojamentos dos oficiais forem destinados à residência do Governador da colónia, tendo-se nessa altura efetuado obras de ampliação.

Nos anos 20, mais concretamente em 1921, depois do alojamento das tropas no novo espaço do Morro Branco, foi destinado ao Liceu Nacional Infante D. Henrique, e, paralelamente à instalação da Estação Postal e repartição dos Correios do Mindelo, que viria a ser transferida para edifício próprio em 1924.

Entre 1927 e 1932, o liceu foi alargado, com a construção de um primeiro andar e na década de 50 a escola foi ampliada através de novas construções do lado Este do edifício principal.

Com a transferência do quartel, o largo da parada, que era fechado ao público, foi aberto e passou a chamar-se Largo do Liceu ou pracinha do Correio, sendo a designação oficial Praça Dr. Duarte Silva.

Atualmente o edifício pertence à UNICV (Universidade de Cabo Verde) e nele funcionam algumas instituições como a Delegação do Ministério da Educação de S. Vicente e a MEIA (Mindelo Escola Internacional de Arte).

3.3.2.3. Capitania dos Portos («Torre de Belém»)

O edifício réplica da Torre de Belém (Figura 15) foi edificado entre 1918 e 1921 para albergar a Capitania dos Portos. A conclusão da obra incluindo os seus anexos deu-se em 1937. Ficou

devoluto após a transferência da Capitania para o novo edifício do Comando Naval. Depois de algum tempo de abandono, em 2010 sofreu uma intervenção financiada pela cooperação portuguesa, estando neste a funcionar como museu.



Figura 15. Capitania dos Portos “Torre de Belém”

3.3.2.4. Quintal da Vascónia

O edifício Quintal da Vascónia (Figura 16) foi inicialmente propriedade inglesa, e mais tarde vendido à Companhia Ferro, fundada em 1919.

A sua construção como edifício de um só piso, foi realizada pela companhia Cory Brothers em meados do século XIX. Esta deve ser uma das mais antigas construções da Rua da Praia na cidade do Mindelo.

O prédio do quintal da Vascónia foi inicialmente propriedade dos ingleses, que o venderam à companhia Ferro. Esta companhia constitui-se em 1919 e pertencia principalmente à família Ferro, que era proprietária de grandes terrenos na ilha já nos anos 1880.



Figura 16. Edifício Ferro & C.ª/Quintal da Vascónia

3.3.2.5. Antigo Consulado Inglês

Neste edifício funcionava em 1870 o consulado Inglês, dado o interesse comercial e estratégico do Porto Grande, nas relações comerciais e económicas, entre Portugal e a Inglaterra. Atualmente funciona como a sede da ONG Atelier Mar (Figura 17).



Figura 17. Antigo Consulado Inglês

3.3.3. Ilha de Santo Antão

Na ilha de Santo Antão foram feitas recolhas de argamassas em edifícios dos concelhos do Paul e Ribeira Grande. No concelho do Paul, no Farol e na casa anexa a este.

No concelho da Ribeira Grande, na Residência Municipal e numa antiga casa comercial em Ponta de Sol, e num edifício conhecido como a Antiga Leprosaria na Sinagoga.

3.3.3.1. Farol Fontes Pereira de Melo

O Farol Fontes Pereira de Melo, "Farol de Boi ou Farol da Ponta de Tumba" (Figuras 18 e 19), como é também conhecido, foi construído em 1886, e localiza-se na parte Nordeste da ilha de Santo Antão, nas proximidades da zona da Janela, e atualmente encontra-se bastante danificado.



Figura 18. Farol Fontes Pereira de Melo e casa anexa



Figura 19. Placa da fachada do Farol Fontes Pereira de Melo

3.3.3.2. Residência Municipal

O edifício foi construído para habitação do morador João Coelho Serra, passando posteriormente a residência municipal do Conselho da Ribeira Grande na Ponta de Sol (Figura 20).



Figura 20. Residência Municipal da Ribeira Grande na Ponta de Sol

3.3.3.3. Antiga Casa Comercial: Benjamin David Cohen e Irmãos

O Edifício foi construído em 1915 (Figura 21) na Ponta de Sol por famílias judaicas que desenvolveram o comércio nesta localidade. Está inserida no conjunto arquitetónico de Ponta de Sol assinalado pelo relatório da UNESCO em 1980.



Figura 21. Ruínas de antiga casa comercial na Ponta de Sol, Ribeira Grande

3.3.3.4. Antiga Leprosaria (Sinagoga)

O edifício da antiga leprosaria encontra-se em ruínas (Figura 22). Segundo relatos de alguns populares terá sido construída na década de quarenta do século passado.



Figura 22. Antiga Leprosaria na Sinagoga, Ribeira Grande

3.3.4. Ilha de São Nicolau

Na ilha de São Nicolau as recolhas de argamassas foram feitas em três edifícios do Centro Histórico da Ribeira Brava, no Seminário de S. José e em dois edifícios antigos.

3.3.4.1. Seminário/Liceu de São Nicolau

O edifício conhecido por seminário de S. Nicolau (Figura 23) foi construído no século XIX. Sabe-se que 1866, o seminário foi estabelecido na Ribeira Brava e instalado na residência do importante proprietário Dr. Júlio José Dias (Monumentos e Sítios, 2012).

Património Edificado de Cabo Verde

O início da República, em 1911, ditou o encerramento da maioria dos Seminários em Portugal, incluindo o de São José, na ilha de São Nicolau. No entanto, o mesmo ainda funcionou até 1917, altura em que foi transformado em Liceu e transferido para a cidade do Mindelo, na Ilha de São Vicente. A igreja criou, em alternativa, um instituto que funcionou de forma precária até 1931, altura em que o governo da ditadura de Salazar o mandou fechar.



Figura 23. Seminário de São Nicolau, Ribeira Brava

3.3.4.2. Edifício de Habitação

Velho edifício em elevado estado de degradação, onde funcionou durante os anos setenta e oitenta o jardim infantil “Daniel Monteiro” (Figura 24).



Figura 24. Edifício de Habitação, Ribeira Brava

3.3.4.3. Edifício de Habitação

O edifício, situado em Lombinho é a antiga residência da família St. Aubyn, (Figura 25) construída nos finais do século XIX. Está previsto que lá seja instalado o museu do Carnaval da Ribeira Brava.



Figura 25. Edifício de habitação em Lombinho, Ribeira Brava

4. ANÁLISE EXPERIMENTAL

No presente capítulo serão descritas as amostras a analisar e a metodologia de análise seguida.

4.1. Amostragem Edifícios

Os edifícios foram selecionados tendo em consideração a existência de argamassas originais e a possibilidade de efetuar recolha de amostras.

A amostragem incidiu sobre edifícios com diferentes graus de conservação, variando entre o estado de ruína e o bom estado de conservação, não sendo assim, possível seguir um plano de amostragem de forma a recolher amostras:

- de grandes quantidades de argamassa
- a diferentes alturas do solo (devido aos efeitos de capilaridade e pluviosidade)
- de diferentes fachadas (devido à orientação)

Assim, procedeu-se à recolha de argamassas efetuando o menor dano possível, optando-se por recolher rebocos já em fase de destacamento das paredes. Foram recolhidas placas de argamassa com o mínimo de 100g.

4.1.1. Amostragem na Ilha de Santiago

Na igreja N. S^a da Luz foram recolhidas 3 amostras, duas de revestimento de alvenaria de pedra (interior (CV - RP - MN1) e exterior (CV - RP - MN3)) e uma de alvenaria cerâmica, CV - RP - MN2 (Figuras 26 e 27).



Figura 26. Revestimento Exterior, Igreja N. S^a Da Luz, Alcatrazes



Figura 27. Revestimento Exterior, Igreja N. S^a Da Luz

Na Habitação perto da Igreja N. S^a da Luz em Alcatrazes foi recolhida uma amostra do reboco exterior (CV - RP - CH1).

Já no Cais do Tarrafal foi feita a recolha de argamassas de alvearia do pontão (CV - TR-PM1) e de revestimento do pontão (CV - TR-PM2) e de um bloco caído na praia (CV - TR-PM3).



Figura 28. Cais do Tarrafal,



Figura 29. Bloco caído do cais do Tarrafal (CV - TR-PM3).

No Tarrafal da Casa da Alfandega obteve-se uma amostra do reboco exterior (CV - TR-AP1) (Figura 30).



Figura 30. Revestimento exterior da casa da Alfândega do Tarrafal

Em Assomada, no mercado conseguiu-se uma amostra do revestimento exterior (CV - ASS-MR1) (Figuras 31 e 32).



Figura 31. Mercado da Assomada



Figura 32. Revestimento exterior do Mercado da Assomada

4.1.2. Amostragem na Ilha de São Vicente

Do Fortim d'El Rei foram obtidas amostras do revestimento interior (CV - SV-FT1 e CV - SV-FT2) e exterior (CV - SV-FT3) da alvenaria de pedra (Figuras 33 e 34).



Figura 33. Revestimento interior da cozinha do Fortim d'El Rei



Figura 34. Revestimento interior do Fortim d'El Rei

Já no Mindelo, no Liceu Velho apenas foi possível efetuar uma recolha de argamassa de revestimento exterior em fase de destacamento junto à ombreira da porta da varanda na fachada frontal do edifício, CV - SV-LV, (Figura 35).



Figura 35. Indicação do local de recolha de reboco exterior, Liceu Velho

Na Capitania dos Portos, a chamada «Torre de Belém» a recolha foi feita durante as obras de reabilitação em 2010 no revestimento exterior do pátio (CV - SV-TB3) e recolheram-se duas porções de argamassa de revestimento que se encontravam no entulho da obra (CV - SV-TB1; CV - SV-TB2).

Já no Quintal da Vascónia as argamassas recolhidas para amostra são do reboco exterior.



Figura 36. Revestimento Exterior, Quintal da Vascónia



Figura 37. Revestimento Exterior, Quintal da Vascónia

No edifício do Antigo Consulado Inglês as recolhas foram feitas durante as obras de reabilitação tendo sido recolhidas argamassas de revestimento (Interior (CV - SV-AM1) exterior (CV - SV-AM2)) e de assentamento (CV - SV-AM3).



Figura 38. Revestimento Exterior do Antigo Consulado Inglês



Figura 39. Revestimento Interior do Antigo Consulado Inglês



Figura 40. Argamassa de alvenaria

4.1.3. Amostragem na Ilha de Santo Antão

No Farol Fontes Pereira de Melo foram obtidas amostras no Farol e na casa anexa a este de rebocos exteriores e interiores (Figuras 41, 42, 43 e 44).



Figura 41. Revestimento interior do Farol (CV - SAPL-FR1)



Figura 42. Revestimento Exterior do Farol (CV - SAPL-FR2)



Figura 43. Recolha de argamassa do revestimento da Casa anexa ao Farol (CV - SAPL-CF2)



Figura 44. Revestimento Interior da casa anexa ao Farol (CV - SAPL-CF1)

Na residência Municipal da Ribeira Grande na Ponta do Sol, foram recolhidas amostras de argamassas de revestimento interior (CV - SAPS-RM1 e CV - SAPS-RM2) e exterior (CV - SAPS-RM3) (Figuras 45 e 46).



Figura 45. Argamassa de revestimento interior, Residência Municipal



Figura 46. Localização da recolha de reboco exterior, Residência Municipal

Na Ponta do Sol, na antiga casa comercial David Cohen e Irmãos recolheram-se 3 amostras de revestimento interior em alvenaria de taipa, figura 47, (CV - SAPS-CH1; CV - SAPS-CH2 e CV - SAPS-CH3) e uma de reboco exterior, Figura 48, (alvenaria de pedra (CV - SAPS-CH4)).



Figura 47. Recolha de argamassa de revestimento em alvenaria de taipa, Casa Comercial Cohen e irmãos



Figura 48. Revestimento exterior, Casa Comercial Cohen e irmãos

Na localidade de Sinagoga no Edifício da Antiga Leprosaria, que se encontra em ruínas, foram recolhidas amostras do revestimento da alvenaria em pedra no interior (CV -SN1) e no exterior (CV-SN2) (Figuras 49 e 50). Devido ao avançado estado de degradação do edifício as argamassas interiores encontram-se expostas às condições atmosféricas.



Figura 49. Revestimento interior, Sinagoga



Figura 50. Revestimento exterior, Sinagoga

4.1.4. Amostragem na Ilha de São Nicolau

Na vila da Ribeira Brava foram feitas recolhas de argamassas de revestimento exterior no Seminário de S. Nicolau (Figura 51), e em dois edifícios de habitação na Ribeira Brava (Figuras 52, 53 e 54).



Figura 51. Revestimento exterior, Seminário de S. Nicolau (CV-RB-2)



Figura 52. Edifício de habitação, Ribeira Brava, São Nicolau



Figura 53. Revestimento exterior Ribeira Brava, São Nicolau (CV-RB-1)



Figura 54. Revestimento exterior, Casa de Habitação, Lombinho, Ribeira Brava (CV-RB-3)

A tabela seguinte (Tabela 5) faz uma síntese das argamassas recolhidas.

Tabela 5. Amostras, proveniência e função

Amostra	Local	Edifício	Função
CV - RP - MN1	Alcatrazes (RP)	Igreja (MN)	Revestimento interior
CV - RP - MN2	Alcatrazes (RP)	Igreja (MN)	Argamassa de revestimento de alvenaria cerâmica
CV - RP - MN3	Alcatrazes (RP)	Igreja (MN)	Revestimento exterior
CV - RP - CH1	Alcatrazes (RP)	Habitação antiga (CH) próximo da Igreja (MN)	Revestimento exterior
CV - TR - PM1	Tarrafal, Santiago (TR)	Porto Marítimo (PM)	Argamassa de alvenaria do pontão
CV - TR - PM2	Tarrafal, Santiago (TR)	Porto Marítimo (PM)	Argamassa de revestimento do pontão
CV - TR - PM3	Tarrafal, Santiago (TR)	Porto Marítimo (PM)	Argamassa de Revestimento Bloco Caído
CV - TR - AP1	Tarrafal, Santiago (TR)	Casa da Alfandega (AP)	Argamassa de revestimento exterior
CV - ASS - MR1	Assomada (ASS)	Mercado (MR)	Revestimento exterior
CV - SV - FT1	Mindelo, Vicente (SV)	Fortim (FT)	Revestimento exterior
CV - SV - FT2 *	Mindelo, Vicente (SV)	Fortim (FT)	Revestimento interior (Cozinha)
CV - SV - FT3	Mindelo, Vicente (SV)	Fortim (FT)	Revestimento Interior
CV - SV - LV	Mindelo, Vicente (SV)	Liceu Velho (LV)	Revestimento exterior
CV - SV - TB1 *	Mindelo, Vicente (SV)	Torre de Belém (TB)	Revestimento (Entulho)
CV - SV - TB2 *	Mindelo, Vicente (SV)	Torre de Belém (TB)	Revestimento (Entulho)
CV - SV - TB3	Mindelo, Vicente (SV)	Torre de Belém (TB)	Revestimento da pilar no pátio
CV - SV - V	Mindelo, Vicente (SV)	Quintal da Vascónia (V)	Revestimento exterior
CV - SV - AM1	Mindelo, Vicente (SV)	Antigo Consulado Inglês (AM)	Revestimento interior
CV - SV - AM2	Mindelo, Vicente (SV)	Antigo Consulado Inglês (AM)	Revestimento exterior

Análise Experimental

CV - SV - AM3	Mindelo, Vicente (SV)	Antigo Consulado Inglês	Argamassa de alvenaria (AM)
CV - SAPL - FR1	Paul, Santo Antão (PL)	Farol (FR)	Revestimento interior
CV - SAPL - FR2	Paul, Santo Antão (PL)	Farol (FR)	Revestimento exterior
CV - SAPL - CF1	Paul, Santo Antão (PL)	Casa Farol (CF)	Revestimento interior
CV - SAPL - CF2	Paul, Santo Antão (PL)	Casa Farol (CF)	Revestimento exterior
CV - SAPS - RM1	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Residência Municipal (RM)	Revestimento interior
CV - SAPS - RM2	Pota de Sol, Santo Antão (PS)	Residência Municipal (RM)	Revestimento interior
CV - SAPS - RM3	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Residência Municipal (RM)	Revestimento exterior**
CV - SAPS - CH1	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Casa de Habitação (CH)	Revestimento interior**
CV - SAPS - CH2	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Casa de Habitação (CH)	Revestimento interior**
CV - SAPS - CH3	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Casa de Habitação (CH)	Revestimento interior**
CV - SAPS - CH4	Ponta de Sol, Santo Antão (PS)	Casa de Habitação (CH)	Revestimento exterior
CV- SA- SN1	Sinagoga, Ribeira Grande (SN)	Antiga leprosaria	Revestimento interior
CV – SA- SN2 *	Sinagoga, Ribeira Grande (SN)	Antiga leprosaria	Revestimento exterior
CV - RB-1	Ribeira Brava, São Nicolau (RB)	Casa de Habitação (Jardim Infantil)	Revestimento exterior
CV-RB-2	Ribeira Brava, São Nicolau (RB)	Seminário	Revestimento exterior
CV-RB-3	Lombinho, Ribeira Brava, São Nicolau (RB)	Casa de Habitação	Revestimento exterior

4.2. Amostras de Constituintes das Argamassas

Com o objetivo de caracterizar os agregados e as pozolanas utilizados na formulação das argamassas antigas de Cabo Verde recolheram-se amostras destes elementos.

4.2.1. Agregados

Foram recolhidas amostras de areia branca (CV-AB) e areia preta de extração manual (CV-AP-O) recolhidas numa obra de Porto Novo em Santo Antão, e areia preta produzida numa britadeira de Porto Novo em Santo Antão, CV-AP-05 (Figura 55).

Para além das areias foi recolhida uma amostra de jorra preta (CV-JP) numa obra em Santo Antão, proveniente da zona de Escorraletes, Porto Novo. A jorra preta normalmente não entra na composição das argamassas, no entanto foi feita uma recolha para análise.

As amostras tinham entre 400g e 1Kg.



Figura 55. Areia, britadeira em Porto Novo, Santo Antão

4.2.2. Pozolanas

Em Santo Antão foram recolhidas amostras provenientes de Pozolanas em três locais distintos: Lajedos, CV-JB, (Figura 57), na zona de Fundão, CV-P1, (Figura 56) e Ribeira de Coruginha (CV-P2) pertencentes ao concelho de Porto Novo.



Figura 56. Pozolana recolhida na zona de Fundão, Porto Novo, Santo Antão



Figura 57. Pozolana (Jorra Branca) recolhida numa obra em Porto Novo proveniente de Lajedos

4.3. Metodologia de Ensaio

4.3.1. Caracterização das Argamassas

Com a finalidade de caracterizar as argamassas antigas de Cabo Verde foram elaborados ensaios laboratoriais para determinação das propriedades mecânicas e físicas e da composição das argamassas (Figura 58).

Para a determinação das propriedades mecânicas e físicas foram realizados os ensaios de determinação da resistência mecânica e da absorção capilar.

A evolução da absorção de água ao longo do tempo é um indicador importante dos efeitos de resistência à água e daí pode-se obter informação quanto à durabilidade da argamassa.

Quanto à determinação da composição das argamassas efetuaram-se os ensaios: dissolução ácida, difractometria de raios X (DRX) e fluorescência de raios x (FRX),

A partir da difração de raios x (DRX) determinam-se qualitativamente os minerais cristalinos existentes na amostra; a partir da fluorescência de raios x (FRX) obtém-se a composição química (óxidos) da argamassa. A dissolução ácida permite estabelecer aproximadamente a composição percentual dos componentes da argamassa (ligante e agregado). No entanto, devido à dissolução de alguns constituintes pela água (de infiltração ou absorvida), á decomposição por causas naturais ou à carbonatação, a composição das argamassas determinadas pelo ensaio de dissolução ácida pode não corresponder exatamente ao traço utilizado durante a sua execução.

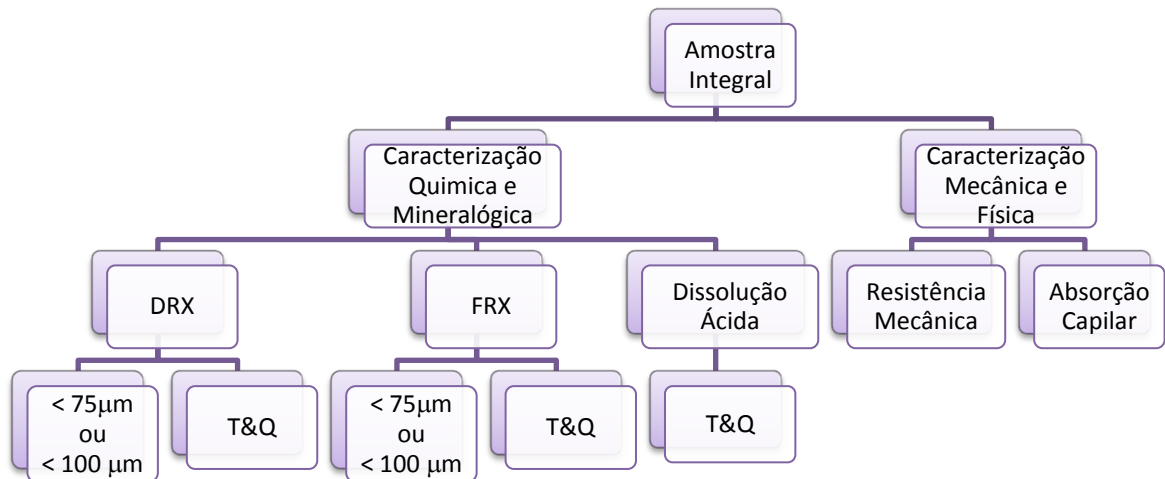


Figura 58. Organograma utilizado no estudo das argamassas

A preparação das amostras para os ensaios de DRX, FRX e dissolução ácida consistiu na desagregação das amostras, utilizando um almofariz, tendo-se obtido as amostras tal e qual (T&Q). Com a finalidade de analisar a fração fina, que nos dará mais informação acerca do ligante, fez-se passar a amostra desagregada pelos peneiros de 75µm ou de 100µm de modo a obter a fração mais fina (<75µm ou < 100 µm) para os ensaios de DRX e FRX. As amostras T&Q permitem determinar a constituição mineralógica e química dos agregados.

Para complementar o estudo das argamassas elaboraram-se os ensaios laboratoriais de análise granulométrica e a análise química (difracção de Raio x) para caracterização das areias e das pozolanas de Santo Antão.

4.3.1.1. Análise Mineralógica - Difracção de Raios X (DRX)

A análise mineralógica por difracção de raios X (DRX) é uma técnica que se baseia na difracção dos raios X pela matéria cristalina, permitindo, a partir da análise do diagrama obtido após essa interferência, identificar as fases minerais ou, mesmo, permitir a sua semi-quantificação no material em análise. Os componentes amorfos como os silicatos solúveis resultantes de reações hidráulicas ou pozolânicas se estiverem presentes em concentrações são muito difíceis de identificar.

O protocolo usado nos laboratórios do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, envolveu a moagem moimho de ágata e secagem a 60º C. A análise por difracção foi obtida num equipamento constituído por um goniómetro Philips X'Pert PW 3040/60, a

radiação utilizada foi a $\text{CuK}\alpha$ e as condições operacionais foram 30 mA and 50 kV. A aquisição de dados foi feita a $1^\circ/2\theta/\text{min}$ no intervalo de $4-65^\circ 2\theta$. A identificação das fases cristalinas por DRX foi efetuada com recurso à informação contida nas “International Centre for Diffraction Data Powder Diffraction Files” (ICDD PDF).

4.3.1.2. Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

A análise química, efetuada por espectroscopia de Fluorescência de raios x (FRX), através da excitação da amostra por um feixe de raios X, possibilita a identificação dos elementos presentes na amostra (VELOSA, 2006) e complementa a análise de DRX.

Esta análise foi efetuada num espectrómetro Philips PW 1410/00, cuja radiação usada foi $\text{CrK}\alpha$. Os valores da perda ao rubro (P.R.) foram obtidos por ustulação das amostras a 1000°C durante 3 horas. A preparação das amostras adotou procedimentos semelhantes à análise de DRX.

4.3.1.3. Estimativa da Relação Agregado/Ligante em Peso – Dissolução Ácida

A estimativa da relação agregado ligante em peso das argamassas foi efetuada por dissolução com ácido clorídrico segundo a norma ASTM-C 25-98 "Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime and Hydrated Lime" e pela metodologia sugerida por Jedrzejewska (JEDRZEJEWKA, 1960) e Alvarez (ALVAREZ, MARTÍN, CASADO, GARCIA, NAVARRO, & ZORNOZA, 1999)

O ácido clorídrico efetua a dissolução dos carbonatos (calcite, portlandite, dolomite, magnesite) obtendo-se um resíduo insolúvel; após secagem e pesagem procede-se à determinação da quantidade de material solúvel. Embora se parta do princípio que o resíduo representa a parte siliciosa do agregado, a metodologia de ataque com ácido clorídrico, poderá englobar um certo erro devido à dissolução parcial de materiais cristalinos pelo ácido (VELOSA, 2006).

4.3.1.4. Absorção de Água por Capilaridade

Na realização do ensaio de absorção de água por capilaridade seguiu-se o procedimento de ensaio descrito na Ficha de Ensaio Pa 40.1 desenvolvido no LNEC, no entanto procedeu-se a uma pequena alteração devido à inexistência do cesto de rede.

As amostras foram colocadas num tabuleiro sobre uma tela (Figura 59), com água, de forma a ficarem submersas aproximadamente 2mm abaixo do nível da água e mediu-se a evolução da absorção de água ao longo do tempo.

Após determinação da absorção de água, é medida a secagem das amostras (Figura 60), até estas atingirem o peso inicial (VELOSA, 2006).



Figura 59. Ensaio de absorção de água por capilaridade



Figura 60. Ensaio determinação da secagem

4.3.1.5. Resistência à Compressão

Para este ensaio foram preparados provetes cúbicos com dimensões de 400x400x400mm. No entanto devido à variabilidade de formas das amostras de argamassa recolhidas, foi desenvolvido um processo, implicando a utilização de uma argamassa de confinamento mais resistente e com uma forma regular.

O confinamento foi executado utilizando uma argamassa de cimento e areia siliciosa com traço 1:3.

Após a aplicação da argamassa de confinamento aguarda-se um período mínimo de 15 dias, para garantir a resistência da argamassa, figura 61 (TEIXEIRA, 2008).



Figura 61. Provete para ensaio de resistência à compressão com confinamento

O ensaio de compressão foi efetuado numa prensa eletromecânica do Laboratório de Engenharia Civil da UA (LEC-UA) utilizando as células de carga de 5KN e de 100KN (até à rotura do provete).

4.3.2. Caracterização dos Constituintes das Argamassas

Com o objetivo de caracterizar os agregados de Cabo Verde foi elaborada a análise granulométrica dos agregados de acordo com a norma NP EN933-1.

Para além da análise granulométrica efetuou-se a análise química por FRX aos agregados e pozolanas.

5. RESULTADOS

Neste Capítulo serão apresentados os resultados gerais das análises efetuadas às pozolanas, aos agregados e às argamassas.

5.1. Caracterização das Pozolanas

5.1.1. Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

A Análise química por FRX das pozolanas de Santo Antão (Tabela 6) permitiu verificar que se tratam de materiais siliciosos ou silico-aluminosos com baixo teor de óxido de cálcio (CaO) e de Oxido de Ferro (Fe_2O_3). Possuem quantidades significativas de óxido de sódio (Na_2O) e óxido de potássio (K_2O). O óxido de magnésio aparece com alguma relevância na pozolana recolhida na zona de Fundão, Porto Novo (CV-P1).

Tabela 6. Composição Química determinada por FRX das pozolanas de Santo Antão

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	F	LOI
CV-JB (%)	1,12	0,18	57,67	20,69	1,83	6,16	0,31	0,06	0,15	0,03	5,62	0,24	5,49
CV-P1 (%)	1,52	1,17	52,05	18,93	1,63	5,64	0,50	0,07	0,16	0,04	4,67	0,33	12,91

5.1.2. Análise Granulométrica

A pozolana (CV-JA) apresenta uma granulometria centrada entre os 4 e os 16,5mm (Figura 62).

Resultados

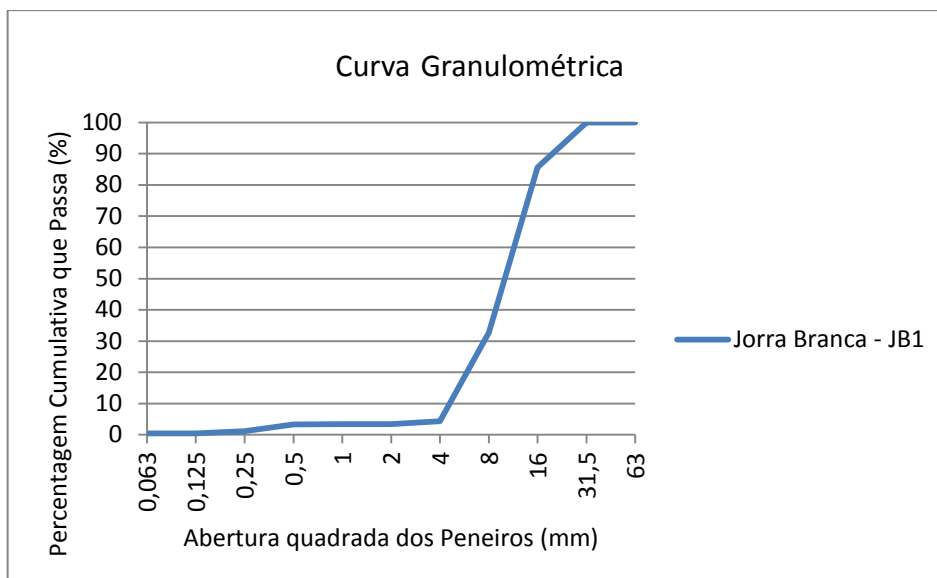


Figura 62. Análise Granulométrica da pozolana (CV-JB)

5.2. Caracterização dos Agregados

5.2.1. Análise Química - Fluorescência de Raios X (FRX)

A análise química por FRX (Tabela 7) da Jorra Preta (CV-JP) mostra que esta é composta maioritariamente por sílica, apresentando valores elevados de óxido de ferro, óxido de cálcio e óxido de alumínio. Apresentando uma percentagem relativamente elevada de dióxido de titânio. Ainda que com menor importância, surgem percentagens de óxido de sódio e óxido de potássio.

Tabela 7. Composição Química determinada por FRX do agregado, Jorra Preta

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	LOI
CV-JP (%)	13,47	7,81	40,18	12,33	14,77	1,93	0,09	0,16	5,60	0,63	1,61	1,00

5.2.2. Análise Granulométrica

A análise granulométrica realizada aos agregados de Cabo Verde mostra que as areias (areia branca (CV-AB), areia preta de extração manual (CV-AP-O) e a areia preta de britadeira (CV-AP-05) apresentam uma granulometria centrada entre os 0,25 e os 2 mm (Figura 63).

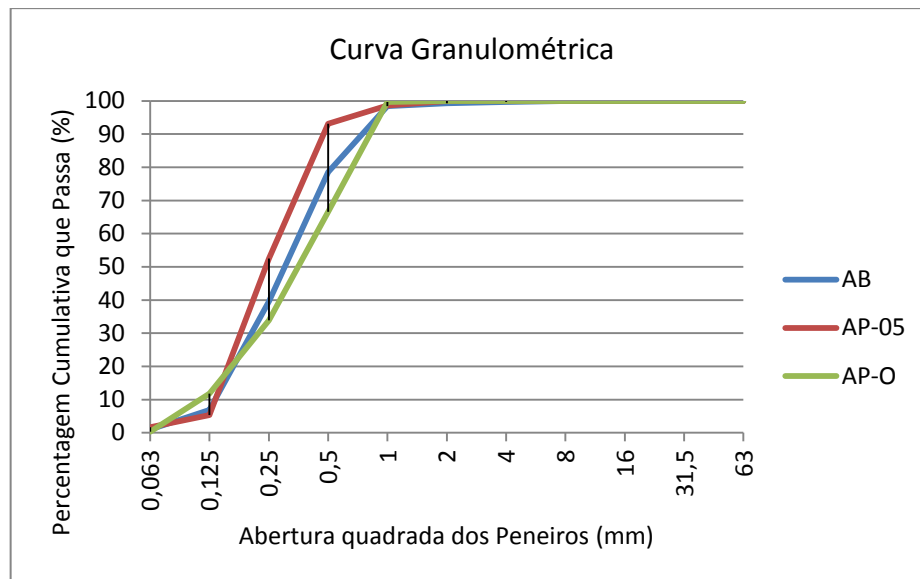


Figura 63. Análise granulométrica das areias

A jorra preta (CV-JP) apresenta uma granulometria centrada entre os 4 e os 16,5mm (Figura 64).

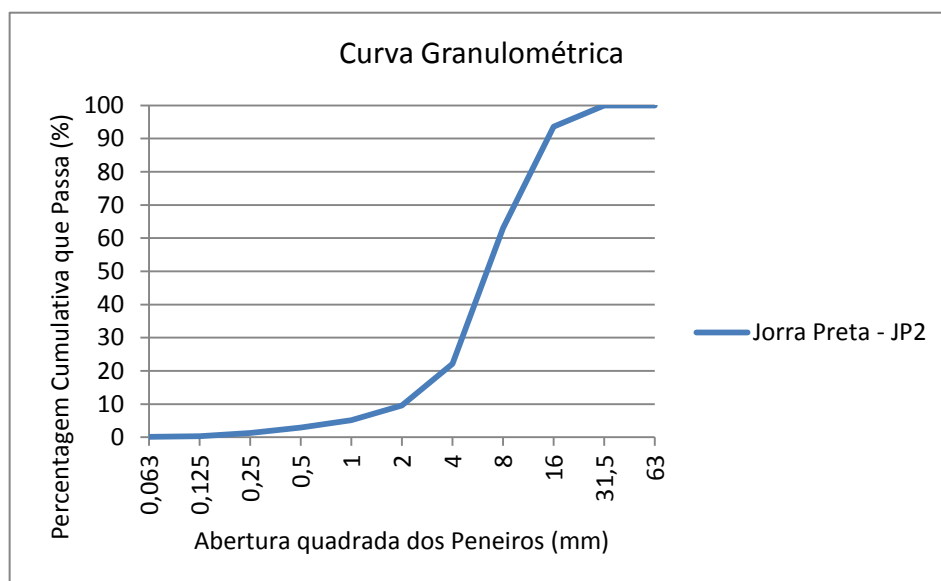


Figura 64. Análise Granulométrica da jorra preta

5.3. Caracterização das Argamassas

5.3.1. Caracterização Visual

As argamassas recolhidas, são provenientes de argamassas de revestimento exterior e interior. Estas apresentam cor branca, observando-se na sua constituição cal (mostrando em

Resultados

alguns casos grãos de cal), partículas arenosas de cor negra (areia basáltica), e pedaços de conchas.

A argamassa de revestimento exterior proveniente da antiga leprosaria, Sinagoga, Santo Antão (CV-SN2) apresenta uma tonalidade cinzenta percebendo-se a presença de agregado negro, de origem basáltica. Ao preparar-se a referida amostra para os ensaios de caracterização verificou-se tratar de uma argamassa de cimento.

As amostras de argamassa CV-SV-TB2 e CV-SV-TB3, oriundas do entulho procedente da retirada de revestimento durante as obras de reabilitação na Torre de Belém, Mindelo, São Vicente, apresentavam cor branca com partículas arenosas de cor negra. Ao serem preparadas para os ensaios verificou-se tratarem-se igualmente de argamassas à base de cimento.

Trata-se com certeza de argamassas de processos de reabilitação dos edifícios em causa.

As duas amostras de argamassas de alvenaria, uma proveniente do Tarrafal, Santiago e a outra de Mindelo, São Vicente, apresentam características distintas entre si.

A argamassa de alvenaria oriunda do Porto Marítimo do Tarrafal, Santiago (CV-TR-PM2) apresenta cor branca com partículas arenosas de cor negra, enquanto a argamassa de alvenaria proveniente do Antigo Consulado Inglês, Mindelo, São Vicente (CV-SV-AM3) apresenta cor castanha, com constituição argilosa, não se conseguindo distinguir o agregado.

Todas as argamassas se apresentavam em bom estado de conservação, no entanto com a viagem até ao laboratório do DEC da UA, algumas fraturaram e outras chegaram já bastante desagregadas o que impossibilitou a realização de alguns ensaios.

Na tabela seguinte (tabela 8) indicam-se os ensaios realizados em cada amostra, no Anexo I encontram-se as fichas das argamassas analisadas onde se apresentam individualmente os resultados dos ensaios realizados.

.

Tabela 8. Ensaios realizados por amostra

Amostras	DRX		FRX		Dissolução Ácida	Absorção por Capilaridade	Resistência à Compressão	Ficha nº (Anexo I)
	T&Q	Fração Fina	T&Q	Fração Fina				
CV - RP - MN1		x	x	x	x	x	x	1
CV - RP - MN2	x	x			x	x	x	2
CV - RP - MN3	x	x	x	x	x	-	-	3
CV - RP - CH1		x	x		x	-	-	4
CV - TR - PM1		x	x	x	x	-	-	5
CV - TR - PM2		x	x	x	x	-	-	6
CV - TR - PM3		x	x	x	x	-	-	7
CV - TR - AP1		x	x	x	x	x	x	8
CV - ASS - MR1					x	-	-	9
CV - SV - FT1		x	x	x	x	x	x	10
CV - SV - FT2		-	-	-	-	-	-	11
CV - SV - FT3	x	x	x	x	x	x	x	12
CV - SV - LV		x	x	x	x	-	-	13
CV - SV - TB1	-	-	-	-	-	-	-	14
CV - SV - TB2	-	-	-	-	-	-	-	15
CV - SV - TB3		x	x	x	x	-	-	16
CV - SV - V	x	x	x	x	x	x	x	17
CV - SV - AM1	x	x	x	x	x	x	x	18
CV - SV - AM2		x	x	x	x	x	x	19
CV - SV - AM3	x	x			x	-	-	20
CV - SAPL - FR1		x	x	x	x	x	x	21
CV - SAPL - FR2		x	x	x	x	x	x	22
CV - SAPL - CF1		x	x	x	x	x	x	23
CV - SAPL - CF2		x	x	x	x	x	x	24
CV - SAPS -		x	x	x	x	x	x	25
CV - SAPS -		x	x	x	x	x	x	26
CV - SAPS -		x	x	x	x	x	x	27
CV - SAPS - CH1	x	x	x	x	x	x	x	28
CV - SAPS - CH2	x		x	x	x	x	x	29
CV - SAPS - CH3	x	x	x	x	x	x	x	30
CV - SAPS - CH4	x	x			x	x	x	31
CV - SN1		x	x	x	x	x	x	32
CV - SN2 *	-	-	-	-	-	-	-	33
CV - RB-1						-	x	34
CV-RB-2						x	x	35
CV-RB-3						x	x	36

Resultados

5.3.2. Análise Mineralógica - Difractometria de Raios X (DRX)

Na análise mineralógica realizada nas argamassas provenientes de Santiago (Tabela 9) a presença de calcite em todas as argamassas permite determinar que o ligante utilizado foi a cal aérea.

A aragonite presente nas frações finas das argamassas está ligada a fenómenos de dissolução e recristalização da cal aérea.

A siderite resulta de calcários alterados metossomáticamente.

A rodocrocite (carbonato de manganésio) pertence ao grupo das calcites, e surgem traços deste mineral na amostra CV- ASS-MR1<75. Na mesma amostra surgem também traços de vaterite (CaCO_3), que é outra forma com que se apresenta o carbonato de cálcio (calcite).

A dolomite (carbonato de cálcio e magnésio) demonstra a utilização de cals dolomíticas (presença de magnésio).

A anidrite, presente nas argamassas de revestimento da Igreja N. S^a da Luz (CV-RP-MN2 e CV-RP- MN3), é um sulfato de cálcio que quando hidratado se transforma em gesso.

A bassanite ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) é um de sulfato de cálcio hidratado que confirma a presença de gesso (encontrada nas argamassas de revestimento da Igreja N. S^a da Luz (CV-RP- MN2) e no Mercado da Assomada (CV-ASS-MR1)).

A presença de sal nas argamassas é detetada pela halite existente nas amostras.

Os feldspatos estão presentes em todas amostras.

Os filossilicatos (micas), revelam a presença de argila nas argamassas.

A goetite ($\text{FeO}(\text{OH})$) ocorre nas amostras provenientes da Igreja de N. S^a da Luz (CV-RP-MN2 e CV-RP-MN3).

São indicadores do carácter básico dos agregados, que pode indiciar comportamento pozolânico a, a opala, as piroxenas, as anfíbolas, zeólitos e jarosite.

A magnetite (Fe_3O_4), que está presente em todas as argamassas de revestimento de Santiago, é um mineral característico das rochas ígneas (basalto).

O quartzo (presente nas quatro amostras) é um silicato presente no arenito (constituente do agregado da argamassa).

Tabela 9. Análise DRX nas amostras provenientes de Santiago

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Rodocrocite	Vaterite	Siderite	Anidrite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Lepidocrocite	Anátase	Opala	Piroxenas	Anfibolas	Pirite	Zeolitos	Jarosite	Alunite	Galena	Quartzo	Magnetite-maghemite
CV-RP-MN1 <75	x	x	x						x			x										x		x	
CV-RP-MN2-T&Q	x						x	x		x	x	x	x			x							tr	x	x
CV-RP-MN2 <75	x		x				x			x		x	x			x								x	x
CV-RP-MN3-T&Q	x		x			x				x	x	x	x	x		x	x	x	x						x
CV-RP-MN3 <75	x	x	x			x	x			x				x	x	x								x	x
CV-RP-CH1 (<75)	x								x		x	x													x
CV - TR-PM1 <75	x	x								x	x	x												x	x
CV-TR-PM2 <75	x	x								x	x	x			x							x	x	x	x
CV-TR-PM3 <75	x	x	x			x				x	x	x										x	x		x
CV- ASS-MR1 T&Q	x		x	tr	tr			x	x	x	tr	x			x	x	x	x		x	x			x	x
CV- ASS-MR1 < 75	x	x							x			x	x												
CV-TR-AP1 <75	x	x	x			x			x	x		x										x			x

Os resultados da análise por FRX às argamassas de revestimento de São Vicente (Tabela 10) indiciam pelo elevado teor de Ca, que a cal aérea foi o ligante utilizado, sendo este revelado através da calcite e da aragonite. A dolomite revela a presença de magnésio na cal utilizada. A siderite e a rodocrosite (carbonato de manganésio) pertencem ao grupo das calcites e são detetadas nas amostras do Fortim D'El Rei (CV – SV-FT3) e do quintal da Vascónia (CV – SV-V).

A brucite encontrada na amostra CV – SV-FT3 é um mineral geralmente presente em serpentina de calcite, aragonite, dolomite e magnesite.

A presença de halite (NaCl) nesta argamassa é observada nas amostras do Fortim D'El Rei (CV – SV-FT3), Quintal da Vascónia (CV – SV-V), Liceu Velho (CV-SV-LV) e antigo Consulado Inglês (CV-SV-AM2).

A bassanite é encontrada nas amostras do Fortim d'El Rei, Quintal da Vascónia e antigo Consulado Inglês.

Em todas as amostras encontram-se feldspatos potássicos (ou alcalinos). Nas amostras do Fortim d'El Rei, do Quintal da Vascónia e do antigo Consulado Inglês, para além dos

Resultados

anteriores, encontram-se também feldspatos, e nas duas primeiras encontram-se plagioclases.

As micas: filossilicatos, hematite, alunite e lepidocrocite e a anátase revelam a presença de argila (constituintes da pozolana e agregado).

A opala, a pirite, as piroxenas, as anfíbulas, os zeólitos e a galena são indicadores de pozolana.

As piroxenas são também constituintes das rochas basálticas.

As argamassas do Fortim d'El Rei e do Antigo Consulado inglês contêm quartzo e goetite (FeO(OH)), mica associada ao quartzo.

A magnetite (Fe₃O₄) característica das rochas basálticas surge nas duas amostras.

Tabela 10. Análise DRX das amostras provenientes de São Vicente

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Rodocrocite	Brucite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Lepidocrocite	Goetite	Anátase	Opala	Pirite	Piroxenas	Anfíbulas	Zeólitos	Alunite	Galena	Quartzo	Magnetite-maghemite	
CV-SV-FT1<100µm	x	x	x	x				x	x		x												x	
CV – SV-FT3-T&Q	x	x	x				x	x	x	x	x	x				x							x	x
CV – SV-FT3<100µm	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x		x									x
CV-SV-LV<100µm	x			x				x	x		x													
CV-SV-TB3<100µm	x	x		x				x	x	x	x			x						x				x
CV – SV-V T&Q	x	x	x	x			x	x	x		x	x		x		x								x
CV – SV-V<100µm	x	x		x				x	x		x			x										x
CV – SV-AM1T&Q	x	x	x	x		x			x	x	x						x	x	x					x
CV – SV-AM1<100µm	x	x	x	x					x		x	x												x
CV-SV-AM2<100µm	x		x					x			x													x
CV – SV-AM3 T&Q		x					x		x	x	x		x									x	x	x
CV – SV-AM3<100µm	x		x				x		x	x	x						x	x						x

Através da análise mineralógica realizada às argamassas de revestimento da Ilha de Santo Antão (Tabela 11) pode-se concluir que o ligante utilizado foi a cal aérea (presença de calcite, aragonite, siderite e rodocrocite).

A presença de dolomite denuncia a presença de magnésio na cal utilizada.

A bassanite indica a presença de gesso na argamassa de revestimento interior da casa de habitação em Ponta de Sol (CV-SAPS-CH2).

A halite e a tenardite (sulfato de sódio) revelam a presença de sal nas argamassas de revestimento.

O agregado tem na sua constituição feldspatos potássicos feldspatos e plagióclases (ou feldspatos calcossódicos).

As argamassas têm na sua constituição argila, detetada pela presença de filossilicatos e lepidocrocite, hematite e alunite.

A pirite e as piroxenas são indicadoras da presença de pozolana.

A magnetite e a olivina (presente na argamassa de revestimento exterior da casa de habitação na Ponta de Sol) são constituintes do basalto.

Apresenta ainda na sua constituição quartzo e goetite (mica associada ao quartzo), constituinte do arenito.

Das análises DRX elaboradas às argamassas de Cabo Verde pode-se concluir que o ligante utilizado nas argamassas antigas de Cabo Verde foi a cal aérea e a dolomite denuncia a utilização de cais dolomíticas e gesso (presença de bassanite). Estas análises permitem ainda verificar a existência de pozolana e areias basálticas.

Como elementos de contaminação deteta-se a presença de halite, a brucite e os sulfatos.

A halite (cloreto de sódio) pode originar danos na argamassa devido à cristalização. Ao cristalizar pode dar origem ao desenvolvimento de tensões ou pressões de dilatação (expansão), o que provoca roturas no sistema poroso e consequente degradação da argamassa.

A brucite ($Mg(OH)_2$) é um composto extremamente insolúvel cuja formação remove os iões hidróxidos o que fragiliza as argamassas devido à remoção das propriedades ligantes.

Os sulfatos podem causar degradação da argamassa devido à cristalização ou à hidratação.

Tabela 11. Análise DRX das amostras provenientes de Santo Antão

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Rodocrocite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Anatase	Lepidocrocite	Pirite	Piroxenas	Jarositos	alunites	tenardite	Olivina	Quartzo	Magnetite-maghemite
CV-SAPL-FR1 <100µm	x	x					x	x	x	x						x	x			x	
CV-SAPL-FR2<100µm	x				x			x	x				x	x						x	x
CV-SAPL-CF1 <100µm	x						x			x								x			
CV-SAPL-CF2 <100µm	x		x				x			x		x									
CV-SAPS-RM1 <100µm	x	x					x			x										x	
CV-SAPS-RM2 <100µm	x	x	x				x			x								x			
CV-SAPS-RM3 <100µm	x	x	x				x	x		x		x								x	
CV-SAPS-CH1 T&Q	x	x	x	x			x	x	x	x							x	x		x	x
CV-SAPS-CH1 <100µm	x	x					x	x		x						x		x		x	
CV-SAPS-CH2 T&Q.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x							x	x
CV-SAPS-CH3 T&Q	x	x	x				x	x	x	x							x	x			
CV-SAPS-CH3 <100µm	x	x	x				x	x		x										x	
CV-SAPS-CH4-T&Q	x	x					x	x	x	x			x		x				x		x
CV-SAPS-CH4- <100µm	x						x			x									x		x
CV-SAPL-SN1<100µm	x						x	x	x	x											

5.3.3. Análise Química - Fluorescência de Raios X (FRX)

A análise química realizada às argamassas de revestimento de alvenarias interior e exterior de Santiago (Tabela 12) mostra elevadas quantidades de óxido de cálcio. Esta percentagem está fortemente associada ao ligante (cal aérea) mas também revela, junto com o óxido de magnésio nas frações finas a presença cal dolomítica. No entanto o óxido de magnésio é também um constituinte do agregado (Amostras T&Q).

A percentagem elevada de óxido de silício (SiO_2) está diretamente relacionada com o agregado e com a pozolana (elementos com elevados teores de sílica).

As argamassas de revestimento provenientes de Alcatrazes (Igreja N. S^a da Luz e da casa perto da igreja) apresentam percentagens de óxido de cálcio entre 19,76 e 22,43%, mais baixas que os restantes edifícios no entanto apresentam maior percentagem de óxido de silício (cerca 36%).

A alumina (Al_2O_3) relaciona-se com os feldspatos do agregado que surgindo com percentagem mais elevada nas argamassas com maior quantidade de sílica (SiO_2).

O óxido de ferro (Fe_2O_3) relaciona-se com a presença de partículas ferro-magnesianas resultantes da ocorrência de rochas básicas no agregado (análise FRX do agregado basáltico).

O dióxido de titânio (TiO_2) é também indicador da presença de argila e surge associado ao agregado. Estes compostos aparecem com maior percentagem nas argamassas de revestimento dos edifícios de Alcatrazes.

Os teores de K_2O (aproximadamente 1%) relacionam-se com a baixa presença de feldspatos nos agregados

A composição química da argamassa de alvenaria do cais do Tarrafal (CV-TR-PM1) apresenta menor quantidade de óxido de cálcio (16,8%) comparativamente às argamassas de revestimento.

A argamassa de alvenaria apresenta ainda baixa quantidade de sílica (3,76%), de óxido de ferro e de alumina (agregado).

Esta argamassa de alvenaria apresenta uma percentagem elevada de cloro (13%) relacionada com a presença de halite decorrente da sua precipitação por molhagem direta ou spray de água do mar. Nas restantes argamassas encontram-se quantidades de cloro bastante inferiores (as argamassas de revestimento do Cais Tarrafal apresentam maior percentagem de cloro que as restantes argamassas de revestimento).

A argamassa de alvenaria do cais do Tarrafal apresenta ainda uma percentagem de Na_2O na ordem dos 22%, que confirma o ambiente salino. Este composto encontra-se também na composição da pozolana e do agregado (em menor quantidade). Nas argamassas de revestimento os teores de Na_2O são bastante inferiores (0,24 a 1%).

Resultados

Tabela 12. Composição Química determinada por FRX nas amostras provenientes de Santiago

Amostras	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
CV-RP-MN1T&Q (%)	22,43	6,43	36,94	9,95	9,61	0,05	0,22	2,91		1,04	0,13	8,37	1,00
CV-RP-MN1<75µm (%)	46,54	1,50	8,19	2,87	2,85	0,14	0,58	0,73		0,33	0,04	35,52	0,32
CV-RP-MN3T&Q (%)	19,76	4,97	36,75	12,78	10,00	0,74	0,34	2,82		0,80	-	7,92	1,98
CV-RP-MN3<75µm (%)	37,61	2,05	14,89	5,75	3,24	1,19	0,72	0,82		0,35	-	31,76	1,05
CV-RP-CH1 T&Q (%)	25,19	5,67	35,19	9,30	9,34	0,03		2,84	0,57	0,91	0,13	9,76	0,78
CV - TR-PM1T&Q (%)	16,8	1,50	3,76	1,03	0,72	13,27	0,51	0,13	0,08	0,23	0,02	38,91	22,95
CV - TR-PM1 <75µm (%)	14,09	2,67	9,90	2,39	1,32	13,25	1,00	0,12	0,12	0,46	0,03	34,26	20,31
CV - TR-PM2 T&Q (%)	35,61	5,32	17,10	4,48	4,69	1,23	1,60	1,04	0,30	0,33	0,08	27,00	1,02
CV - TR-PM2 <75µm (%)	33,24	4,05	15,14	4,18	2,94	2,35	2,56	0,51	0,21	0,28	0,06	32,71	1,62
CV - TR-PM3 T&Q (%)	28,92	4,19	24,23	7,30	5,23	1,65	2,25	1,13	0,31	0,80	0,10	22,16	1,47
CV - TR-PM3 <75µm (%)	38,82	4,54	23,61	7,13	4,72	2,59	4,22	0,81	0,24	0,58	0,07	11,04	1,44
CV-TR-AP1 T&Q (%)	48,52	1,47	4,83	1,92	1,77	0,16	0,37	0,64	0,44	0,17	0,04	39,32	0,24
CV-TR-AP1 <75µm (%)	38,53	3,06	15,97	6,14	7,54	0,09	0,26	2,11	0,84	0,54	0,12	23,81	0,72

A composição química das argamassas de revestimento provenientes de São Vicente (Tabela 13) mostra uma percentagem de elevada de óxido de cálcio.

A presença dos óxidos de cálcio e magnésio presentes nestas argamassas indicam, nas frações finas a presença cal dolomítica. No entanto o óxido de magnésio é também um constituinte do agregado (Amostras T&Q).

A sílica presente é indicadora de quartzo e pozolana.

Encontram-se nestas argamassas óxido de alumínio (pozolana e feldspatos do agregado) e óxido de ferro (argila no agregado).

O óxido de titânio aponta para a presença de argila no agregado.

As argamassas de revestimento do antigo Consulado Inglês apresentam maiores quantidades de sílica, óxido de alumínio, óxido de ferro e óxido de titânio e menores quantidades de óxido de cálcio.

O trióxido de enxofre (SO₃) é indicador da presença de gesso.

O óxido de sódio e o cloro presentes nas argamassas mostram a exposição das argamassas ao ambiente salino. O óxido de sódio é também associado à composição do agregado e das pozolanas.

Tabela 13. Composição Química determinada por FRX nas amostras de São Vicente

Amostras	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
CV-SV-FT1 T&Q (%)	35,10	4,16	10,46	3,12	3,02	6,02	3,01	0,55	0,98	32,77	0,21	0,37	0,04
CV-SV-FT1 <100µm (%)	36,56	3,37	9,82	3,25	3,91	3,26	2,70	0,70	0,96	34,63	0,19	0,45	0,07
CV-SV-FT3 T&Q (%)	42,95	3,45	10,58	3,10	2,88	0,68	0,57	0,59	0,82	33,67	0,15	0,30	-
CV-SV-FT3 <100µm (%)	44,29	1,70	10,79	3,10	2,95	0,62	0,78	0,75	0,57	33,84	0,10	0,36	-
CV-SV-LV T&Q (%)	40,32	3,31	7,48	2,17	1,54	3,58	1,96	0,82	0,45	37,70	0,15	0,25	0,08
CV-SV-LV <100µm (%)	40,54	1,58	7,35	2,35	1,40	3,30	2,36	1,25	0,28	38,91	0,15	0,31	0,10
CV-SV-TB3 T&Q (%)	44,29	3,31	7,72	2,28	1,34	0,50	0,11	0,96	0,31	38,59	0,15	0,21	0,02
CV-SV-TB3 <100µm (%)	39,14	3,37	12,36	3,67	2,32	0,61	0,18	1,56	0,42	35,49	0,22	0,45	0,03
CV – SV-V T&Q (%)	30,57	5,56	10,90	2,84	2,30	7,78	5,53	0,90	0,66	32,28	0,15	0,31	-
CV – SV-V <100µm (%)	20,01	5,65	12,93	3,48	1,54	9,36	8,26	1,52	0,30	36,22	0,10	0,46	-
CV-SV-AM1 T&Q (%)	28,52	7,76	26,15	7,20	8,33	0,95	0,23	0,65	2,55	15,96	0,38	0,58	
CV – SV-AM1 <100µm (%)	43,96	2,68	7,18	3,06	2,64	0,62	0,73	1,17	0,57	36,88	0,14	0,20	
CV-SV-AM2 T&Q (%)	34,42	5,93	22,89	6,38	8,24	0,81	0,20	0,73	2,36	16,61	0,37	0,60	0,12
CV – SV-AM2 <100µm (%)	46,07	1,94	7,32	2,56	2,43	0,38	0,40	0,96	0,53	36,95	0,14	-	0,03

A determinação da composição química das argamassas de revestimento de Santo Antão (Tabela 14) mostra através da forte presença de óxido de cálcio, nestas amostras, que o ligante utilizado foi a cal aérea.

A presença de óxido de cálcio juntamente com a presença de óxido de magnésio mostra nas frações finas a presença de dolomíticas. No entanto o óxido de magnésio é também um constituinte do agregado (Amostras T&Q).

A sílica (SiO₂), indicadora de quartzo e pozolana, aparece nestas argamassas.

O óxido de alumínio é indicador da presença de argila na pozolana e no agregado. O óxido de titânio é indicador da presença de argila no agregado.

As argamassas com menor quantidade de óxido de cálcio apresentam maiores quantidades de sílica, óxido de alumínio, óxido de ferro e óxido de titânio, é o caso das argamassas de revestimento do Farol e da Casa anexa ao Farol (no Paul), do revestimento interior da casa

Resultados

de habitação em Ponta de Sol (SV-SAPS-CH3) e do revestimento interior da antiga Leprosaria (Sinagoga).

O óxido de sódio e o cloro presentes nas argamassas revelam a exposição ao ambiente marinho, mas o óxido de sódio poderá também indicar a presença de pozolana.

O trióxido de enxofre é indicador da presença de gesso no entanto este composto poderá também indicar a presença de pozolana e agregado, aparece com maior incidência nas argamassas de revestimento da residência Municipal em Ponta de Sol (CV-SAPS-RM).

Tabela 14. Composição Química determinada por FRX das amostras provenientes de Santo Antão

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
CV-SAPL-FR1 T&Q (%)	25,15	5,84	29,74	8,20	11,41	1,99	0,60	0,74	3,17	11,07	0,57	1,06	0,18
CV-SAPL-FR1 <100µm (%)	44,51	1,35	12,77	4,15	4,90	1,37	0,77	0,79	1,19	26,75	0,27	0,79	0,09
CV-SAPL-FR2 T&Q (%)	30,91	5,32	25,71	7,71	10,27	1,78	0,53	0,98	2,65	11,84	0,73	1,06	-
CV-SAPL-FR2 <100µm (%)	43,12	1,88	11,48	3,92	3,32	1,08	0,62	1,18	0,94	31,45	0,31	0,51	-
CV-SAPL-CF1 T&Q (%)	32,01	4,28	22,77	7,14	8,87	1,72	1,22	0,54	2,54	16,98	0,45	1,07	0,14
CV-SAPL-CF1 <100µm (%)	34,80	1,95	8,12	3,18	2,90	0,96	1,03	0,52	0,71	45,08	0,16	0,41	0,04
CV-SAPL-CF2 T&Q (%)	29,37	6,60	23,15	5,81	9,88	1,63	0,95	1,61	2,18	16,98	0,42	0,98	0,14
CV-SAPL-CF2 <100µm (%)	43,36	1,94	8,35	2,41	1,85	1,33	1,12	1,21	0,39	37,14	0,21	0,56	0,03
CV – SAPS-RM1 T&Q (%)	49,77	2,95	5,21	1,72	2,44	0,81	0,65	1,22	0,60	33,95	0,23	0,15	0,04
CV – SAPS-RM1 <100µm (%)	48,88	1,59	2,61	1,06	0,66	0,60	0,81	1,22	0,13	42,17	0,16	-	0,01
CV – SAPS-RM2 T&Q (%)	58,34	3,39	6,66	2,20	3,61	0,96	0,78	2,31	0,95	20,15	0,31	-	0,06
CV – SAPS-RM2 <100µm (%)	49,12	1,49	2,42	0,99	0,54	0,70	0,82	1,73	0,11	41,67	0,19	0,13	-
CV – SAPS-RM3 T&Q (%)	43,56	2,57	8,05	2,34	3,19	0,57	0,23	0,74	0,73	37,15	0,41	0,24	0,04
CV – SAPS-RM3 <100µm (%)	46,82	1,32	6,67	1,90	1,59	0,44	0,35	0,90	0,27	39,07	0,29	0,27	0,03
CV-SAPS-CH1 T&Q (%)	43,73	3,42	8,45	2,18	4,95	0,98	0,67	2,74	0,94	31,35	0,28	-	
CV-SAPS-CH1100µm (%)	44,05	1,80	6,21	1,64	2,05	1,24	1,30	3,91	0,28	36,88	0,29	0,20	
CV-SAPS-CH2 T&Q (%)	44,00	2,94	8,76	3,06	3,75	0,54	0,16	0,82	0,64	34,58	0,23	0,25	
CV-SAPS-CH2 <100µm (%)	63,50	1,64	9,46	3,77	2,48	0,53	0,35	1,35	0,35	15,69	0,26	0,39	
CV-SAPS-CH3 T&Q (%)	31,64	4,79	24,82	7,59	9,52	0,88	0,07	0,86	2,47	15,82	0,43	0,72	0,14
CV-SAPS-CH3 <100µm (%)	42,42	2,31	11,92	4,33	3,94	0,44	0,18	1,07	0,94	31,55	0,23	0,48	0,05
CV-SN1 T&Q (%)	22,71	3,57	32,53	11,25	7,96	2,28	0,43	0,78	2,60	13,25	0,67	1,55	0,13

O óxido de potássio presente nestas argamassas anuncia a presença de pozolana, no entanto este composto encontra-se também nos feldspatos potássicos do agregado, aparece com maiores percentagens nas argamassas do Farol e da Casa do Farol do Paul.

A análise química (FRX) das argamassas antigas de Cabo Verde permite deduzir que estas são constituídas por a cal aérea (ligante), agregado basáltico e pozolanas.

5.3.4. Estimativa da Relação Agregado/Ligante em Peso por Dissolução Ácida

Nas argamassas provenientes da Ilha de Santiago existe uniformidade nos resultados apresentando fração solúvel na ordem dos 14 a 26% (Tabela 15), com exceção da argamassa de revestimento de alvenaria cerâmica da igreja N. S^a da Luz (CV-RP-MN2) com fração solúvel de 9% e da argamassa de alvenaria do cais do Tarrafal (CV-TR-PM2) com fração solúvel de 63%.

Tabela 15. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de Santiago

Amostras	Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
CV-RP-MN1	85	15
CV-RP-MN2	91	9
CV-RP-MN3	87	13
CV-RP-CH1	82	18
CV-TR-PM1	74	26
CV-TR-PM2	37	63
CV-TR-PM3	86	14
CV-TR-AP1	80	20
CV-ASS-MR1	83	17

As argamassas de São Vicente apresentam resultados bastante homogêneos com fração solúvel que varia entre 14% e 22% (Tabela 16).

Tabela 16. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de São Vicente

Amostras	Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
CV-SV-FT1	81	19
CV-SV-FT3	78	22
CV-SV-LV	81	19
CV-SV-TB3	86	14
CV-SV-V	79	21
CV-SV-AM1	80	20
CV-SV-AM2	83	17
CV-SV-AM3	89	11

Resultados

A argamassa de alvenaria do antigo Consulado Inglês apresenta no entanto uma fração solúvel um pouco inferior às restantes argamassas com uma percentagem de 11%.

Nas argamassas de Santo Antão verifica-se uma grande similitude em termos de quantidade de resíduo/fração solúvel. A fração solúvel destas argamassas varia entre 18% e 22% (Tabela 17), com exceção da argamassa de revestimento interior da antiga Leprosaria na Sinagoga que apresenta 12% de fração solúvel.

Tabela 17. Fração solúvel e fração insolúvel nas amostras de Santo Antão

Amostras	Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
CV-SAPL-FR1	78	22
CV-SAPL-FR2	80	20
CV-SAPL-CF1	83	17
CV-SAPL-CF2	79	21
CV-SAPS-RM1	81	19
CV-SAPS-RM2	78	22
CV-SAPS-RM3	80	20
CV-SAPS-CH1	78	22
CV-SAPS-CH2	82	18
CV-SAPS-CH3	81	19
CV-SAPS-CH4	80	20
CV-SN1	88	12

De forma aproximada considera-se que a fração solúvel representa o ligante e a fração insolúvel o agregado. As argamassas antigas de Cabo Verde apresentam maioritariamente uma relação em peso de 1:4.

Nas argamassas de revestimento de Santiago é possível observar a correspondência entre o ensaio de FRX e a dissolução ácida, as argamassas com maior percentagem de agregado (no ensaio de FRX) possuem menor percentagem de fração solúvel (10 a 15%) (ensaio de dissolução ácida). No entanto nas argamassas provenientes de São Vicente e de Santo Antão não é possível observar essa correspondência o que significa que parte da fração solúvel será constituinte do agregado. Esta ocorrência pode dever-se ao facto de a fração fina das argamassas de Santiago corresponder a uma dimensão inferior as 75 μ m e para as restantes 100 μ m.

A argamassa de revestimento da alvenaria cerâmica da Igreja de N. S^a da Luz (Santiago), a argamassa de alvenaria do antigo Consulado Inglês (S. Vicente) e a argamassa de revestimento interior da antiga Leprosaria (Santo Antão) apresentam uma relação em peso de 1:9.

A argamassa de alvenaria do cais do Tarrafal apresenta uma relação em peso de aproximadamente 2:1 (63% de fração solúvel), no entanto parte da fração solúvel poderá ser constituinte do agregado desta argamassa.

5.3.5. Absorção de Água por Capilaridade

O ensaio de absorção por capilaridade foi aplicado em algumas amostras, excluindo-se as argamassas que se encontravam muito desagregadas. Os ensaios foram realizados simulando a absorção de água da zona inferior (pavimento) para a superior. Os valores da absorção por capilaridade encontram-se registados graficamente nas fichas das amostras (anexo 1).

Através destes valores foram determinados os coeficientes de capilaridade, para os primeiros instantes do ensaio, através do traçado da quantidade de água absorvida por unidade de área da base do provete (Kg/m^2) em função da raiz quadrada do tempo (h).

O coeficiente de capilaridade corresponde ao declive da linha tendência que melhor se ajusta à curva de absorção capilar (Faria, Torgal, & Jalali, 2011).

Nas argamassas submetidas ao ensaio de absorção por capilaridade provenientes de Santiago o revestimento interior da Igreja N. S^a da Luz (CV-RP-MN1)) apresenta um coeficiente de capilaridade de $3,79\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}^{1/2}$ e a argamassa de revestimento exterior da Casa da Alfândega do Tarrafal (CV-TR-AP1) de $11,10\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}^{1/2}$ (Figura 65)

A amostra de revestimento exterior de alvenaria cerâmica (CV-RP-MN2) era constituída por um elemento cerâmico pelo que os resultados obtidos nesta amostra devem ser desconsiderados.

Resultados

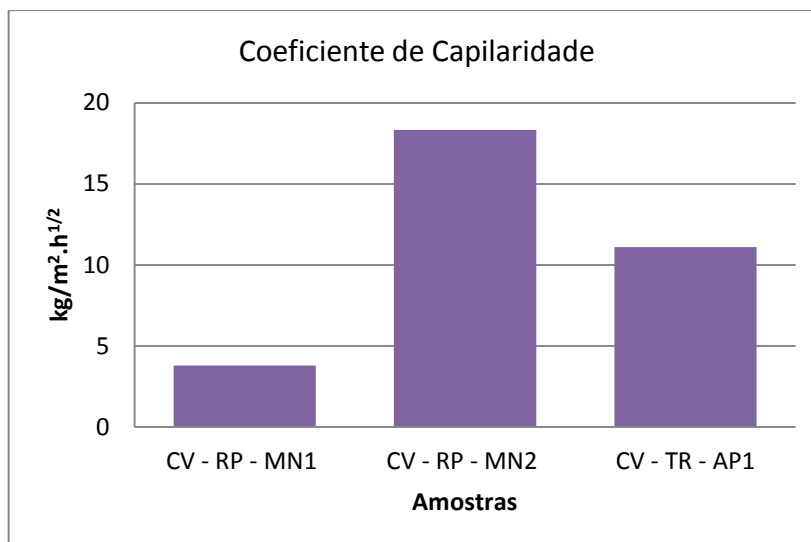


Figura 65. Coeficiente de capilaridade das argamassas da ilha de Santiago

As argamassas provenientes de São Vicente apresentam coeficientes de capilaridade entre os 1,26 e 5,59 kg/m².h^{1/2} (Figura 66), sendo o valor mais baixo obtido na argamassa de revestimento exterior do antigo Consulado Inglês (CV-SV-AM2) e o mais elevado da argamassa de revestimento exterior Fortim d'El Rei (CV-SV-FT1).

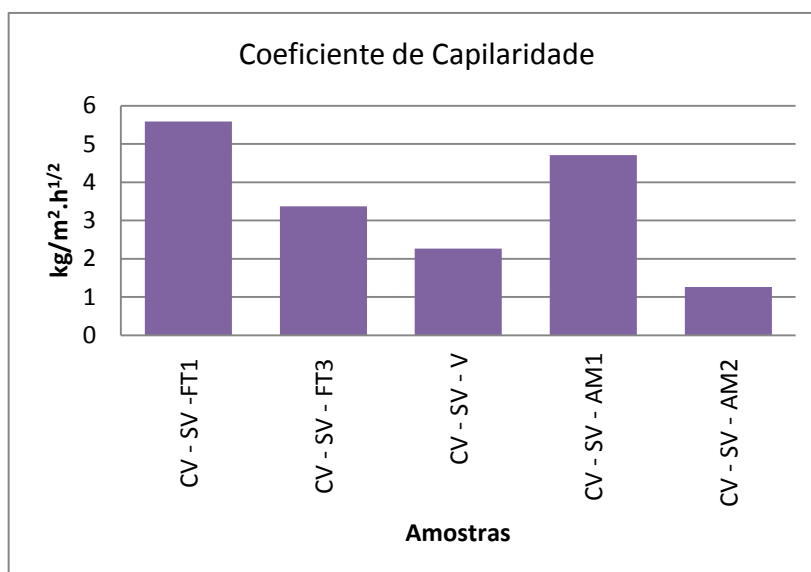


Figura 66. Coeficiente de capilaridade das argamassas de São Vicente

Em Santo Antão as argamassas de revestimento apresentam coeficiente de absorção por capilaridade entre 0,55 e 12,40 kg/m².h^{1/2} (Figura 67).

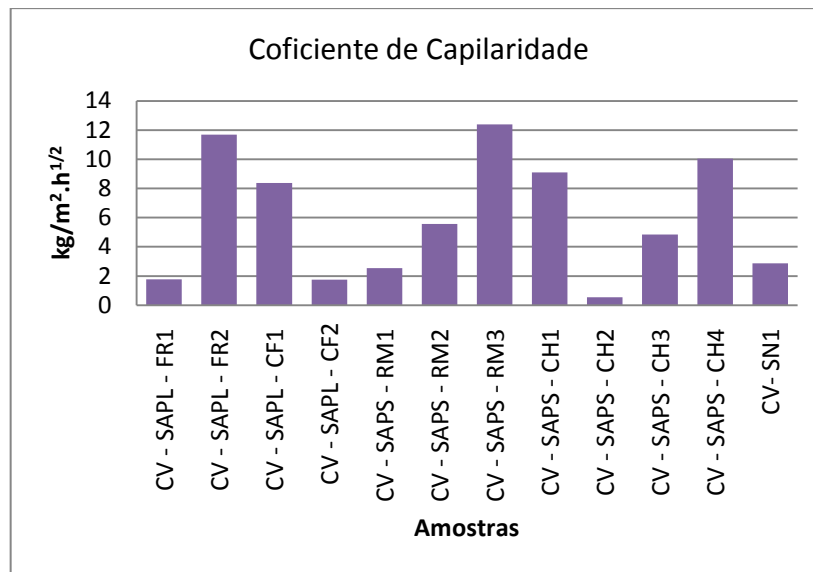


Figura 67. Coeficiente de Capilaridade das argamassas de Santo Antão

Nas argamassas de São Nicolau o coeficiente de capilaridade varia entre 0,91 e 2,87kg/m².h^{1/2} (Figura 68).

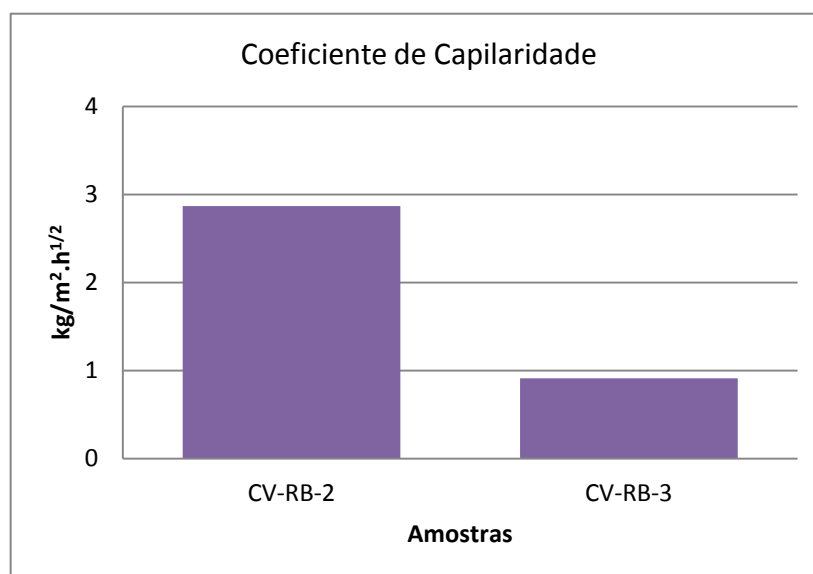


Figura 68. Coeficiente de capilaridade das argamassas de São Nicolau.

As argamassas antigas de Cabo Verde apresentam coeficientes de absorção de água por capilaridade elevados.

Resultados

5.3.6. Determinação da Secagem

Após as argamassas atingirem o patamar de absorção máxima os provetes foram retirados do tabuleiro de ensaio de absorção de água por capilaridade, colocados num tabuleiro seco e efetuaram-se pesagens durante o processo de secagem.

Com base na curva de secagem, foram determinados os índices de secagem através da equação:

$$I.S. = \frac{\int_{t_0}^{t_f} f(w_i) \times dt}{w_0 \times t_f} \quad (3)$$

Sendo:

t_0 - início do ensaio;

t_f - tempo final do ensaio;

w_0 - quantidade de água inicial, expressa em percentagem relativamente à massa seca [%];

$f(w_i)$ - quantidade de água no interior do provete em função do tempo, expressa em percentagem relativamente à massa seca.

(MARQUES A. R., 2010).

As argamassas de Santiago apresentam um índice de secagem médio de 0,23 (Tabela 18), a argamassa de revestimento de alvenaria cerâmica da Igreja de N. S^a da Luz foi desconsiderada, por ser constituída por um elemento cerâmico.

Tabela 18. Índices de Secagem das argamassas de Santiago

Amostra	IS
CV - RP - MN1	0,30
CV - RP - MN2	1,34
CV - TR - AP1	0,17

O índice de secagem médio das argamassas provenientes da Ilha de São Vicente (Tabela 19) é de 0,19, desconsiderando a amostra CV-RP-MN2 por ser constituída por um elemento cerâmico.

Tabela 19. Índices de Secagem das argamassas de São Vicente

Amostra	IS
CV - SV - FT1	0,13
CV - SV - FT3	0,21
CV - SV - V	0,15
CV - SV - AM1	0,31
CV - SV - AM2	0,13

Nas argamassas de Santo Antão o índice de secagem é de 0,16 (Tabela 18).

Tabela 20. Índices de Secagem das argamassas provenientes de Santo Antão

Amostra	IS
CV - SAPL - FR1	0,14
CV - SAPL - FR2	0,25
CV - SAPL - CF1	0,23
CV - SAPL - CF2	0,25
CV - SAPS - RM1	0,22
CV - SAPS - RM2	0,10
CV - SAPS - RM3	0,08
CV - SAPS - CH1	0,07
CV - SAPS - CH2	0,12
CV - SAPS - CH3	0,08
CV - SAPS - CH4	0,12
CV - SN1	0,29

As argamassas de São Nicolau apresentam um índice de secagem médio de 0,2 (Tabela 20).

Tabela 21. Índices de secagem das argamassas de São Nicolau

Amostra	IS
CV-RB-2	0,24
CV-RB-3	0,17

O processo de secagem é o processo pelo qual a água abandona o material poroso, assim as argamassas com índices de secagem mais baixo apresentam maior facilidade de secagem.

Quanto maior for o tempo que a água se mantém no interior da argamassa maior será o risco de ocorrência de patologias. A presença de água nos poros juntamente com a existência de sais pode levar à destruição das argamassas (fenómeno da cristalização).

De uma forma geral as argamassas de Cabo Verde apresentam índices de secagem relativamente baixos o que significa possuírem facilidade de secagem.

Resultados

5.3.7. Resistência à Compressão

A resistência à compressão é obtida através da fórmula:

$$R_c = \frac{F_c}{A} \text{ (MPa)} \quad (4)$$

Sendo:

R_c – Resistência à compressão

F_c – força de rotura

A – Secção Média em contacto com a célula de ensaio (40*40mm)

(TEIXEIRA, 2008)

Das amostras provenientes de Santiago apenas foi possível realizar o ensaio de resistência à compressão nas amostras de argamassas de revestimento (interior e exterior) da Igreja N. S^a da Luz (Alcatrazes) e da Casa da Alfândega, no Tarrafal (revestimento exterior).

A amostra argamassa de revestimento de alvenaria cerâmica da Igreja N. S^a da Luz (CV-RP-MN2) tinha na sua constituição um pedaço de cerâmica (Figura 66), devido a este facto obteve-se uma resistência à compressão de 12,7MPa, valor bastante superior ao das outras argamassas provenientes de Santiago. As argamassas de revestimento interior da Igreja N. S^a da Luz e da Casa da Alfândega do Tarrafal apresentam resistências à compressão de 2,09MPa e 2,97MPa respetivamente (Figura 69).



Figura 69. Provete para ensaio de resistência à compressão da amostra CV-RP-MN2

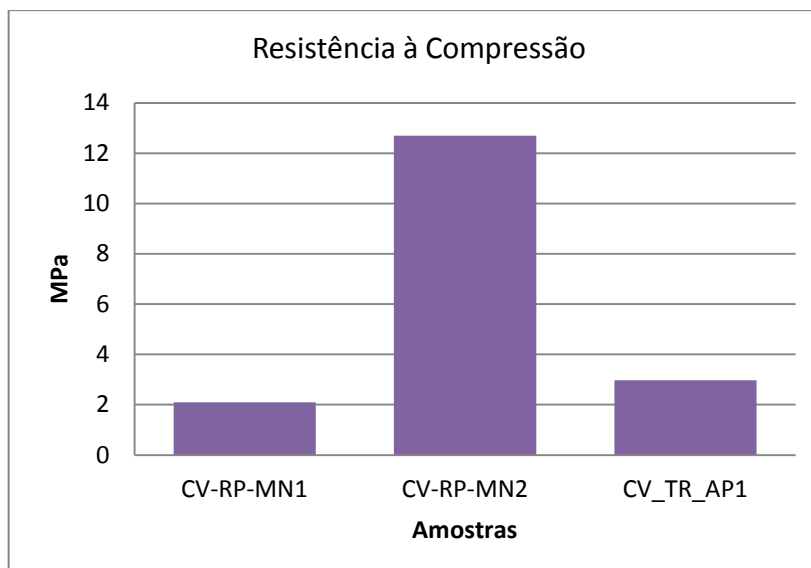


Figura 70. Resistência à compressão das argamassas de Santiago

No Fortim d'El Rei (São Vicente) a argamassa de revestimento exterior (CV-SV-FT1) apresenta uma resistência à compressão de 3,36MPa (Figura 73) com rotura da argamassa de confinamento. Na argamassa de revestimento interior (CV-SV-FT3) as amostras com argamassa de confinamento apresentam uma resistência de 2,09MPa e a amostra sem argamassa de confinamento 2,20MPa (Figura 71).

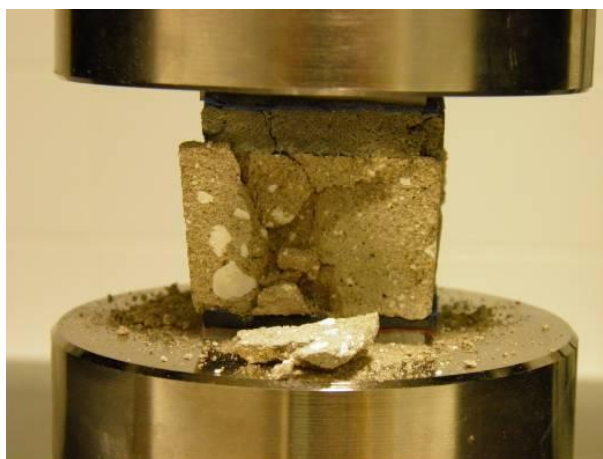


Figura 71. Rotura da amostra CV-SV-FT3, sem argamassa de confinamento, ensaio de resistência à compressão

A argamassa de revestimento exterior do Quintal da Vascónia (CV-SV-V) apresenta uma resistência à compressão de 9,2MPa. No entanto os provetes apresentavam uma espessura muito pequena e desvio no paralelismo (Figura 72), o que pode ter levado ao elevado valor de resistência à compressão.

Resultados



Figura 72. Amostra CV-SV-V, após rotura, ensaio de resistência à compressão

As argamassas de revestimento interior (CV-SV-AM1) e exterior (CV-SV-AM2) do antigo Consulado Inglês (São Vicente) apresentam resistência à compressão de 1,36MPa e 1,58MPa, respetivamente. No provete ensaiado sem argamassa de confinamento do revestimento exterior (CV-SV-AM2-b) obteve-se 0,33MPa de resistência à compressão.

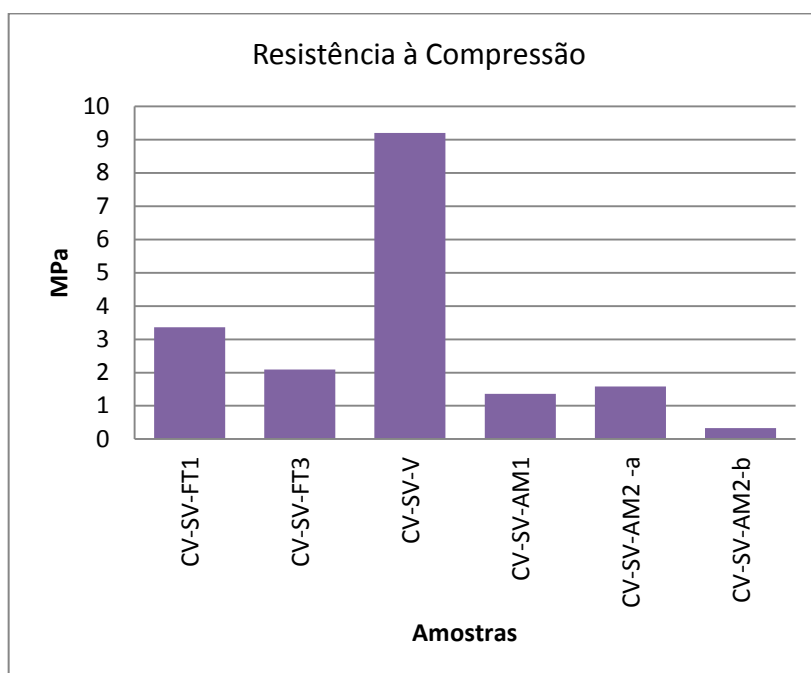


Figura 73. Resistência à compressão das argamassas de São Vicente

No Farol e na Casa anexa (Paul, Santo Antão) a resistência à compressão das argamassas de revestimento varia entre 1,64MPa e 4,55MPa (Figura 74). O valor mais baixo verificou-se na argamassa de revestimento exterior (CV-SAPL-CF2) da Casa anexa, no entanto esta rotura não foi satisfatória devido a desvio de paralelismo.

As argamassas de revestimento interior (CV-SAPS-RM1 e CV-SAPS-RM2) da Residência Municipal (Ponta de Sol, Santo Antão) apresentam resistência à compressão de 2,37MPa e 4,47MPa, respetivamente. Foi ensaiado um provete da argamassa de revestimento interior sem argamassa de confinamento (CV-SAPS-RM1-b) que apresentou resistência à compressão de 0,61MPa.

A argamassa de revestimento exterior CV-SAPS-RM3 tem uma resistência à compressão de 2,04MPa.

Na Casa de Habitação de Ponta de Sol o revestimento interior (CV-SAPS-CH1) tem uma resistência à compressão de 3,62MPa e a argamassa de revestimento exterior (CV-SAPS-CH4) de 2,18MPa.

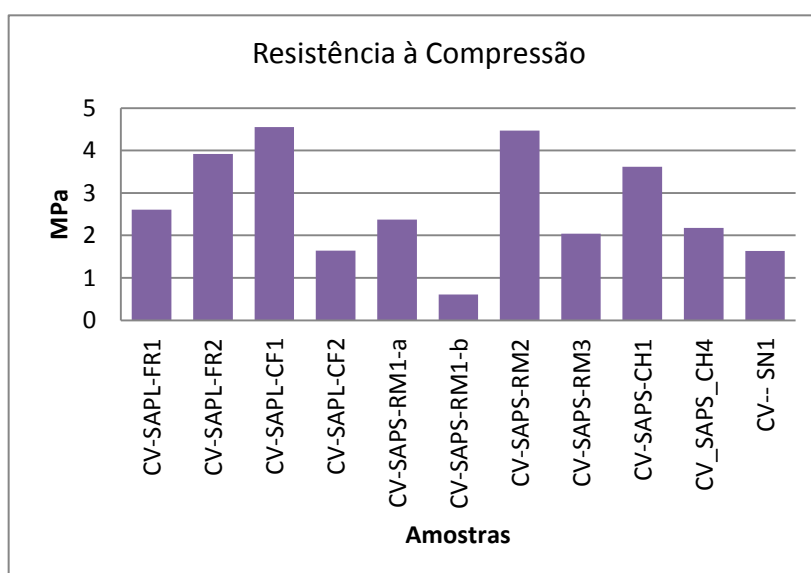


Figura 74. Resistência à compressão das argamassas de Santo Antão

Nas argamassas provenientes de S. Nicolau a argamassa de revestimento exterior do seminário de São Nicolau apresenta uma resistência à compressão de 4,52MPa e a argamassa de revestimento exterior da Casa de Habitação de Lombinho (Ribeira Brava) de 3,27MPa (Figura 75).

Resultados

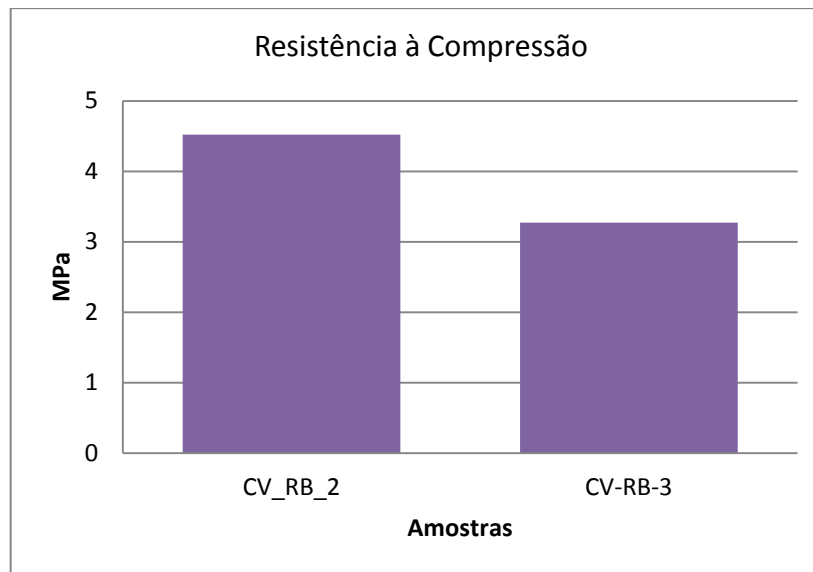


Figura 75. Resistência à compressão das argamassas de São Nicolau

A resistência à compressão das argamassas de Cabo Verde varia maioritariamente entre 1,36 e 4,55MPa, encontrando-se dentro dos valores esperados para argamassas antigas.

As argamassas ensaiadas sem argamassa de confinamento apresentam valores mais baixos (0,3 e 0,61MPa).

Os valores mais elevados da resistência à compressão poderão ser associados ao ligante com alta reatividade pozolânica ou à recristalização da calcite.

6. CONCLUSÃO

O estudo das argamassas de Cabo Verde permitiu a sua caracterização química, mineralógica e quantificação das proporções utilizadas, bem como a determinação de propriedades físicas e mecânicas (absorção de água por capilaridade e resistência à compressão).

A análise química e mineralógica possibilitou determinar que as argamassas de Cabo Verde são constituídas por cal aérea (ligante), pozolanas naturais e areias basálticas.

Na sua constituição deteta-se a presença de elementos contaminantes como o cloreto de sódio provenientes da composição dos elementos constituintes das argamassas (pozolana e agregado), da água de constituição e do ambiente marinho a que estão expostas, bem como sulfatos constituintes das pozolanas. Estes elementos, com a presença de água, podem causar degradação da argamassa devido a ciclos de cristalização e dissolução ou à hidratação, provocando a rotura do sistema poroso.

Os valores dos coeficientes de absorção de água por capilaridade são variados, tendencialmente altos, não sendo possível obter uma correlação entre estes valores e a constituição das argamassas, pelo que será necessário estudar a estrutura porosa das argamassas através de análise microscópica ou com recurso a porosimetria de mercúrio.

As argamassas de Cabo Verde possuem facilidade de secagem (índices de secagem baixos), o que contribui para a sua durabilidade e a durabilidade do sistema construtivo.

O ensaio de dissolução ácida mostrou que as argamassas de revestimento apresentam maioritariamente uma relação em peso de 1:4, enquanto que as duas argamassas de assentamento de alvenaria (junta) apresentam relações de 1:9 e 2:1.

A resistência à compressão das argamassas de revestimento varia maioritariamente entre 1,36 e 4,55MPa. Visto não ser possível estabelecer correlação entre os valores de resistência à compressão e a constituição das argamassas ou com o coeficiente de absorção de água por capilaridade, assim os valores elevados da resistência à compressão podem estar relacionados com a presença de mais ligante, com a alta reatividade pozolânica dos agregados ou com o fenómeno de recristalização da calcite; para verificar esta possibilidade deverá recorrer-se à análise termogravimétrica (ATG) e análise calorimétrica diferencial (DSC), através das quais é possível detetar os produtos resultantes da reação pozolânica e de recristalização bem como a análise de microscopia eletrónica de varrimento (MEV/EDS),

Conclusão

indispensável na identificação dos compostos hidráulicos de interação de pozolanas com a cal.

6.1. Desenvolvimentos Futuros

Será importante complementar a caracterização das argamassas de Cabo Verde com a realização de análises que permitam o conhecimento da reação pozolânica nestas argamassas, ao longo do tempo.

Também é fundamental aprofundar o conhecimento dos materiais locais (areias e pozolanas), caracterização química e mineralógica, e a partir destes desenvolver argamassas compatíveis com edifícios antigos de Cabo Verde. A questão da produção e utilização da cal aérea é também um tema que merece reflexão, para que seja possível compreender quais os materiais empregues na produção dos revestimentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C. S. **Estudo Da Evolução Do Desempenho No Tempo De Argamassas De Cal Aérea**, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre IST. Lisboa, 2008.
- Albuquerque, L., & Santos, E. **Historia Geral de cabo Verde - Vol.I**. Lisboa: Imprensa de Coimbra, Lda. 1991.
- ALVAREZ, J., Martín, A., Casado, P., Garcia, J., Navarro, I., & Zornoza, A. **Methodology And Validation Of A Hot Hydrochloric Acid Attack For The Characterization Of Ancient Mortars**. *Cement and Concrete Research*, 1999.
- ALVAREZ, J., Sequeira, C., & Costa, M. **Ensinamentos A Retirar Do Passado Histórico Das Argamassas**. Em 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, 2005.
- Arquitectura Ibérica**, n. Os Revestimentos Antigos e a Identidade Dos Edifícios, 2006.
- BARONIO, G., & Binda, L. **Study of the pozzolanicity of some bricks and clays**, *Construction and Building Materials*, 1997.
- BOTELHO, P. C. **Argamassas Tradicionais Em Suportes De Alvenaria Antiga: Comportamento Em Termos De Aderência e Durabilidade**, *Tese de Mestrado em Engenharia civil*. Lisboa, IST/UTL, 2008.
- BOYNTON, R. S. **Chemistry and Technology of lime and limestone**. John Wiley and Sons, 1980.
- CAVACO, L. S. **Técnicas de aplicação de argamassas de revestimento em edifícios antigos. Influência no desempenho - Tese de Mestrado em Engenharia Civil**. Lisboa: IST/UTL, 2005.
- COROADO, J., Paiva, H., Velosa, A., & Ferreira, V. M. Characterization Of Renders, Joint Mortars And Adobes From Traditional Constructions In Aveiro (Portugal), **International Journal of Architectural Heritage**, 4, (2010), pp. 102-114.
- COSTA, C. E. **Obras de Conservação e Restauro de edifícios Antigos: Estudos sobre a conservação da Pedra do Convento de São Francisco de MEsão Frio**. Vila Real: Universidade De Trás-Os-Montes E Alto Douro, 2009.
- COUTINHO, A. S. **Fabrico e Propriedades do Betão, volume I**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1988).
- COUTINHO, A. S. **Pozolanas, betões com pozolanas e cimentos pozolânicos**. Lisboa: LNEC (1958).

Referências Bibliográficas

- COUTINHO, J. d. **Materiais de Construção 2 – 1ª Parte**. Porto: FEUP,(2006).
embcv. (20 de 11 de 2011). Obtido em 20 de 11 de 2011, de <http://www.embcv.pt/>
- FARIA, J. F., Torgal, F. P., & Jalali, S. **Desenvolvimento de argamassas para a reabilitação de edifícios antigos Parte 2 – Comportamento à água**. Departamento de Engenharia Civil Universidade do Minho, Guimarães, (2011).
- FARIA, M. P. **Argamassas de revestimento para alvenarias antigas. Contribuição para o estudo da influência dos ligantes** - Tese de Doutoramento em Engenharia Civil FCT/UNL. Lisboa, (2004).
- FELGUEIRAS, N. M. **Avaliação Da Evolução Das Características De Argamassas De Cal Aérea Com Diferentes Teores De Metacaulino Sujeitas A Ambientes De Diferente Humidade Relativa** - Dissertação de Mestrado. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, (2011).
- FERNANDO M. A. HENRIQUES, P. F. **O papel da investigação no estudo das argamassas de substituição na conservação do património**. Monte da Caparica: Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Engenharia Civil, (2008).
- FERREIRA, A. Causas E Classificações De Patologias Em Paredes De Alvenaria De Pedra. **Construlink.com**, Monografia Nº17, (2003).
- FERREIRA, P. E., & Carvalho, D. M. **Metodos Alternativos De Controlo E Limitação Da Utilizacao De Areia Na Construcao Civil E Obras Publicas**. Praia: Ministério Do Ambiente, Agricultura E Pescas Gabinete De Estudos E Planeamento, (2003).
- GONÇALVES, T. Pesquisa de mercado sobre revestimentos para paredes sujeitas à acção de sais solúveis. **Cadernos Edifícios**, Número 02. Lisboa: LNEC, (2002).
- GUIMARÃES, J. **Técnicas Tradicionais de Construção, Anomalias e Técnicas de Intervenção em Fachadas e Coberturas de Edifícios Antigos** - Tese de Maestrado. Vila Real: Universidade De Trás-Os-Montes E Alto Douro (2009).
- IIPC*. (23 de 4 de 2012). Obtido em 23 de 4 de 2012, de www.iipc.cv
- COSTA, J. C. C. **Recuperação Do Património Edificado com Argamassas Industriais de Ligantes Hidraulicos**.
- LANAS, J. L. Mechanical properties of natural hydraulic lime-based mortars, **Cement and Concret Research** 34. (2004) pp. 2191-2201.
- Jedrzejewska, H. Old Mortars in Poland: A New Method of Investigation, **Studies in Conservation**, 5 (1960).

- JOSÉ, Alvarez C. S. **Ensinaamentos a Retirar do Passado Histórico das Argamassas. Em primeiro congresso Nacional de Argamassas de Construção.** Lisboa: APFAC (2005).
- KANAN, M. I. **Manual de Conservação e Intervenção em Argamassas - Caderno 8.** Programa Monumenta/Iphan (2008).
- KAWIAK, T. **Gypsum mortars from twelfth-century church in Wislica, Poland. Studies in Conservation** (1991).
- Linhas Gerais da História do Desenvolvimento Urbano da Cidade do Mindelo.** Praia: Publicação do Ministério da Habitação e Obras Públicas, 1984.
- LOPES, L. **Manual Básico para a Construção de Habitação - Guia Ilustrado para a Construção de Habitação.** Mindelo: Ministério das Infraestruturas e Habitação - República de Cabo Verde, 2001.
- MAGALHÃES, A. C. *Patologia de rebocos antigos. Cadernos de Edifícios, nº 2.* Lisboa: LNEC. 2002.
- MARGALHA, M. G., Veiga, M. d., & Brito, J. d. **Influência das Areias na Qualidade de Argamassas de Cal Aérea.** Lisboa.
- MARQUES, A. R. *Argamassas De Cal Aérea Com Adição De Cinza De Casca De Arroz.* Lisboa: IST, 2010.
- MARQUES, S. M. **Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos.** Aveiro: Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, Universidade de Aveiro (2005).
- MATEUS, J. **Técnicas tradicionais de Construção de Alvenarias.** Lisboa: Livros Horizontes, 2002.
- Miguel, P. **Desenvolvimento De Argamassas De Reabilitação De Edifícios Em Adobe -** Dissertação de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro(2008).
- Monumentos e Sítios.* (24 de 4 de 2012). Obtido em 24 de 4 de 2012, de <http://snmonumentos.blogspot.com/>
- Moropoulo, A. B. (2005). **Composite materials in ancient structures.** Cement and Concrete Composites.
- NARA. (1994). Documento De Nara Sobre A Autenticidade.
- PINTO, A. P., & Gomes, A. **Degradação e Conservação de Materiais I. Argamassas. 1º Curso de formação avançada em Recuperação e Conservação do Património Construído,.** Lisboa: DECivil IST/UTL, (2006/2007).
- Reabilitação Urbana - Mindelo.** Mindelo: ECDJ.10., (2007).

- Revestimentos de paredes. Ensaio de absorção de água por capilaridade.** Lisboa: MOPTC, LNEC, NRI,. (2005).
- RODRIGUES, M. P. **Revestimentos de Impermeabilização de Paredes à base de Ligantes Minerais** - Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa (1993).
- SÁ, A. F. **Rebocos em Paredes de Pedra e cal** - Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Engenharia Civil, Lisboa, IST/UTL (2005).
- SAMPAIO, E. **Mineralogia Do Solo.** Évora: Departamento de Geociências - Universidade de Évora (2006).
- SILVA, A. L. **Nos Tempos do Porto Grande do Mindelo.** Praia - Mindelo: Instituto Camões - Centro Cultural Português (2000).
- TEIXEIRA, B. M. *Conservação De Fachadas Azulejadas Em Ovar: Comportamento Mecânico.* Aveiro: UA (2008).
- UNESCO - Relatório de Missão Realizada de 27/11 a 27/12/1980.** Paris: UNESCO.
- VALDEZ, F. T. **Africa Ocidental. Noticias e Considerações.** Lisboa (1981).
- VALENTE, C. S. **Conservação De Fachadas Azulejadas Em Ovar: Comportamento Face À Água.** Aveiro: UA, (2008).
- VEIGA, M. **Argamassas de cal na conservação de edifícios antigos.** Lisboa: LNEC (2006).
- VEIGA, M. *Argamassas na conservação.* Lisboa: LNEC, (2005).
- VEIGA, M. R. Argamassas de reboco para edifícios antigos. Requisitos e características a respeitar. **Cadernos de Edifícios, nº2.** Lisboa: LNEC (2002).
- VEIGA, M. R. Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes **Actas do 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios.** . Lisboa : LNEC (2003).
- VEIGA, M. R. As argamassas na conservação. In **Actas das 1ªs Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Avaliação e Reabilitação das Construções existentes.** Aveiro: LNEC (2003).
- Veiga, M. R. **Comportamento Das Argamassas De Revestimento De Paredes – Contribuição para o Estudo da sua Resistência à Fendilhação** - Tese de Doutoramento. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, (1998).
- VEIGA, M. R. **Conservação e Renovação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos** - Coleção Edifícios. Lisboa: LNEC (2004).

Veiga, M.; Aguiar, J. Definição De Estratégias De Intervenção Em Revestimentos De Edifícios Antigos - **1º Encontro Nacional Sobre Patologia E Reabilitação De Edifícios**. Porto: FEUP (2003).

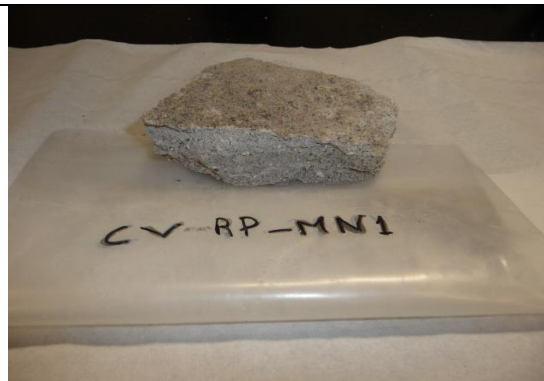
Velosa, A. **Argamassas De Cal Com Pozolanas Para Revestimento De Paredes Antigas**. Universidade de Aveiro Secção Autónoma de Engenharia Civil (2006).

VELOSA, A. **Influência das Adições Pozolânicas em Argamassas de Cal para Conservação de Edifícios Antigos**. Lisboa: LNEC (2002).

Warren, J. Conservation of Brick”, Cap. 12 – **Mortars, Renderings and Plasters, Butterworth Heinemann**. England (1999.).

ANEXO 1

Ficha 1

Local: **Ribeira dos Picos, Santiago**Referência: **CV - RP - MN1**Edifício: **Convento**Função: **Revestimento Interior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica**

Amostra	Calcite	Aragonite	Dolomite	Halite	Hematite	Alunites	Quartzo
<100µm	x	x	x	x	x	x	x

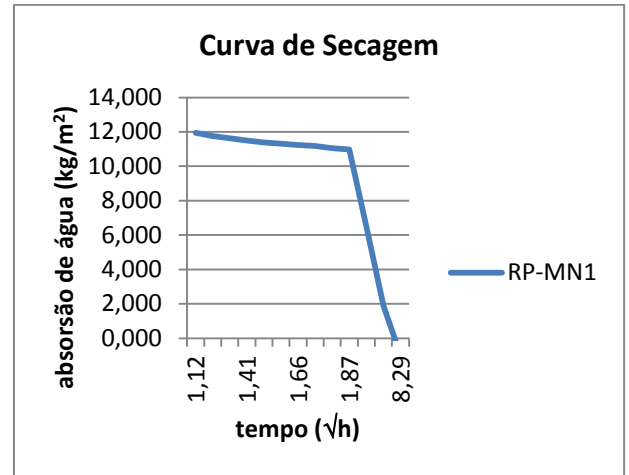
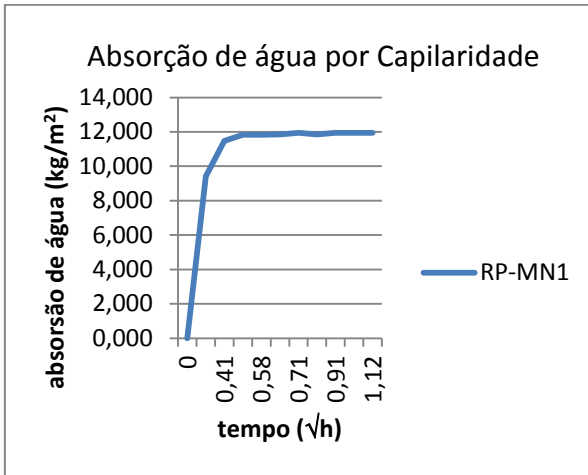
Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX):

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	22,43	6,43	36,9 4	9,95	9,61	0,05	0,22	2,91	1,04	0,13	8,37	1,00
<75µm (%)	46,54	1,50	8,19	2,87	2,85	0,14	0,58	0,73	0,33	0,04	35,52	0,32

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
85	15

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	3,79 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,3

Resistência à compressão:



Rc= 2,09MPa

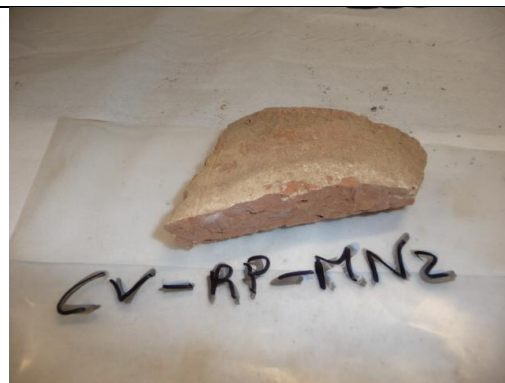
Ficha 2

Local: **Ribeira dos Picos, Santiago**

Referência: **CV - RP – MN2**

Edifício: **Convento**

Função: **Revestimento alvenaria cerâmica**



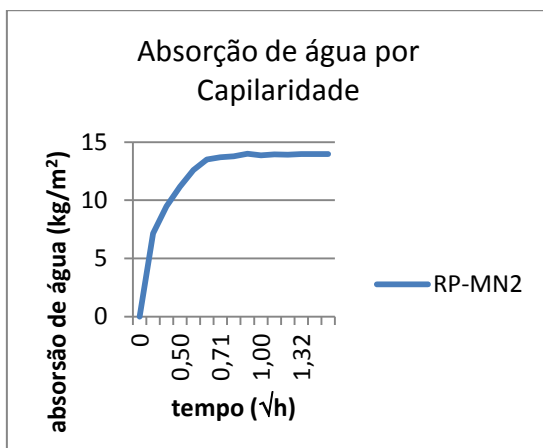
Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica

Amostras	Calcite	Dolomite	Anidrite	Bassanite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Opala	Galena	Quartzo	Magnetite-maghemite	Lepidocrocite
T&Q	x		x	x	x	x	x	x	x	TR	x	x	
<75µm	x	x	x		x		x		x		x	x	x

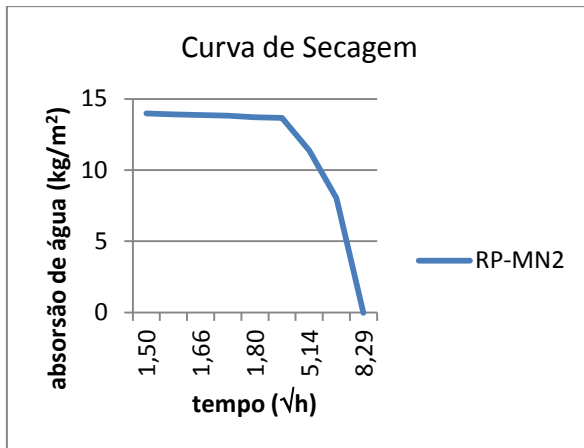
Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
91	9

Absorção de Água por Capilaridade:

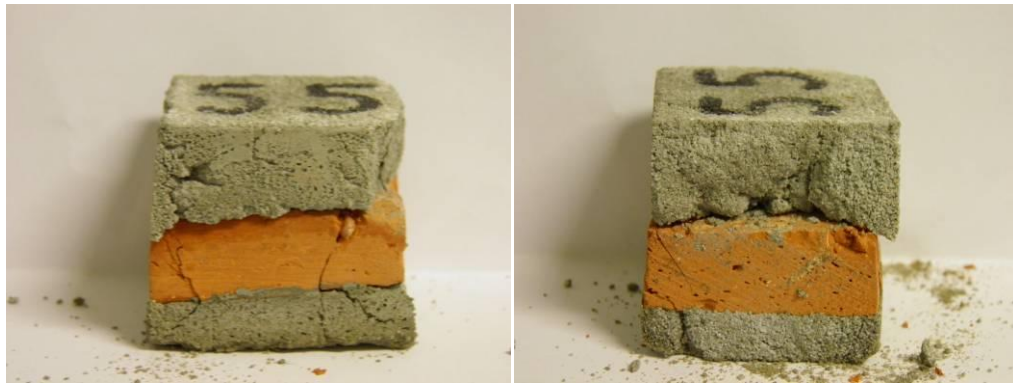


Anexo 1



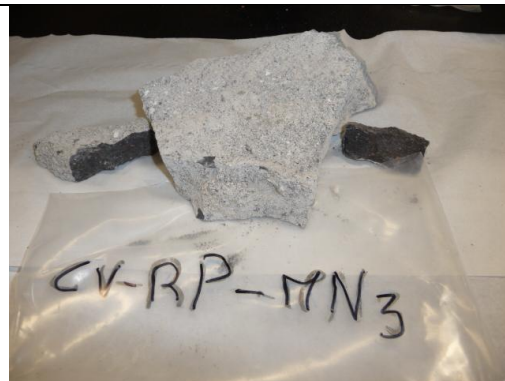
Coeficiente de Capilaridade:	18,34 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	1,34

Resistência à compressão:



Rc= 12,7MPa

Ficha 3

Local: **Ribeira dos Picos, Santiago**Referência: **CV - RP – MN3**Edifício: **Convento**Função: **Revestimento exterior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Anidrite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Anatase	Opala	Piroxenas	Anfibolas	Pirite	Quartzo	Magnetite-maghemite	Lepidocrocite
T&Q	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x
<75µm	x	x	x	x	x	x				x	x			x	x	x	x

Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	Cl	SO3	TiO2	K2O	MnO	LOI	Na2O
T&Q (%)	19,76	4,97	36,75	12,78	10,00	0,74	0,34	2,82	0,80	-	7,92	1,98
<75µm (%)	37,61	2,05	14,89	5,75	3,24	1,19	0,72	0,82	0,35	-	31,76	1,05

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
87	13

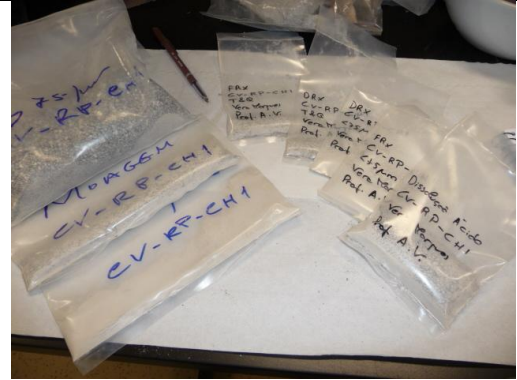
Ficha 4

Local: **Ribeira dos Picos, Santiago**

Referência: **CV - RP -CH1**

Edifício: **Casa de Habitação**

Função: **Revestimento Exterior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

	Calcite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite
<75µm	xxx	x	x	x	x

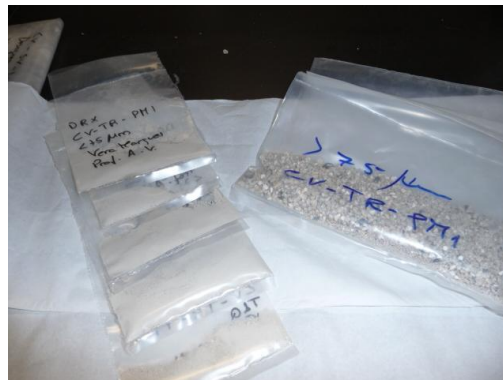
Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	25,19	5,67	35,19	9,30	9,34	0,03	0,57	2,84	0,91	0,13	9,76	0,78

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
82	18

Ficha 5

Local: **Tarrafal, Santiago**Referência: **CV - TR-PM1**Edifício: **Cais do Tarrafal**Função: **Argamassa de Alvenaria****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostra	Calcite	Aragonite	Halite	Feldspatos	Hematite	Quartzo	Magnetite-maghemite
<75μm	xxx	x	x	x	x	x	x

Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	16,8	1,50	3,76	1,03	0,72	13,27	0,51	0,13	0,08	0,23	0,02	38,91	22,95
<75μm (%)	14,09	2,67	9,90	2,39	1,32	13,25	1,00	0,12	0,12	0,46	0,03	34,26	20,31

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
74	26

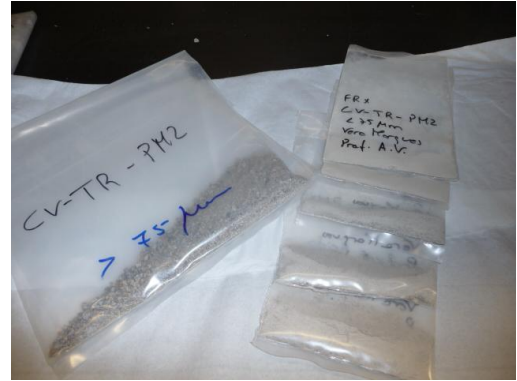
Ficha 6

Local: **Tarrafal, Santiago**

Referência: **CV - TR-PM2**

Edifício: **Cais do Tarrafal**

Função: **Argamassa de revestimento**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostra	Calcite	Aragonite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Jarositos	Anatase	Alunites	Quartzo	Magnetite-maghemite
<75µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	35,61	5,32	17,10	4,48	4,69	1,23	1,60	1,04	0,30	0,33	0,08	27,00	1,02
<75µm (%)	33,24	4,05	15,14	4,18	2,94	2,35	2,56	0,51	0,21	0,28	0,06	32,71	1,62

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
37	63

Ficha 7

Local: **Tarrafal, Santiago**

Referência: **CV - TR-PM3**

Edifício: **Cais do Tarrafal, bloco caído**

Função: **Argamassa de revestimento**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostra	Calcite	Aragonite	Halite	Feldspatos	Hematite	Jarosit	Alunites	Magnetite-machemite
<75μm	xxx	x	x	x	x	x	x	x

Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	28,92	4,19	24,23	7,30	5,23	1,65	2,25	1,13	0,31	0,80	0,10	22,16	1,47
<75μm (%)	38,82	4,54	23,61	7,13	4,72	2,59	4,22	0,81	0,24	0,58	0,07	11,04	1,44

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
86	14

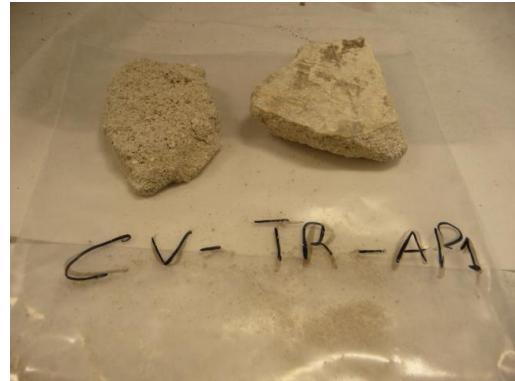
Ficha 8

Local: **Tarrafal, Santiago**

Referência: **CV - TR-AP1**

Edifício: **Cais do Tarrafal, bloco caído**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Anatase	Alunites	Magnetite-maghemite
<75µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

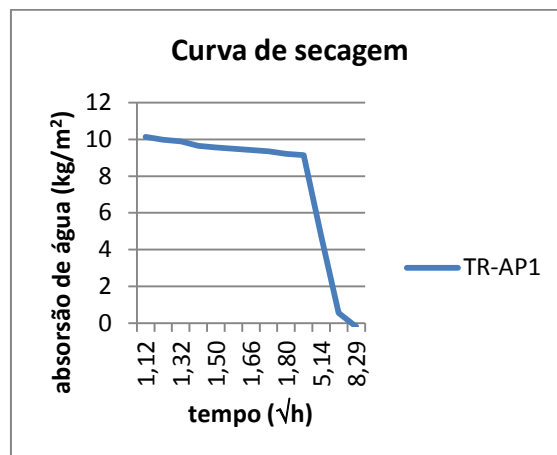
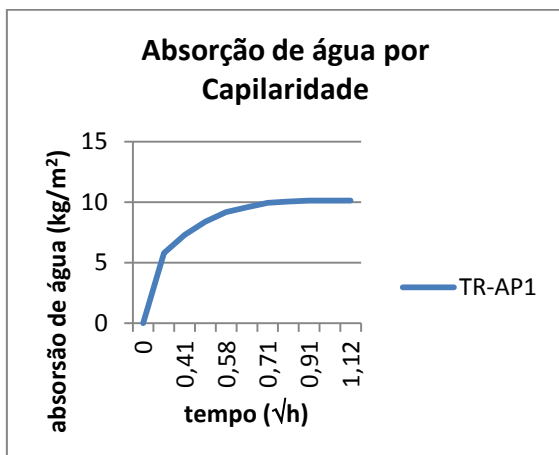
Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

Amostras	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cl	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO	LOI	Na ₂ O
T&Q (%)	48,52	1,47	4,83	1,92	1,77	0,16	0,37	0,64	0,44	0,17	0,04	39,32	0,24
<75µm (%)	38,53	3,06	15,97	6,14	7,54	0,09	0,26	2,11	0,84	0,54	0,12	23,81	0,72

Dissolução Ácida:

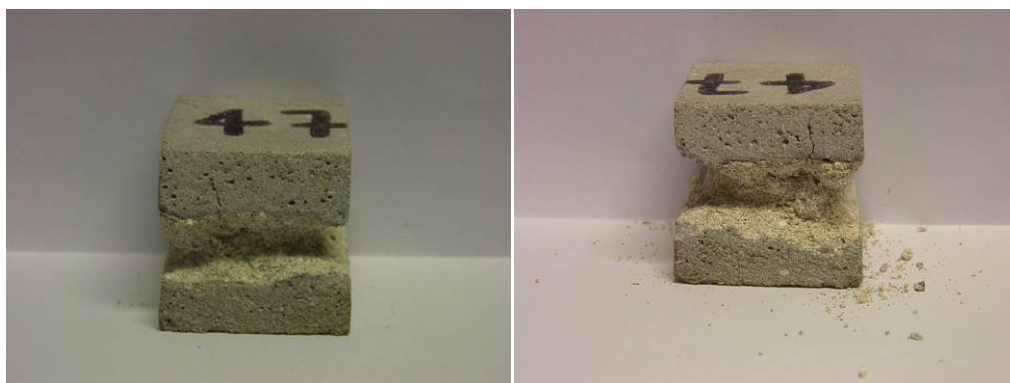
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
80	20

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	11,10	$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,17	

Resistência à compressão:



Rc= 2,97MPa

Ficha 9

Local: **Assomada, Santiago**

Referência: **CV – ASS-MR1**

Edifício: **Mercado**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



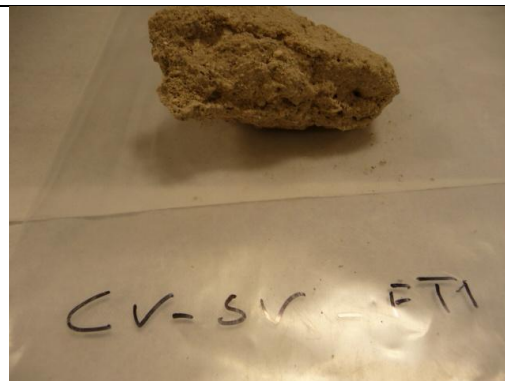
Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Rhodocrocite	Vaterite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Anatase	Opala	Piroxenas	Anfíbolas	Zeólitos	Jarosites	Quartzo	Magnetite-maghemite)	Lepidocrocite
T&Q	x		x			x	x	x	tr	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
< 75µm	x	x		tr	tr		x			x									x

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
83	17

Ficha 10

Local: **Mindelo, São Vicente**Referência: **CV – SV-FT1**Edifício: **Fortim d'el Rei**Função: **Argamassa de revestimento exterior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica**

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Halite	Feldspatos	Hematite	Quartzo
< 75 μ m	xxx	x	x	x	x	x	x	x

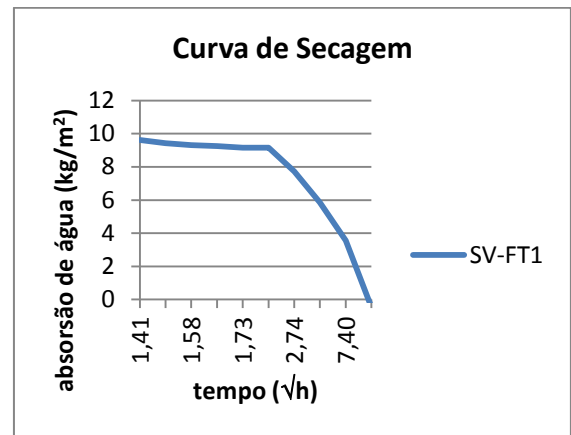
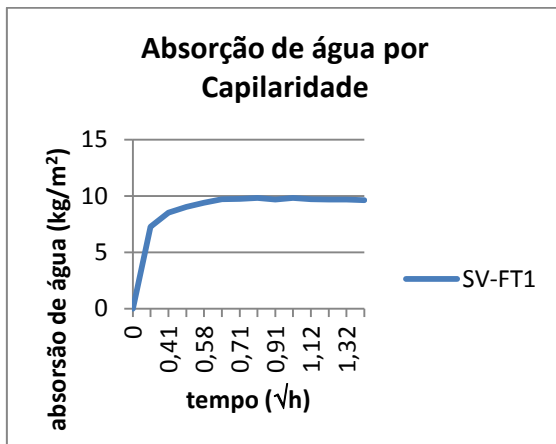
Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	35,10	4,16	10,46	3,12	3,02	6,02	3,01	0,55	0,98	32,77	0,21	0,37	0,04
<100 μ m (%)	36,56	3,37	9,82	3,25	3,91	3,26	2,70	0,70	0,96	34,63	0,19	0,45	0,07

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
81	19

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	5,59 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,13

Resistência à compressão:



Rc= 3,36MPa

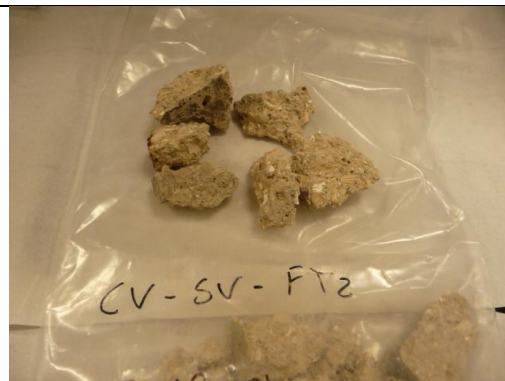
Ficha 11

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-FT2**

Edifício: **Fortim d'el Rei**

Função: **Argamassa de revestimento interior (cozinha)**



Argamassa de Cimento (não é possível desagregar)

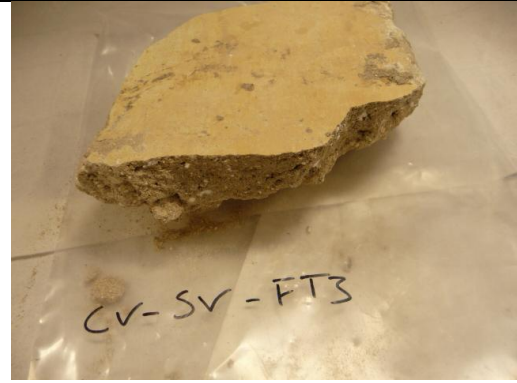
Ficha 12

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-FT3**

Edifício: **Fortim d'el Rei**

Função: **Argamassa de revestimento interior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Rhodocrocite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Opala	Pirite	Quartzo	Magnetite-maghemite	Lepidocrocite	Brucite
T&Q	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	
<100µm	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X

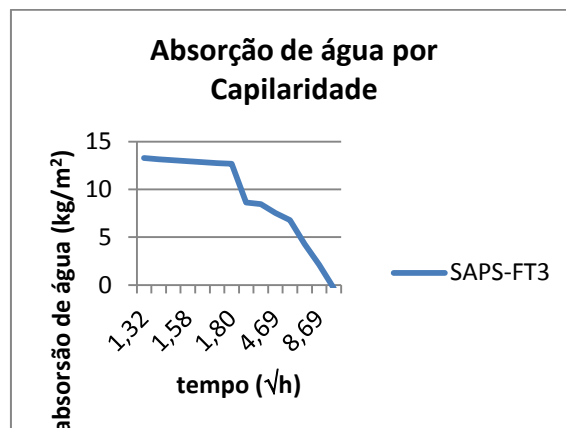
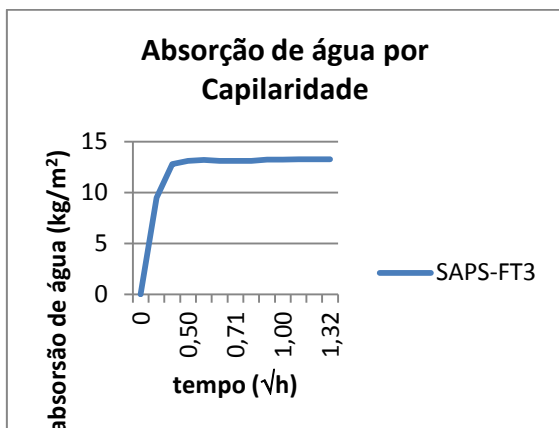
Análise Química - Fluorescência de raios X (FRX)

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	42,95	3,45	10,58	3,10	2,88	0,68	0,57	0,59	0,82	33,67	0,15	0,30	-
<100µm (%)	44,29	1,70	10,79	3,10	2,95	0,62	0,78	0,75	0,57	33,84	0,10	0,36	-

Dissolução Ácida:

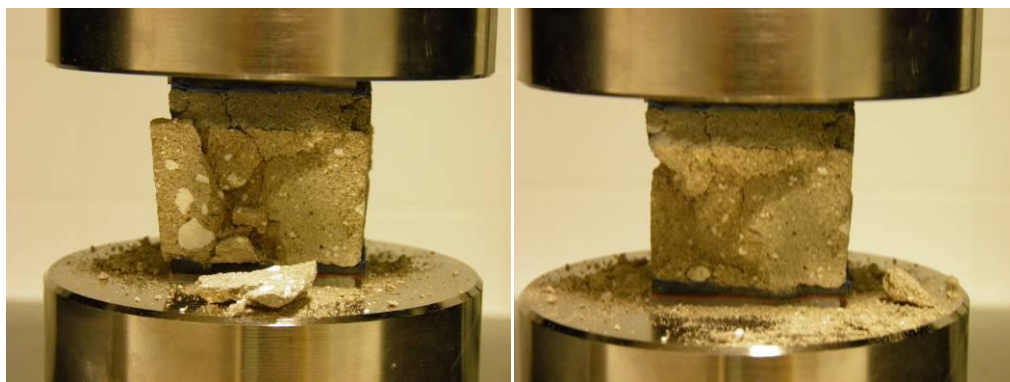
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
78	22

Absorção de Água por Capilaridade:



Coeficiente de Capilaridade:	3,37 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,21

Resistência à compressão:



Rc=2,09MPa

Ficha 13

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-LV**

Edifício: **Liceu Velho**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Siderite	Halite	Feldspatos	Hematite
<100µm	xxx	x	x	x	x

Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	40,32	3,31	7,48	2,17	1,54	3,58	1,96	0,82	0,45	37,70	0,15	0,25	0,08
<100µm (%)	40,54	1,58	7,35	2,35	1,40	3,30	2,36	1,25	0,28	38,91	0,15	0,31	0,10

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
81	19

Ficha 14

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-TB1**

Edifício: **Capitania dos Portos(Torre de Belém)**

Função: **Argamassa de revestimento (entulho)**



Argamassa de Cimento (não é possível desagregar)

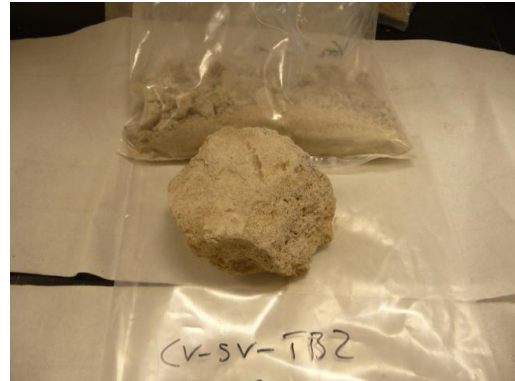
Ficha 15

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-TB2**

Edifício: **Capitania dos Portos(Torre de Belém)**

Função: **Argamassa de revestimento (entulho)**



Argamassa de Cimento (não é possível desagregar)

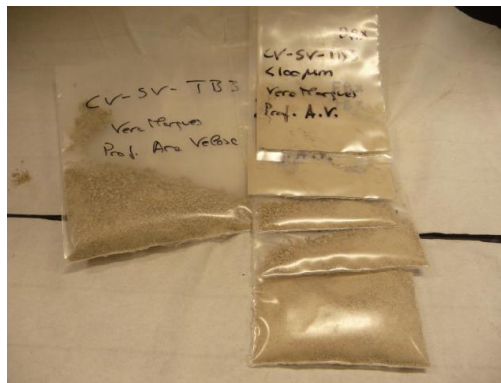
Ficha 16

Local: Mindelo, São Vicente

Referência: CV – SV-TB3

Edifício: Capitania dos Portos(Torre de Belém)

Função: Argamassa de revestimento exterior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Siderite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Anatase	Alunites	Magnetite-	maghemite
<100µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fluorescência de raios X (FRX) - Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	44,29	3,31	7,72	2,28	1,34	0,50	0,11	0,96	0,31	38,59	0,15	0,21	0,02
<100µm (%)	39,14	3,37	12,36	3,67	2,32	0,61	0,18	1,56	0,42	35,49	0,22	0,45	0,03

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
86	14

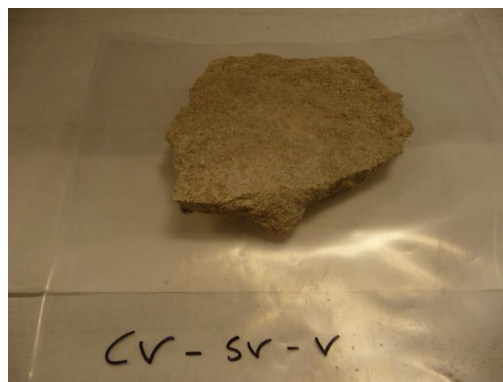
Ficha 17

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-V**

Edifício: **Quintal da Vascónia**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Hematite	Anatase	Pirite	Magnetite - maghemite	Lepidocrocite
T&Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<100µm	X	X		X		X	X	X	X		X	

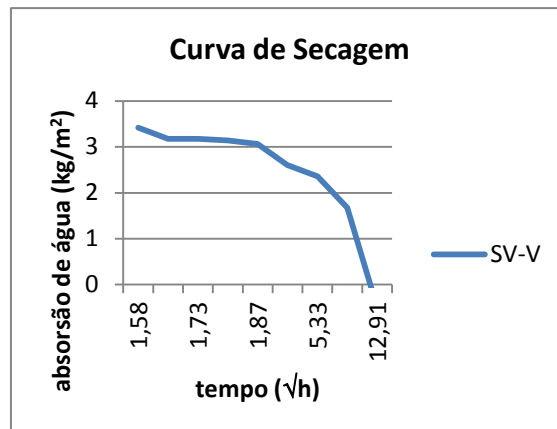
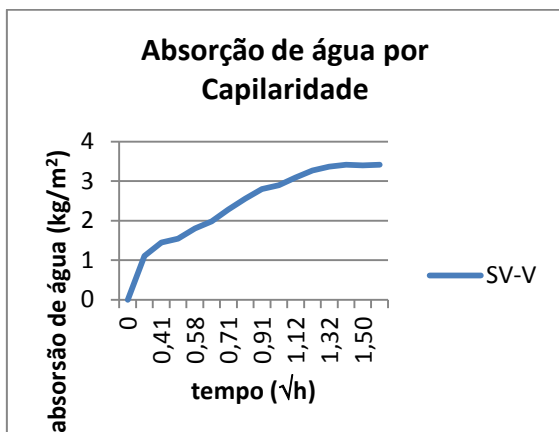
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O
T&Q (%)	30,57	5,56	10,90	2,84	2,30	7,78	5,53	0,90	0,66	32,28	0,15	0,31
<100µm (%)	20,01	5,65	12,93	3,48	1,54	9,36	8,26	1,52	0,30	36,22	0,10	0,46

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
79	21

Absorção de Água por Capilaridade:



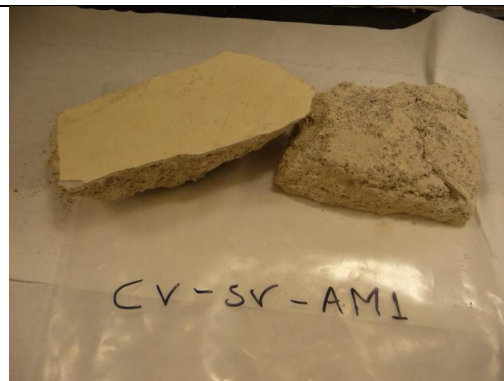
Coefficiente de Capilaridade:	2,26 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,15

Resistência à compressão:



Rc= 9,2MPa

Ficha 18

Local: **Mindelo, São Vicente**Referência: **CV – SV-AM1**Edifício: **Antigo Consulado Inglês**Função: **Argamassa de revestimento interior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Piroxenas	Anfíbolas	Zeólitos	Magnetite - maghemite	Lepidocrocite	Brucite
T&Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<100µm	x	x	x	x	x		x				x	x	

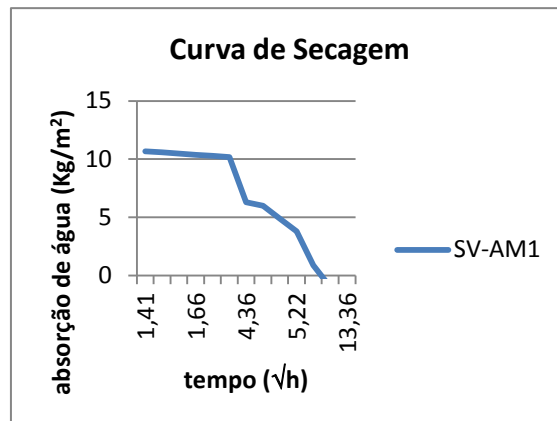
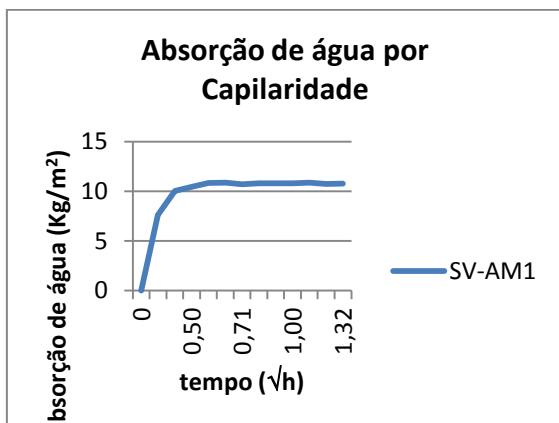
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O
T&Q (%)	28,52	7,76	26,15	7,20	8,33	0,95	0,23	0,65	2,55	15,96	0,38	0,58
<100µm (%)	43,96	2,68	7,18	3,06	2,64	0,62	0,73	1,17	0,57	36,88	0,14	0,20

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
80	20

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	4,71 kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,31

Resistência à compressão:



Rc = 1,36MPa (Rotura satisfatória)

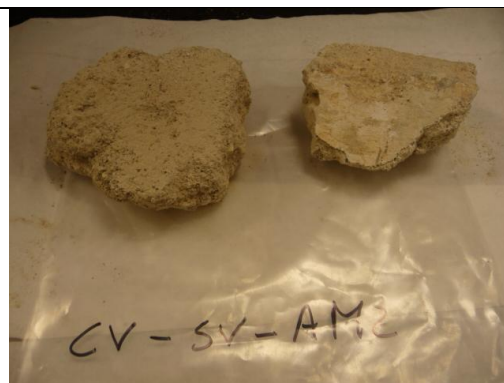
Ficha 19

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-AM2**

Edifício: **Antigo Consulado Inglês**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Dolomite	Halite	Hematite	Quartz
<100µm	xxx	x	x	x	x

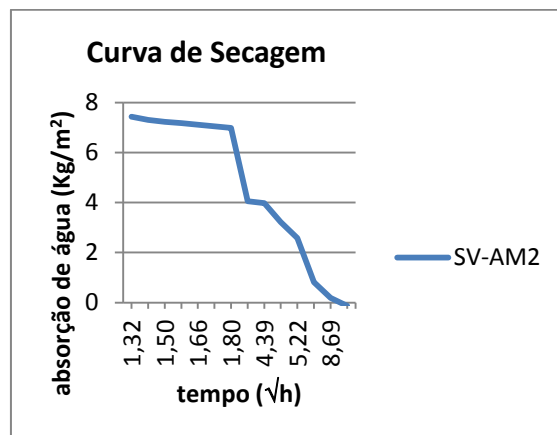
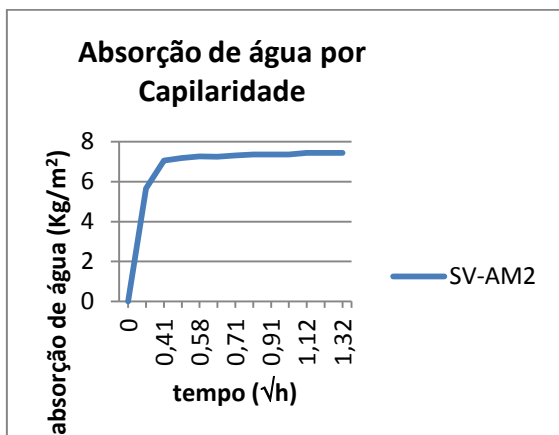
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	34,42	5,93	22,89	6,38	8,24	0,81	0,20	0,73	2,36	16,61	0,37	0,60	0,12
<100µm (%)	46,07	1,94	7,32	2,56	2,43	0,38	0,40	0,96	0,53	36,95	0,14	-	0,03

Dissolução Ácida:

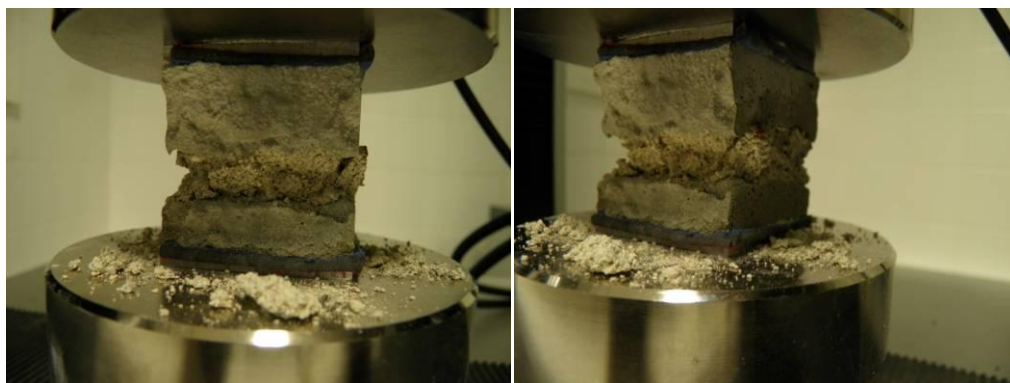
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
83	17

Absorção de Água por Capilaridade:

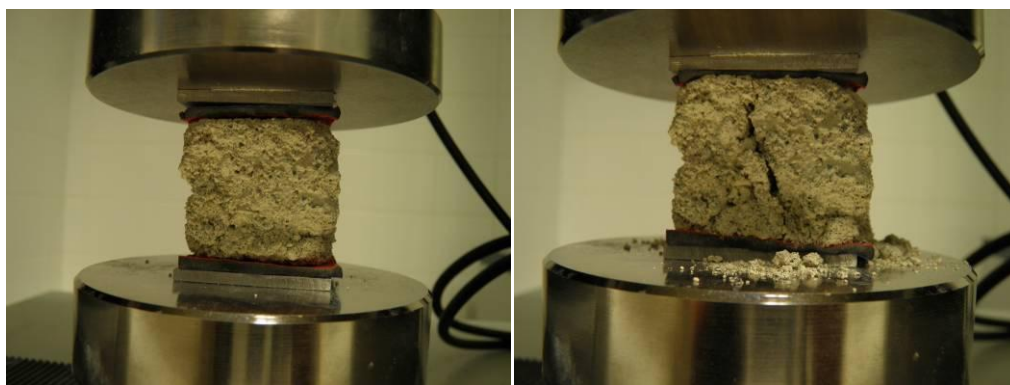


Coefficiente de Capilaridade:	1,26 kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,13

Resistência à compressão:



Rc=1,58MPa (aparentemente satisfatória)



Rc=0,33MPa (Sem argamassa de confinamento)

Ficha 20

Local: **Mindelo, São Vicente**

Referência: **CV – SV-AM3**

Edifício: **Antigo Consulado Inglês**

Função: **Argamassa de alvenaria**



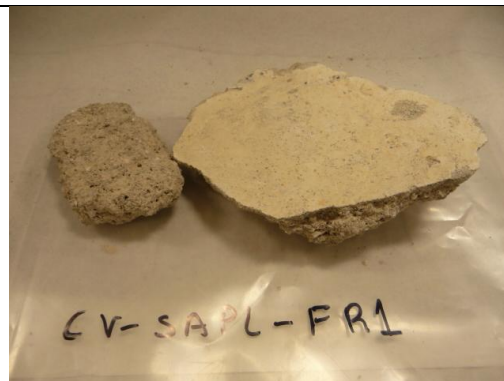
Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Bassanite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Goetite	Piroxenas	Anfibolas	Galena	Quartzo	Magnetite - maghemite
T&Q (%)	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
<100µm (%)	x		x	x	x	x	x		x	x		x	x

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
89	11

Ficha 21

Local: **Paul, Santo Antão**Referência: **CV – SAPL-FR1**Edifício: **Farol**Função: **Argamassa de revestimento interior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Aragonite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Jarosites	Alunites	Quartzo
<100µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x

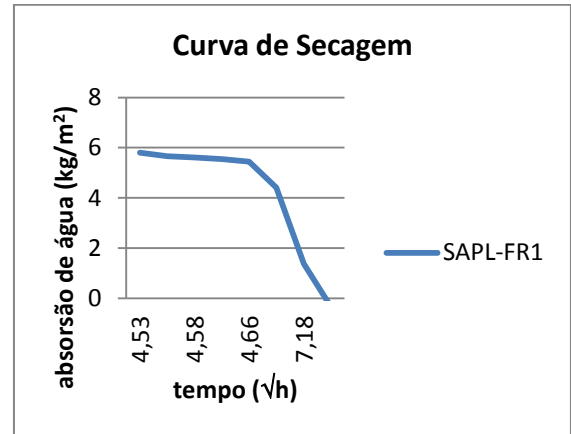
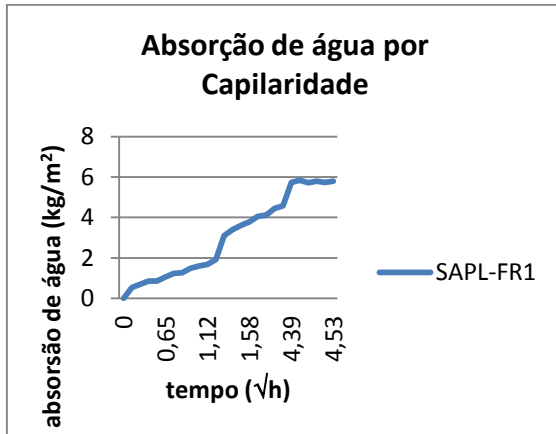
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	25,15	5,84	29,74	8,20	11,41	1,99	0,60	0,74	3,17	11,07	0,57	1,06	0,18
<100µm (%)	44,51	1,35	12,77	4,15	4,90	1,37	0,77	0,79	1,19	26,75	0,27	0,79	0,09

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
78	22

Absorção de Água por Capilaridade:



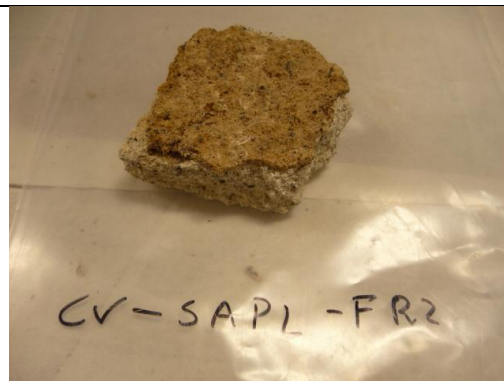
Coefficiente de Capilaridade:	1,78 kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de secagem	0,14

Resistência à compressão:



Rc=2,61MPa

Ficha 22

Local: **Paul, Santo Antão**Referência: **CV – SAPL-FR2**Edifício: **Farol**Função: **Argamassa de revestimento exterior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Rodocrocite	Feldspatos	Filosilicatos	Pirite	Quartzo	Magnetite - maghemite	Lepidocrocite
<100µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x

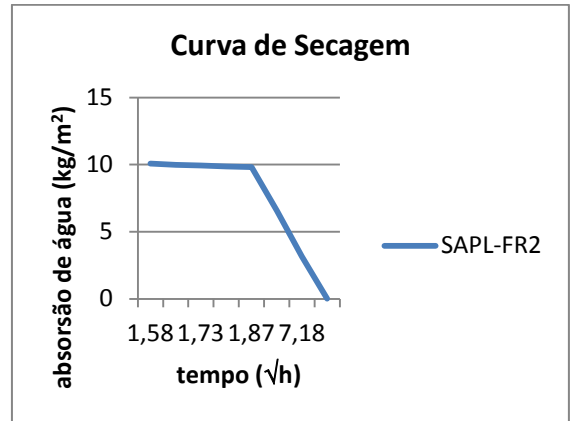
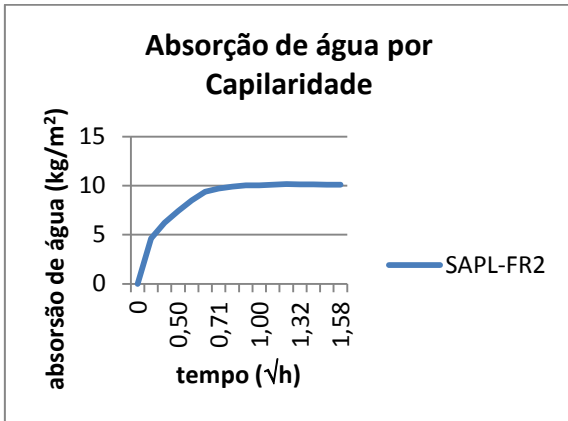
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O
T&Q (%)	30,91	5,32	25,71	7,71	10,27	1,78	0,53	0,98	2,65	11,84	0,73	1,06
<100µm (%)	43,12	1,88	11,48	3,92	3,32	1,08	0,62	1,18	0,94	31,45	0,31	0,51

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
80	20

Absorção de Água por Capilaridade:



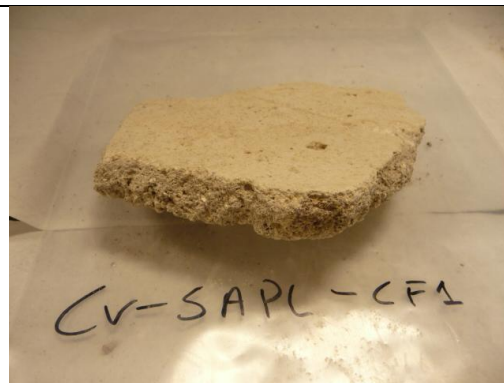
Coefficiente de Capilaridade:	11,69	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,25	

Resistência à compressão:



Rc=3,92MPa

Ficha 23

Local: **Paul, Santo Antão**Referência: **CV – SAPL-CF1**Edifício: **Casa Farol**Função: **Argamassa de revestimento interior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Halite	Hematite	Tenardite
<100µm	xxx	x	x	x

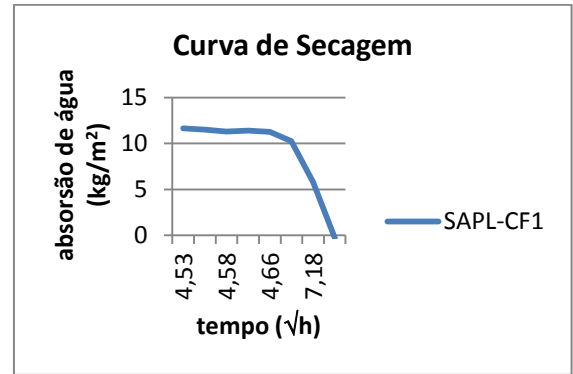
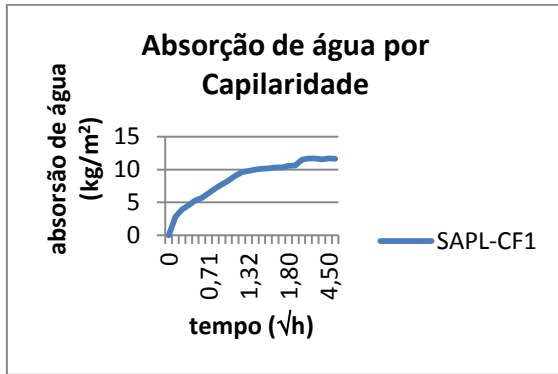
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	32,01	4,28	22,77	7,14	8,87	1,72	1,22	0,54	2,54	16,98	0,45	1,07	0,14
<100µm (%)	34,80	1,95	8,12	3,18	2,90	0,96	1,03	0,52	0,71	45,08	0,16	0,41	0,04

Dissolução Ácida:

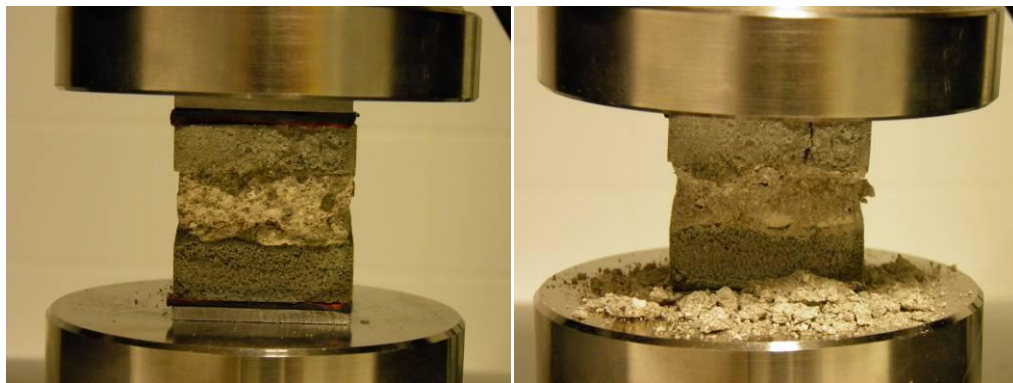
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
83	17

Absorção de Água por Capilaridade:



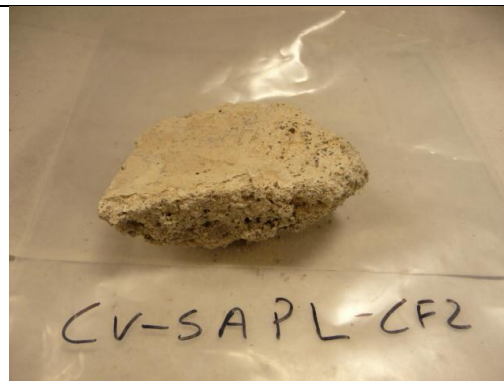
Coefficiente de Capilaridade:	8,37 kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,23

Resistência à compressão:



Rc= 4,55MPa

Ficha 24

Local: **Paul, Santo Antão**Referência: **CV – SAPL-CF2**Edifício: **Casa Farol**Função: **Argamassa de revestimento exterior****Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:**

Amostras	Calcite	Dolomite	Halite	Hematite	Anatase
<100µm	xxx	x	x	x	x

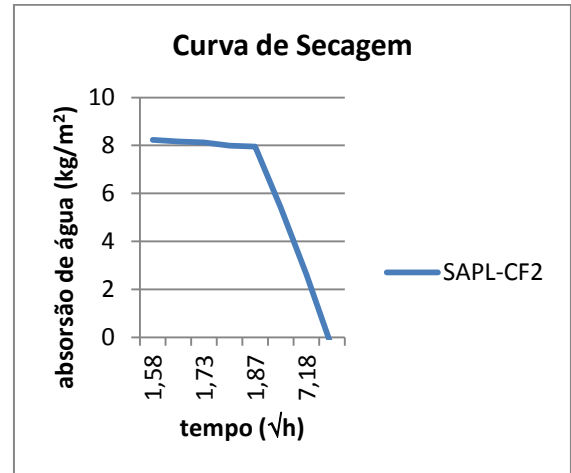
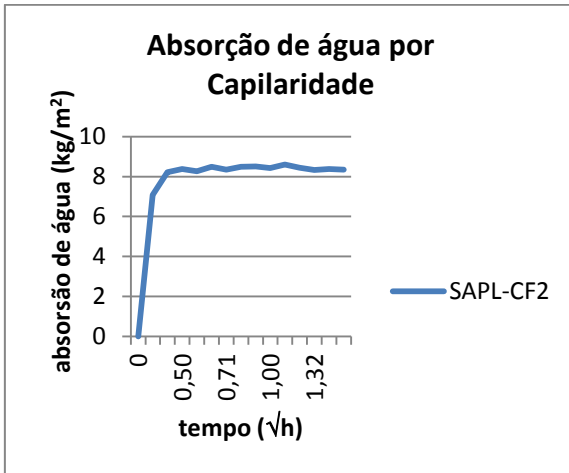
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	29,37	6,60	23,15	5,81	9,88	1,63	0,95	1,61	2,18	16,98	0,42	0,98	0,14
<100µm (%)	43,36	1,94	8,35	2,41	1,85	1,33	1,12	1,21	0,39	37,14	0,21	0,56	0,03

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
79	21

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	1,76	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,25	

Resistência à compressão:



Rc=1,64MPa

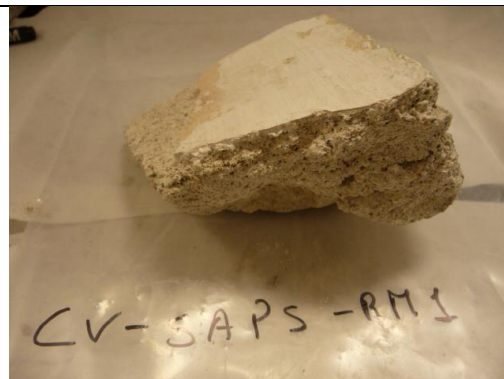
Ficha 25

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-RM1

Edifício: Residência Municipal

Função: Argamassa de revestimento exterior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Halite	Hematite	Quartz
<100µm	xxx	x	x	x	x

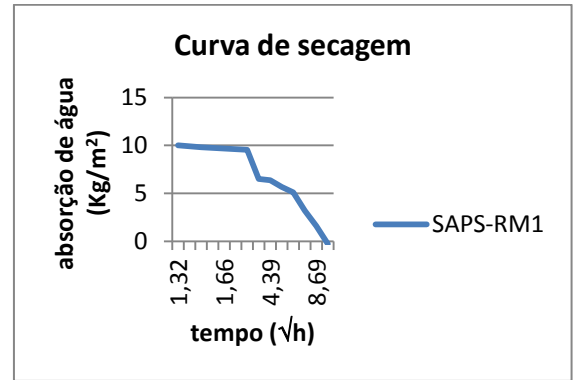
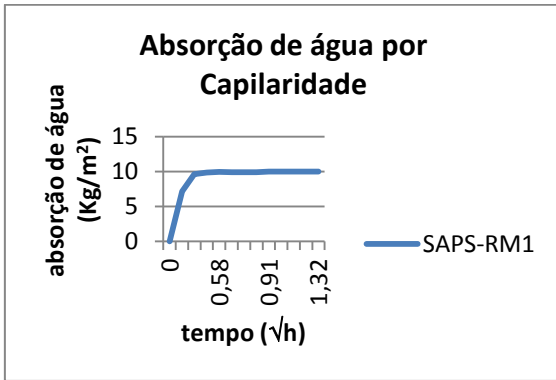
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	49,77	2,95	5,21	1,72	2,44	0,81	0,65	1,22	0,60	33,95	0,23	0,15	0,04
<100µm (%)	48,88	1,59	2,61	1,06	0,66	0,60	0,81	1,22	0,13	42,17	0,16	-	0,01

Dissolução Ácida:

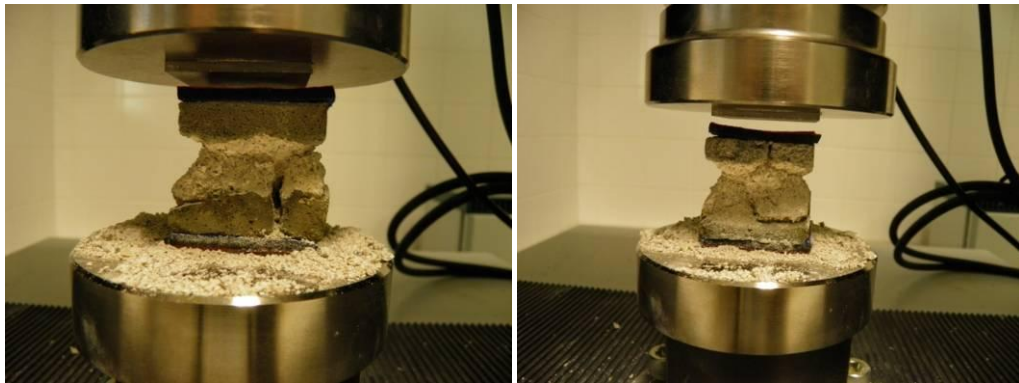
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
81	19

Absorção de Água por Capilaridade:

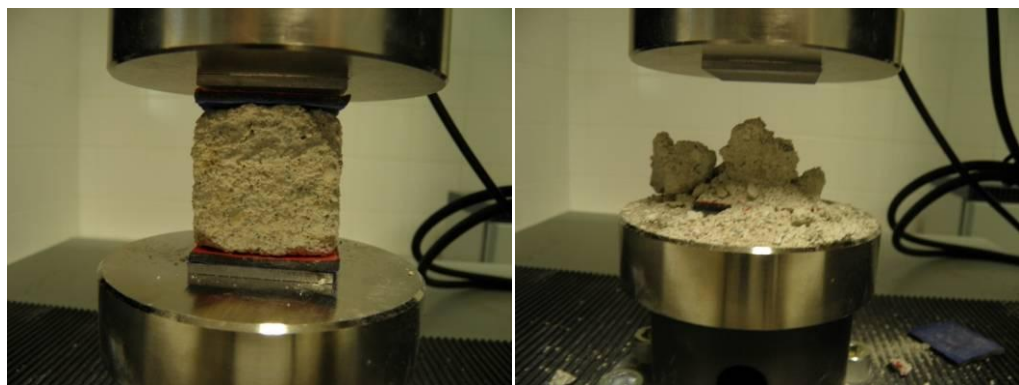


Coefficiente de Capilaridade:	2,54 $kg/m^2 \cdot h^{1/2}$
Índice de Secagem	0,22

Resistência à compressão:



Rc=2,37MPa



Rc= 0,61MPa (Sem argamassa de confinamento)

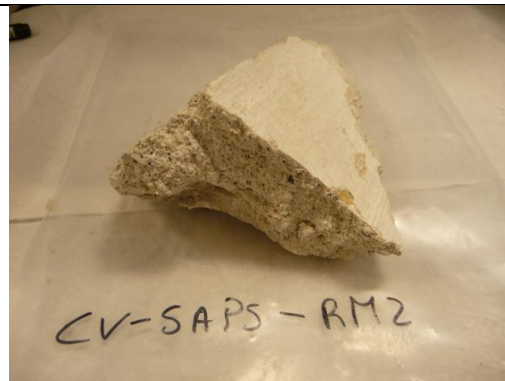
Ficha 26

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-RM2

Edifício: Residência Municipal

Função: Revestimento Interior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Halite	Hematite	Tenardite
<100µm	xxx	x	x	x	x	x

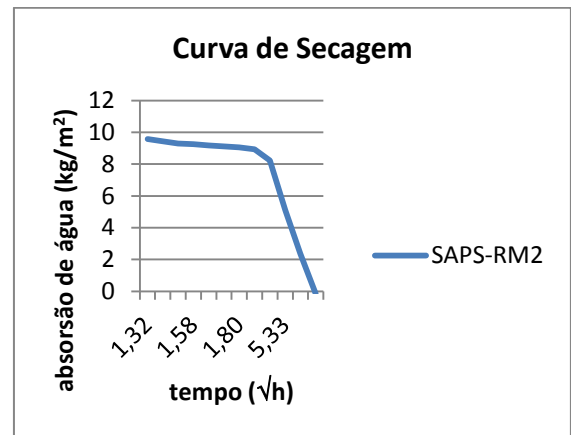
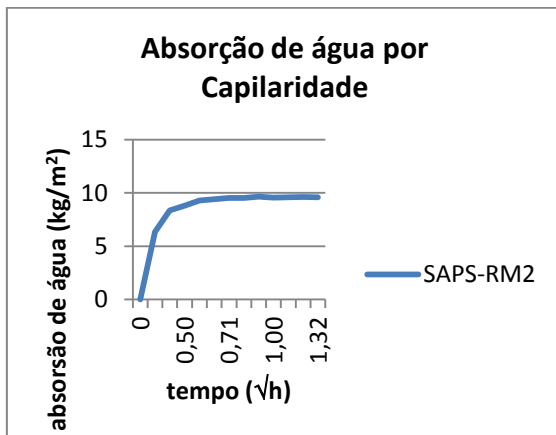
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
CV – SAPS-RM2 T&Q (%)	58,34	3,39	6,66	2,20	3,61	0,96	0,78	2,31	0,95	20,15	0,31	-	0,06
CV – SAPS-RM2 <100µm (%)	49,12	1,49	2,42	0,99	0,54	0,70	0,82	1,73	0,11	41,67	0,19	0,13	-

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
78	22

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	5,56 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,10

Resistência à compressão:



Rc= 4,47MPa

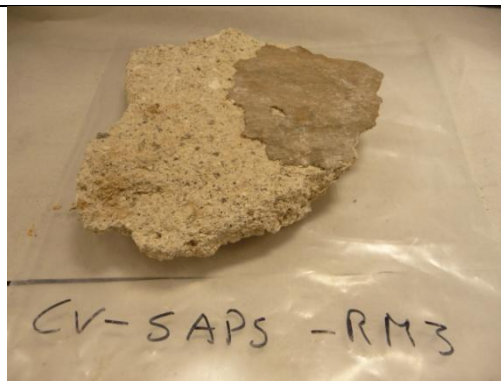
Ficha 27

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-RM3

Edifício: Residência Municipal

Função: Argamassa de revestimento exterior



Difracção de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Halite	Feldspatos	Hematite	Anatase	Quartz
<100µm	xxx	x	x	x	x	x	x	x

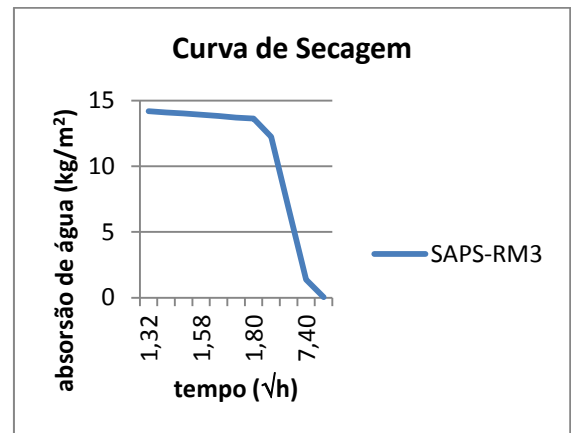
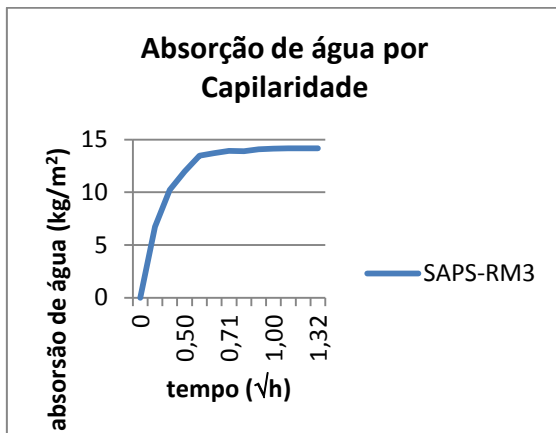
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	43,56	2,57	8,05	2,34	3,19	0,57	0,23	0,74	0,73	37,15	0,41	0,24	0,04
<100µm (%)	46,82	1,32	6,67	1,90	1,59	0,44	0,35	0,90	0,27	39,07	0,29	0,27	0,03

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
80	20

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	12,39	kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,08	

Resistência à compressão:



Rc=2,04MPa

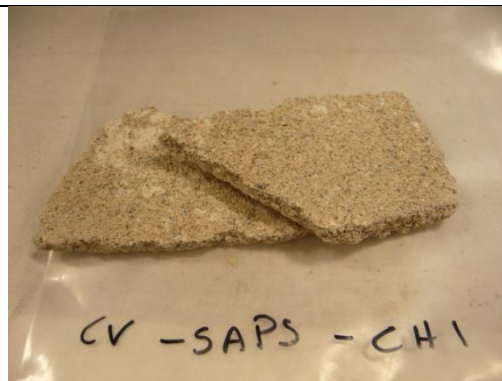
Ficha 28

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-CH1

Edifício: Casa de Habitação

Função: Argamassa de revestimento interior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Jarosites	Alunites	Tenardite	Quartzo	Magnetite-maghemite
T&Q	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<100µm	xxx	x			x	x		x	x		x	x	

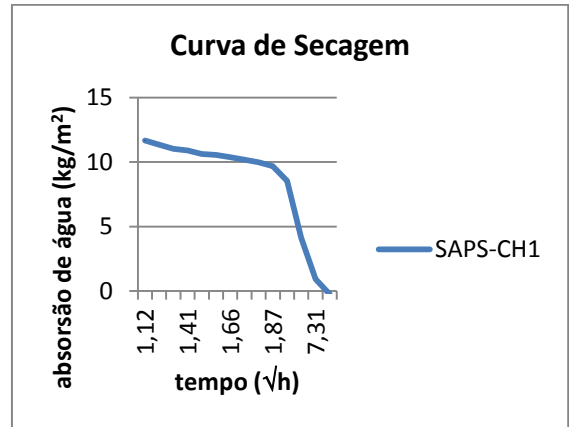
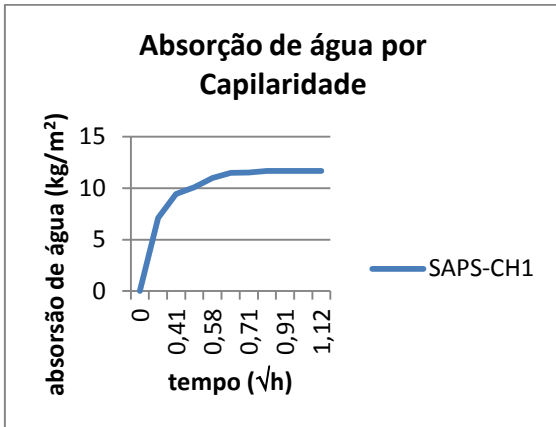
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	43,73	3,42	8,45	2,18	4,95	0,98	0,67	2,74	0,94	31,35	0,28	-	-
<100µm (%)	44,05	1,80	6,21	1,64	2,05	1,24	1,30	3,91	0,28	36,88	0,29	0,20	-

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
78	22

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	9,10 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,07

Resistência à compressão:



Rc=3,62MPa

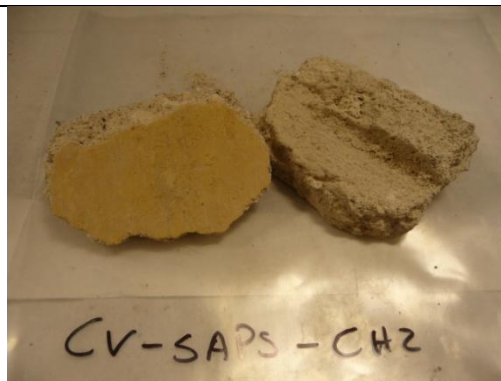
Ficha 29

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-CH2

Edifício: Casa de Habitação

Função: Argamassa de revestimento interior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Siderite	Rodocrocite	Bassanite	Halite	Feldspatos	Hematite	Goetite	Quartz	Magnetite-maghemite	Lepidocrocite	Calcite
T&Q (%)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

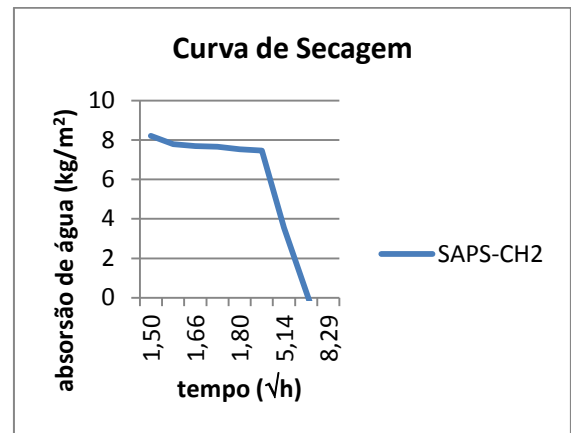
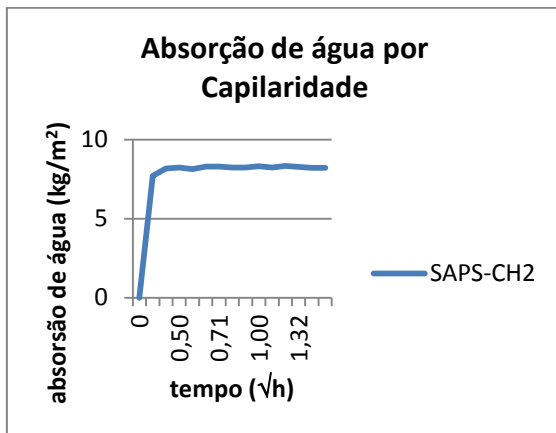
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O
T&Q (%)	44,00	2,94	8,76	3,06	3,75	0,54	0,16	0,82	0,64	34,58	0,23	0,25
<100µm (%)	63,50	1,64	9,46	3,77	2,48	0,53	0,35	1,35	0,35	15,69	0,26	0,39

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
82	18

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	0,55 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,12

Resistência à compressão:

Rc (não atingiu a rotura)

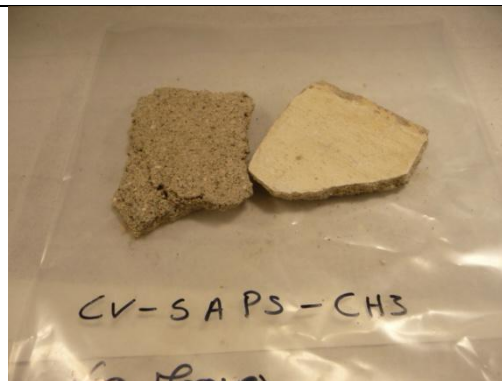
Ficha 30

Local: Ponta de Sol, Santo Antão

Referência: CV – SAPS-CH3

Edifício: Casa de Habitação

Função: Argamassa de revestimento interior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Dolomite	Halite	Feldspatos	Filosilicatos	Hematite	Alunites	Tenardite	Quartzo
T&Q (%)	xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<100µm	xxx	x	x	x	x		x			x

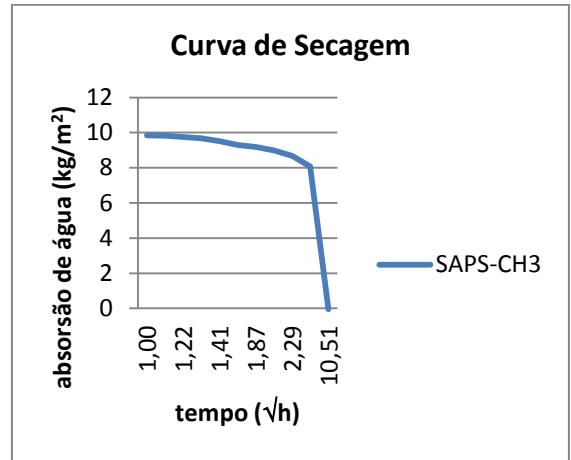
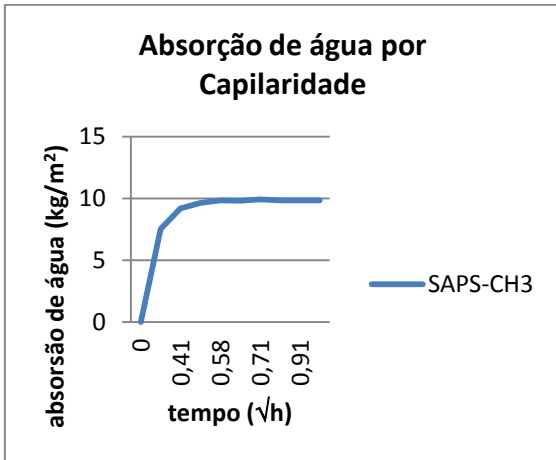
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	31,64	4,79	24,82	7,59	9,52	0,88	0,07	0,86	2,47	15,82	0,43	0,72	0,14
<100µm (%)	42,42	2,31	11,92	4,33	3,94	0,44	0,18	1,07	0,94	31,55	0,23	0,48	0,05

Dissolução Ácida:

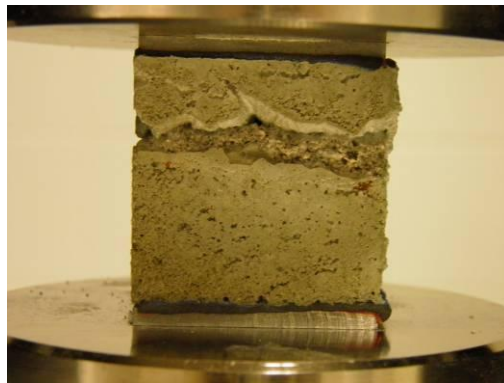
Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
81	19

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	4,84 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de secagem	0,08

Resistência à compressão:



Rc (não atingiu a rotura)

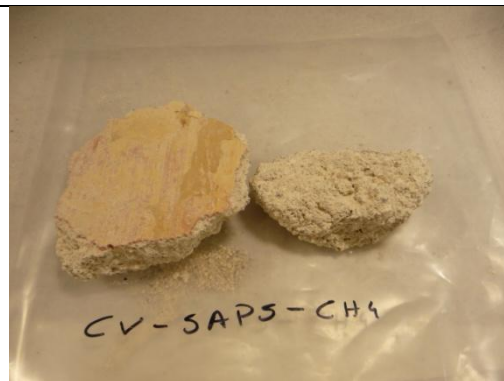
Ficha 31

Local: **Ponta de Sol, Santo Antão**

Referência: **CV – SAPS-CH4**

Edifício: **Casa de Habitação**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



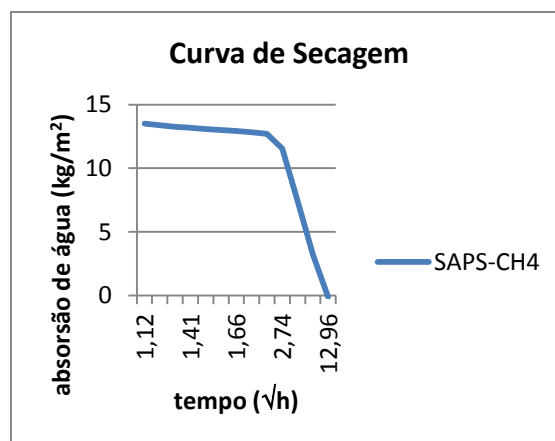
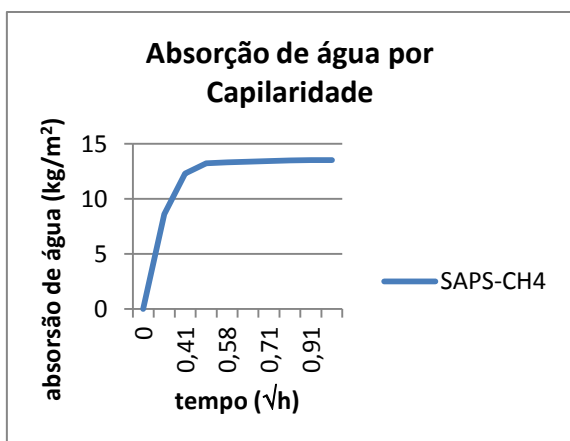
Difracometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Aragonite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite	Piroxenas	Olivina	Magnetite-maghemite	Lepidocrocite	Filossilicatos
T&Q	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<100µm (%)	x		x			x		x	x		

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
80	20

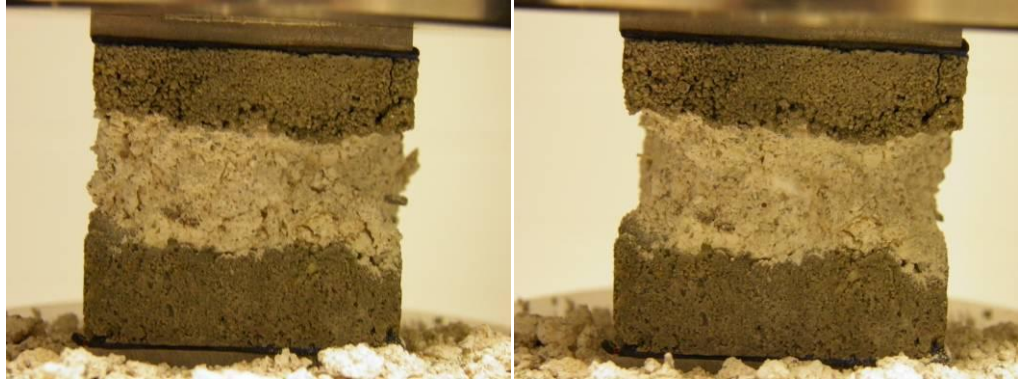
Absorção de Água por Capilaridade:



Anexo 1

Coeficiente de Capilaridade:	10,04	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
Índice de Secagem	0,12	

Resistência à compressão:



Rc=2,18MPa

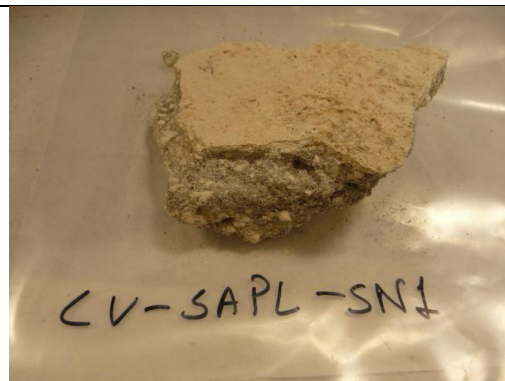
Ficha 32

Local: Sinagoga, Santo Antão

Referência: CV –SA- SN1

Edifício: Antiga leprosaria

Função: Argamassa de revestimento interior



Diffractometria de Raios X (DRX) - Análise Mineralógica:

Amostras	Calcite	Halite	Feldspatos	Filossilicatos	Hematite
<100µm (%)	xxx	x	x	x	x

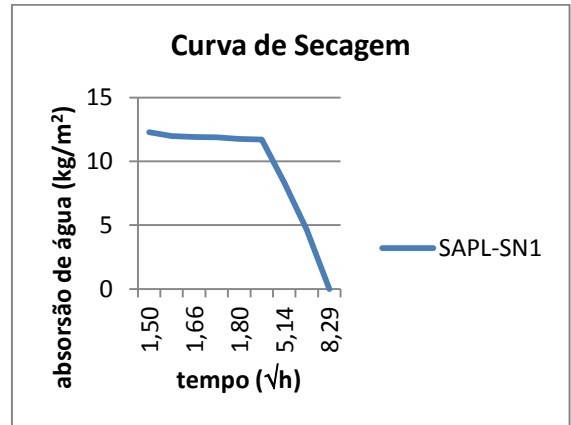
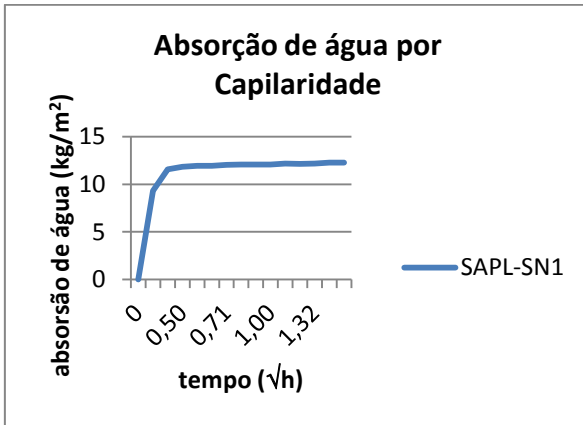
Fluorescência de raios X (FRX)- Análise Química

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	Cl	SO ₃	TiO ₂	LOI	P ₂ O ₅	K ₂ O	MnO
T&Q (%)	22,71	3,57	32,53	11,25	7,96	2,28	0,43	0,78	2,60	13,25	0,67	1,55	0,13

Dissolução Ácida:

Fração insolúvel (%)	Fração Solúvel (%)
88	12

Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	2,87 kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,29

Resistência à compressão:



Rc=1,63MPa

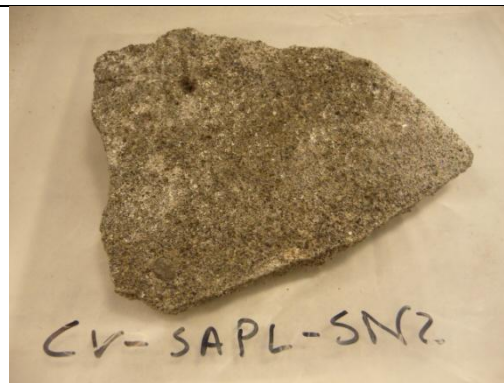
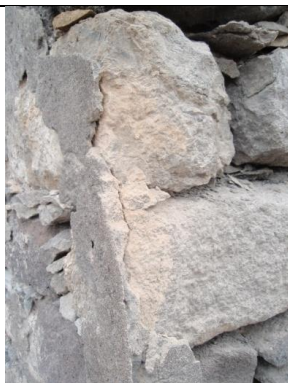
Ficha 33

Local: **Sinagoga, Santo Antão**

Referência: **CV – SA- SN2**

Edifício: **Antiga leprosaria**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Argamassa de Cimento

Ficha 34

Local: **Ribeira Brava, São Nicolau**

Referência: **CV – RB1**

Edifício: **Casa de Habitação (Jardim Infantil)**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Resistência à Compressão:



Rc - (Partiu na rectificação)

Ficha 35

Local: **Ribeira Brava, São Nicolau**

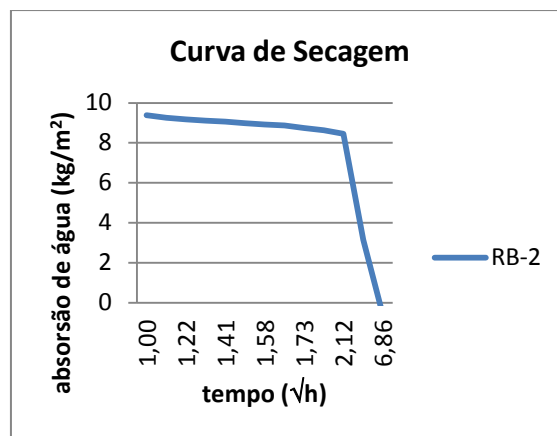
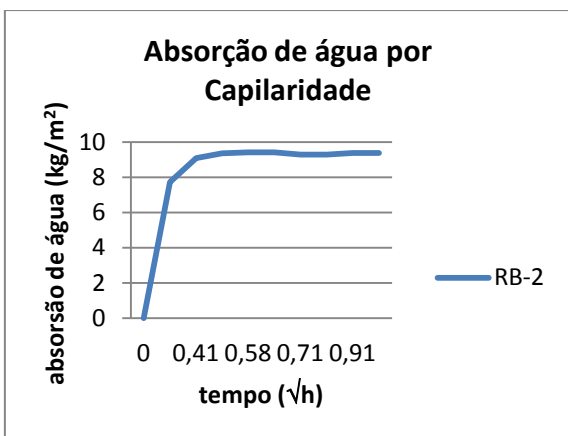
Referência: **CV – RB2**

Edifício: **Seminário de São Nicolau**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Absorção de Água por Capilaridade:



Coeficiente de Capilaridade:	2,87	kg/m ² .h ^{1/2}
Índice de Secagem	0,24	

Anexo 1

Resistência à compressão:



Rc=4,52MPa

Ficha 36

Local: **Ribeira Brava, São Nicolau**

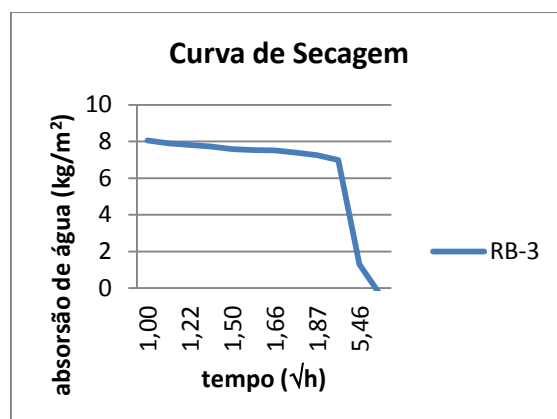
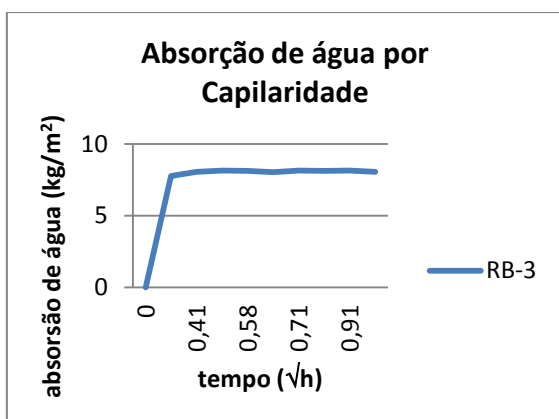
Referência: **CV – RB3**

Edifício: **Casa de Habitação**

Função: **Argamassa de revestimento exterior**



Absorção de Água por Capilaridade:



Coefficiente de Capilaridade:	0,91	$kg/m^2 \cdot h^{1/2}$
Absorção máxima:	8,064	kg/m^2 .

Resistência à compressão:



Rc= 3,27MPa

