



Universidade de Aveiro
Departamento de Geociências

Estudo da recuperação de moldes de gesso cerâmico saturados

Realizado por : Maria Carlos M. Sousa Figueiredo

Aveiro, 1999



Universidade de Aveiro
Departamento de Geociências

Estudo da recuperação de moldes de gesso cerâmico saturados

Realizado por : Maria Carlos M. Sousa Figueiredo

Orientador : Prof. Doutor Celso Gomes

Dissertação apresentada à Universidade
de Aveiro para a obtenção do grau de
Mestre em Minerais e Rochas Industriais

Aveiro, 1999

Índice geral

Índice geral.....	1
Índice de tabelas	4
Índice de figuras	5
Agradecimentos.....	6
Sumário.....	7
1.Introdução.....	9
1.1. Mineralogia.....	9
1.2. Morfologia.....	9
1.3. Gênese / Ocorrências	9
1.4. Mercado	12
1.5. Subprodutos	14
1.5.1. Sulfato de cálcio precipitado (SCP).....	14
1.5.2. Fosfogesso.....	14
1.5.3. Gesso de desulfurização (FGD).....	15
1.6. Aplicações	16
1.6.1. Indústria farmacêutica.....	16
1.6.2. Cimento.....	16
1.6.3. Agricultura	17
1.6.4. Papel	17
1.6.5. Carga.....	17
1.6.6. Cerâmica	17
1.6.6.1. Características do gesso cerâmico.....	18
1.6.6.2. Influência da composição do gesso cerâmico	19
1.6.6.3. Fabrico de gesso cerâmico.....	21
1.6.6.3.1. Processamento:.....	22
1.6.6.4. Mistura do gesso cerâmico com água- Rehidratação:	23

1.6.6.4.1. Preparação de moldes de gesso	25
1.6.6.4.1.1. Relação água-gesso.....	25
1.6.6.4.1.2. Preparação da calda	26
1.6.6.4.1.3. Tempo de presa	28
1.6.6.4.2. Propriedades do gesso endurecido	29
1.6.6.4.2.1. Porosidade.....	29
1.6.6.4.2.2. Coeficiente de absorção de água e velocidade de formação de parede..	30
1.6.6.4.2.3. Resistência mecânica.....	30
2. Técnicas experimentais	31
2.1. Análise Química.....	32
2.1.1. Determinação de humidade	32
2.1.2. Determinação de água combinada	32
2.1.3. Determinação de resíduo insolúvel.....	33
2.1.4. Determinação de Fe ₂ O ₃ , CaO e MgO por Espectrofotometria de Absorção Atômica	34
2.1.5. Determinação de sulfatos	36
2.1.6. Determinação de cloretos.....	37
2.2. Análise mineralógica por Difração de Raios X.....	37
2.3. Determinação de densidade real	38
2.4. Análise granulométrica.....	39
2.5. Análise termogravimétrica – ATG.....	41
2.6. Análise térmica diferencial – ATD.....	41
2.7. Determinação de água de presa	42
2.8. Determinação de início de presa e tempo de presa.....	43
2.9. Determinação de capacidade de absorção de água	44
2.10. Resistência mecânica à flexão	45
3. Preparação das misturas de gesso cerâmico - gesso reciclado	47
3.1. Gesso cerâmico.....	47
3.2. Gesso reciclado.....	47
3.3. Preparação das misturas.....	48
4. Resultados e discussão.....	50

4.1. Análise química.....	50
4.2. Análise mineralógica	52
4.3. Análise granulométrica.....	56
4.4. Densidade real	57
4.5. Análise termogravimétrica – ATG.....	58
4.6. Análise térmica diferencial – ATD.....	62
4.7. Água de presa e relação gesso/água	66
4.8. Início de presa e tempo de presa.....	67
4.9. Capacidade de absorção de água	68
4.10. Resistência mecânica à flexão	69
5. Conclusões e sugestões de trabalho futuro	71
Bibliografia.....	73
Anexos	79
Análise Química.....	80
Análise Mineralógica.....	86
Análise Granulométrica.....	97
Densidade real	103
Análise termogravimétrica – ATG.....	109
Análise térmica diferencial – ATD.....	120
Água de presa e relação gesso/água	131
Início de presa e tempo de presa	137
Capacidade de absorção de água	143
Resistência mecânica à flexão.....	149

Índice de tabelas

Tabela 1.1 - Produção mundial de gesso ('000 toneladas) [1].....	12
Tabela 1.2 - Mercado de gesso em Portugal.....	13
Tabela 1.3 - Produção de FGD (Mwe).....	15
Tabela 1.4 - Características das fases α e β do sulfato de cálcio hemihidratado.....	19
Tabela 2.1 - Ensaios de caracterização efectuados às misturas preparadas.....	31
Tabela 3.1 - Quantidades de gesso cerâmico e gesso reciclado utilizados na preparação das misturas.....	49
Tabela 4.1 - Resultados da análise química das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	50
Tabela 4.2 - Resultados da análise mineralógica das misturas do gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	52
Tabela 4.3 - Resultados da análise granulométrica das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	56
Tabela 4.4 - Resultados da densidade real das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado.....	57
Tabela 4.5 - Resultados da análise termogravimétrica das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	58
Tabela 4.6 – Resultados da análise térmico-diferencial das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	62
Tabela 4.7 - Resultados da água de presa e relação gesso/água das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	66
Tabela 4.8 – Resultados do princípio, fim e tempo de presa das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado.....	67
Tabela 4.9 - Resultados da capacidade de absorção de água das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado.....	68
Tabela 4.10 - Resultados da resistência mecânica à flexão das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado.....	69

Índice de figuras

Figura 1.1 - Localização dos depósitos de gesso em Portugal [1]	11
Figura 2.1 - Esquema de funcionamento do Sedigraph 5100 Micromeritics	40
Figura 3.1 – “Marmita vertical”	47
Figura 3.2 – Fluxograma do processo de fabrico do gesso cerâmico	48
Figura 4.2.1 – Difractograma da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado (Gesso 1. ^a SIVAL)	53
Figura 4.2.2 – Difractograma da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado	53
Figura 4.2.3 – Difractograma da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado	54
Figura 4.2.4 – Difractograma da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado	54
Figura 4.2.5 – Difractograma da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado	55
Figura 4.3 - Curvas de distribuição granulométrica das mistura de gesso e de gesso reciclado ..	56
Figura 4.5.1 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado	59
Figura 4.5.2 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado	59
Figura 4.5.3 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado	60
Figura 4.5.4 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado	60
Figura 4.5.5 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado	61
Figura 4.6.1 – ATD da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado.....	63
Figura 4.6.2 – ATD da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado.....	63
Figura 4.6.3 – ATD da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado.....	64
Figura 4.6.4 – ATD da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado.....	64
Figura 4.6.5 – ATD da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado.....	65
Figura 4.7.1 – Variação da água de presa e relação gesso/água nas misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado	66
Figura 4.8.1 – Variação do princípio de presa com a adição de gesso reciclado	67
Figura 4.8.2 - Variação do tempo de presa com a adição de gesso reciclado.....	67
Figura 4.9.1 – Variação da capacidade de absorção de água com a adição de gesso reciclado....	68
Figura 4.10.1 – Variação da resistência mecânica à flexão com a adição de gesso reciclado.....	69

Agradecimentos

- Ao Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, CTCV, pela disponibilidade de meios técnicos facultada para a concretização desta tese.

- Aos técnicos do CTCV pelo apoio na realização dos ensaios necessários à concretização do presente trabalho.

- À SIVAL - Sociedade Industrial da Várzea, Lda., na pessoa do Eng.º Pedro Faria, pelo importante contributo no processamento dos resíduos de gesso cerâmico, nas instalações industriais desta empresa.

Finalmente a minha gratidão ao Prof. Dr. Celso Gomes a quem devo a iniciativa de me propor tirar este Mestrado, pela disponibilidade em ser orientador desta tese, pelo seu apoio científico e conselho oportuno.

Sumário

O ambiente e os recursos naturais do nosso planeta são uma preocupação crescente nos dias de hoje.

Em quase todas as indústrias transformadoras se tem vindo a fazer um esforço no sentido de Reduzir, Reutilizar e Reciclar os resíduos resultantes dos diversos processos de fabrico.

A Indústria Cerâmica não é excepção. A monitorização de efluentes líquidos para construção de Estações de Tratamento de Águas Residuais e até o aproveitamento de lamas provenientes de ETAR'es domésticas para produção de cerâmica estrutural (tijolos) já foi objecto de estudos recentes.

A monitorização dos efluentes gasosos para os quais a Indústria Cerâmica muito contribui é também uma vertente em tem havido desenvolvimentos científicos e tecnológicos no sentido de controlar as emissões gasosas relativamente a parâmetros considerados prejudiciais ao meio ambiente.

Subsiste ainda o problema dos resíduos sólidos. Com efeito uma das principais fontes de resíduos sólidos na Indústria Cerâmica são os moldes de gesso saturados, particularmente no sector da louça sanitária e louça decorativa e utilitária, que têm como destino, na maioria dos casos a deposição em aterros ou mesmo sobre o solo.

No contacto estabelecido com diversos Centros Tecnológicos de Cerâmica Europeus, apesar do interesse suscitado pelo assunto, verificou-se a inexistência de estudos relacionados com a reciclagem de gesso cerâmico.

Existem nos Estados Unidos estudos de reciclagem de gesso para a construção civil, *gypsum walboard*, que é reutilizado principalmente na agricultura como corretor de solos.

A inexistência de estudos relativos à reciclagem de gesso cerâmico deve-se ao facto de este ser uma matéria prima abundante e de baixo custo. No entanto em Portugal o gesso nacional é de fraca qualidade sendo a matéria prima para produção de gessos cerâmicos importada. No caso nacional a reciclagem do gesso reveste-se por isso, de interesse não só ambiental como também económico.

No presente trabalho procurou-se desenvolver um estudo sobre a possibilidade de reintroduzir os resíduos do gesso cerâmico no seu próprio ciclo de produção.

Para o efeito estabeleceu-se contacto com uma das maiores empresas nacionais produtoras de gesso cerâmico, que processou os resíduos no ciclo de produção de gesso cerâmico. Os resíduos assim processados foram incorporados em gesso cerâmico da mesma empresa e as misturas foram caracterizadas relativamente aos parâmetros mais determinantes para a sua aplicação.

1.Introdução

1.1. Mineralogia

O gesso é um mineral que cristaliza no sistema monoclinico, apresenta hábito prismático, surge algumas vezes em cristais de hábito tabular, por vezes em geminações em ferro de lança ou cauda de andorinha e, geralmente, é maciço e granular.

O gesso é incolor mas conforme as inclusões pode apresentar-se branco, cinzento, amarelo, castanho ou azulado. Tem brilho vítreo, nacarado ou sedoso e é transparente ou translúcido. Tem dureza 2 e densidade 2.3.

A fórmula química do gesso é $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sendo a sua composição estequiometrica: 32.5% de CaO; 20.9% de H_2O e 46.6% de SO_3 .

1.2. Morfologia

Conhecem-se diversas variedades de gesso:

Selenite: cristais em plaquetas, incolor e transparente. Foi usada como vidro de janela, transmitindo uma luz semelhante ao luar donde a designação (Selene, do latim lua).

Alabastro: maciço e microgranular, é usado em escultura. Assemelha-se ao mármore mas é mais quente ao toque por ser mau condutor de calor.

1.3. Génese / Ocorrências

Os depósitos de gesso podem ser classificados em primários e secundários.

Os depósitos de gesso primários (ou sedimentares) são formados através da deposição de sais em bacias profundas, de grandes dimensões ou, em alternativa, em *sabkhas* ou bacias pouco profundas, junto da costa marítima, em ambiente quente e seco.

Como exemplos destes depósitos citam-se particularmente os localizados nas costas marítimas do Golfo Pérsico, que na actualidade correspondem a ambiente de *sabkha* e do Canadá, Jamaica e Portugal, entre outros.

Os depósitos de gesso de origem secundária, são depósitos de infiltração, constituídos por concreções superficiais e por areias gipsíferas. Exemplos destes depósitos são os seguintes: Wadi Hoff e Wadi Garrawi, no Egipto; Coahuilla, no México; e Kern County, nos E.U.A.

As maiores jazidas de gesso são sedimentares estando associadas a rochas sedimentares do Pérmico e do Triássico na Alemanha, na França (baía de Paris) e na Itália. Existem outras ocorrências sedimentares na Áustria (região de Salzburgo) e na Polónia (regiões de Wieliczka e de Bochnja) onde acompanham jazidas de sal-gema. Nas jazidas de numerosos estados dos Estados Unidos (Nova Iorque, Kansas, Michigan, Novo México, Colorado, etc.) o gesso ocorre frequentemente associado a anidrite e a camadas de halite.[1]

Em Portugal conhecem-se diversas ocorrências de gesso no complexo infraliássico. São no entanto depósitos de pouca monta quer sob a forma de lenticulas gipsíferas, quer sob a forma de massas gipsíferas quase puras intercaladas em margas gipsíferas. Tal facto torna as explorações do gesso, que já por si tem preço unitário muito baixo, pouco rentáveis.

As duas maiores explorações em actividade localizam-se no anticlinal perfurante de Soure e na gesseira da fábrica de cimentos de Loulé.

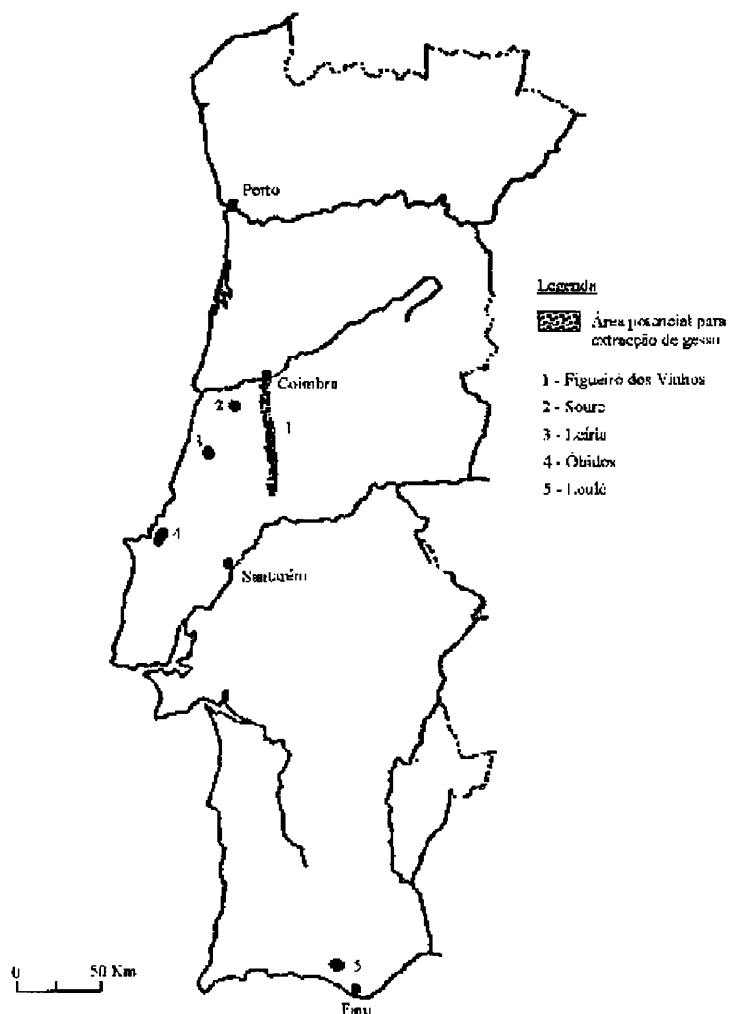


Figura 1.1 - Localização dos depósitos de gesso em Portugal [1]

A gesseira de S. José do Pinheiro situa-se a 2 km a oeste de Soure. Trata-se de um afloramento de margas hetangianas gipsíferas de tonalidade geral cinzenta azulada com intercalações irregulares de veios sinuosos de gesso fibroso ou de massas irregulares, nalguns casos de *selenite* com macla em cauda de andorinha. Para além desta, existem outras ocorrências, em especial em Figueiró dos Vinhos, Leiria e Óbidos. A exploração, em geral, é feita a céu aberto, no entanto em Figueiró dos Vinhos, era feita por métodos subterrâneos clássicos. A coluna estratigráfica presente, representada por bancadas de gesso com 2 a 3 m de espessura, situadas a cerca de 50 a

60 m de profundidade, separadas por margas e encimadas por calcários foi responsável pelo abandono dos trabalhos.[1]

1.4. Mercado

A produção mundial de gesso natural e sintético e de anidrite foi cerca de 100 Mt produzidas em 1996. Os maiores produtores de gesso natural e sintético podem ser classificados em 3 categorias com base no volume de produção. O primeiro grupo liderado pelos EUA e Tailândia tem uma produção superior a 1Mton. O segundo grupo com uma produção superior a 500 000 ton, compreende 9 países e é liderado pelo Brasil. O terceiro grupo engloba 68 países produzindo menos do que 500 000 ton. No total são cerca de 94 os países produtores de gesso.

Tabela 1.1 - Produção mundial de gesso ('000 toneladas) [1]

Países	1992	1994	1996
<i>Principais Produtores</i>			
EUA	14 800	17 200	17 500
Tailândia	7 111	8 140	8 900
*Malásia	235	401	8 381
Canadá	7 566	8 500	8 333
Irão	8 253	8 430	8 300
Espanha	6 760	7 250	8 000
China	11 000	6 820	8 000
Japão	4 322	3 873	5 350
México	5 160	5 040	5 262
França	5 160	5 200	5 000
Alemanha	4 353	2 264	2 500
Reino Unido	3 000	2 500	2 000
Austrália	2 000	2 000	2 000
Índia	1 301	1 730	1 700
Itália	835	1 361	1 200
Egipto	1 425	1 200	1 200
Polónia	843	1 055	1 100
<i>Produtores secundários</i>			
Brasil	888	789	935
Austria	792	1 069	900
Rússia	1 800	1 200	850
Tunísia	650	650	700
Turquia	278	597	600
Chile	424	552	550
República Checa	-	591	550
Argentina	514	515	520
Paquistão	462	607	504
Total Mundial	98 800	96 200	99 700

O mercado de gesso é considerado estável, estando fortemente dependente da construção civil; o gesso é considerado uma matéria prima de baixo preço unitário e como tal deve ser consumida relativamente perto do local de produção. De facto, muitas explorações de gesso são parte de uma estrutura integrada vertical que tem como objectivo a produção de placas de gesso para paredes na construção civil.

O gesso em Portugal debate-se com problemas de falta de qualidade, limitando-se a sua aplicação como aditivo em cimentos e como correctivo de solos ácidos. O gesso de melhor qualidade é consumido no fabrico de estuque.

De facto, no que diz respeito a aplicações de maior valor acrescentado o gesso nacional não tem a qualidade requerida, havendo que se recorrer a importação, em especial de Espanha. O gesso nacional é caracterizado como sendo gesso pardo, em oposição ao denominado gesso branco, que se destina às fábricas de calcinação e moagem e ao fabrico de cimento branco.

Tabela 1.1 - Mercado de gesso em Portugal

Ano	Produção		Importação		Exportação	
	Toneladas	Contos	Toneladas	Contos	Toneladas	Contos
1984	227 708	118 878	37 423	96 392	45	1 096
1985	241 893	158 209	39 263	126 656	36	800
1986	265 301	203 862	49 185	231 833	7 267	60 250
1987	323 035	351 435	53 769	362 495	65	2 856
1988	338 029	401 933	63 997	529 896	-	-
1989	-	-	75 732	691 961	79	3 337
1990	309 260	451 905	86 971	873 470	271	11 882
1991	359 335	560 469	98 018	1 144 897	155	5 763
1992	471 466	802 573	125 599	1 345 363	78	6 692
1993	497 831	836 414	111 597	1 101 860	36	4 809
1994	-	-	132 866	1 245 576	-	-
1995	-	-	151 139	1 494 601	-	-
1996	-	-	178 652	1 793 958	-	-

O recurso ao gesso importado tem vindo a aumentar progressivamente, fruto do desenvolvimento da indústria de construção civil em Portugal o mesmo acontecendo com a produção de gesso nacional. De facto, curiosamente, ambos os dados reflectem a mesma situação de mercado, a diferença reside nos materiais a que o gesso se destina. Enquanto o gesso nacional se destina ao abastecimento da indústria cimenteira, o importado vai para o fabrico de estuque e outras aplicações.

1.5. Subprodutos

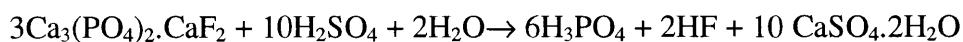
Para além do consumo de gesso natural, também são consumidas quantidades elevadas de gesso que é subproduto de diversos processos industriais.

1.5.1. Sulfato de cálcio precipitado (SCP)

Trata-se de um produto com elevado potencial para a indústria do papel, estando a ser produzido pelos Suecos da Kemira Kemi AB, empresa que, durante o ano de 1988, registou a produção de 10 000 t. A produção consiste de quatro fases: cristalização, desidratação, dispersão e secagem. As partículas obtidas são muito finas tendo cerca de 90% diâmetro esférico equivalente inferior a 2 µm.

1.5.2. Fosfogesso

Nas unidades de produção de fertilizantes fosfatados, são utilizadas como matérias primas, a apatite e o ácido fosfórico. São produzidas cerca de 4,5 t de fosfogesso na produção de cada tonelada de ácido fosfórico a partir de apatite:



Calcula-se que a nível mundial sejam produzidas cerca de 20 Mt de ácido fosfórico por ano, portanto, estima-se a produção de fosfogesso em cerca de 90 Mt. Esta produção é limitada às regiões produtoras de ácido fosfórico, sendo geralmente considerado o fosfogesso como lixo, devido a não apresentar propriedades adequadas e possuir contaminantes. Estes consistem em fósforo, matéria orgânica, fluoreto de cálcio, areia quartzosa e pequenas quantidades de rádio. No entanto, existem estudos conducentes a encontrar mercado para este fosfogesso. No Brasil, para

além desta matéria prima ser utilizada na indústria de cimento, como retardador de presa, e também na agricultura, como correctivo de solo, existem estudos para a viabilidade da sua utilização em revestimentos do papel. Os ensaios de beneficiação revelaram um grau de pureza elevado e a granulometria e grau de brancura obtidos mostram que se trata de uma matéria prima de elevado potencial no sector do papel.

1.5.3. Gesso de desulfurização (FGD)

Este subproduto de gesso, designado por desulfogesso, é produzido em grandes quantidades em unidades de queima de carvão. A diminuição de aterros comercialmente viáveis com o rápido incremento da produção de FGD, conduzem a uma necessidade urgente de utilizar o gesso como um recurso e não como resíduo.

A tabela 1.3 dá uma indicação de como a produção de FGD aumentará na próxima década.

Tabela 1.1 - Produção de FGD (Mwe)

	Instalada 1988	Projectada 2000
Europa	43 500	90 560
Japão	25 000	27 000
EUA	59 000	91 000

Na Alemanha todas as unidades de queima de carvão estão equipadas com equipamento para produção de FGD, estando os restantes países da Europa a iniciar o mesmo processo. Consequentemente, as 3 Mton de gesso FGD actualmente produzidas aumentará para 10Mton no final do século. É de vital importância gerar gesso que seja utilizável pelas indústrias da construção civil, na agricultura, etc., para que este resíduo possa ser convertido num recurso com potencialidades.[32]

1.6. Aplicações

O campo de aplicações do gesso é bastante alargado, se bem que exista um conjunto restrito de aplicações dominantes, como é o caso da construção civil, quer no fabrico de placas de gesso, quer como aditivo em cimento.

As aplicações modernas do gesso baseiam-se no mesmo princípio : quando o gesso é calcinado, perde $\frac{3}{4}$ do seu teor de água para se formar o hemihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, ou plaster de Paris. Após a mistura com água, este composto pode ser moldado e trabalhado rehidratando-se e endurecendo depois.

Mais de 95% do gesso consumido na indústria, é calcinado sendo a grande maioria consumida na produção de placas de parede. Neste processo o gesso é moído abaixo de $200\mu\text{m}$, seco e calcinado a 120°C para se transformar em estuque ou sulfato hemihidratado. Em seguida é adicionada água, com ou sem aditivos, para controlar a fluidez, a densidade volúmica e a velocidade de solidificação, sendo depois a suspensão ensanduichada num envelope de papel num processo contínuo. A hidratação do estuque provoca o endurecimento da suspensão constituindo o núcleo da placa de gesso que seca parcialmente à medida que vai passando por uma série de rolos e prensas.

No entanto não se deve descurar outras aplicações do gesso, algumas delas mais nobres:

1.6.1. Indústria farmacêutica

Neste sector definem-se dois graus de qualidade do gesso, um de melhor qualidade ($> 99\%$ CaSO_4), usado como diluente em pastilhas prensadas e cápsulas, e outro de qualidade inferior, hemihidratado ($> 94\%$ CaSO_4), usado no fabrico de moldes.

1.6.2. Cimento

O gesso nesta aplicação é usado na forma não calcinada, com uma taxa de incorporação da ordem de 2 a 5%. O gesso ou uma mistura de gesso e de anidrite é adicionado no *clínquer* durante a

moagem deste, de modo a regular ou retardar a velocidade da presa do cimento *portland* e também para actuar como auxiliar na moagem do *clínquer*.

1.6.3. Agricultura

O gesso é aplicado no solo como fonte de cálcio, aumentando o pH do solo, e para actuar como correctivo de solos ácidos. Por outro lado, o gesso é utilizado como fertilizante e como condicionador de solo, melhorando a estrutura do solo e aumentando a permeabilidade, a aeração, a drenagem, a penetração e a retenção de água no solo. Designado como “landplaster”, o gesso é utilizado como fertilizante em culturas específicas, tais como: amendoim, batata e algodão.

1.6.4. Papel

O gesso é uma matéria prima de elevado grau de brancura, sendo a sua retenção sobre a fibra influenciada pela forma das partículas que têm a versatilidade de apresentarem morfologias cúbica, esférica ou acicular, função das condições de produção. A principal desvantagem do gesso é a elevada solubilidade (2 g/l) para além do facto da ocorrência de elevado número de iões de cálcio poder dar origem à floculação dos agentes de retenção. O gesso dá origem a uma estrutura aberta e porosa do papel o que significa elevada absorção de tinta e rápida e fácil secagem. O papel com gesso responde bem à calandragem, permitindo a obtenção de elevado lustro.

1.6.5. Carga

Para além do papel, o gesso pode ser aplicado como carga em numerosos materiais. Devido à sua inércia química e quase ausência de abrasividade, alguns graus de qualidade de gesso, com uma dimensão média de partículas entre 1,4 e 12 μm , são suficientemente puros para apresentarem um grau de brancura de 97%, um índice de refração variando entre 1,52 e 1,58 e um valor de absorção de óleo entre 25 e 26 $\text{cm}^3/100\text{g}$, características que permitem a sua aplicação como carga ou diluente em plásticos, ligantes, tintas, madeira, têxteis e alimentos, entre outros.

1.6.6. Cerâmica

O gesso cerâmico utiliza-se na Indústria Cerâmica para três fins relacionados entre si:

1. Construção de madres;

2. Fabrico de moldes para prensagem e contra moldagem de pasta plástica;

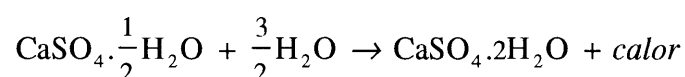
3. Fabrico de moldes para enchimento com barbotina

Na conformação o gesso desempenha um duplo papel. Não só absorve água, promovendo a formação de parede, como também proporciona iões floclantes, devido à ligeira solubilidade do sulfato de cálcio na água que acompanha a argila, sendo floclantes eficientes tanto o ião cálcio como o ião sulfato.

Portanto uma barbotina desfloculada, vertida num molde de gesso, floclula-se na superfície do molde para dar um produto moldado “duro”. Esta importantíssima acção físico-química do gesso não deve depreciar-se quando se calcula a porosidade desejada de um molde. É por esta razão que um molde para enchimento não precisa necessariamente de ser mais poroso do que um para contra moldagem.

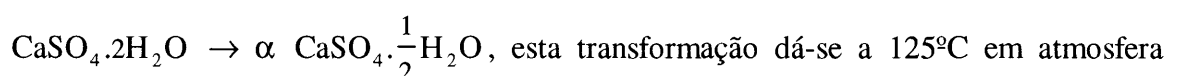
1.6.6.1. Características do gesso cerâmico

O gesso cerâmico - gesso destinado a moldes cerâmicos (NP 315)[34] é constituído fundamentalmente por sulfato de cálcio hemihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$. (HH) e que se obtém pela desidratação controlada do sulfato de cálcio bihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (BH).



Os gessos industriais são constituídos por uma mistura das duas fases α e β do sulfato de cálcio hemihidratado.

Através de tratamentos térmicos adequados com atmosferas controladas é possível obter as fases α ou β do sulfato de cálcio hemihidratado:



muito húmida com uma pressão de vapor de água de 8 bar.

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \beta \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, esta transformação dá-se a 170°C ao ar livre ou em vácuo.

Tabela 1.1 - Características das fases α e β do sulfato de cálcio hemihidratado

	$\alpha \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	$\beta \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
Densidade	2.755	2.620
Superfície Específica (m ² /g)	1	8.2
Microscopia	Cristais cilíndricos com 5 a 100 μm de comprimento e 2 a 50 μm de largura	Cristais muito finos, com diâmetro inferior a 1 μm agrupados em pequenos grãos
Mineralogia (D.R.X.)	Registos semelhantes	Difracções mais difusas devido à cristalinidade mais baixa desta forma
Análise Térmica (A.T.D.)	-	Desidratação a temperatura mais baixa

É possível variar as propriedades do gesso cerâmico modificando as proporções das fases α e β .

1.6.6.2. Influência da composição do gesso cerâmico

Quando o teor de fase α no gesso cerâmico aumenta:

- o tempo de presa aumenta
- a resistência à flexão aumenta
- a porosidade total diminui ligeiramente

O aumento do tempo de presa indica que a hidratação da fase α é mais longa que a dissolução-recristalização da fase β . Por outro lado a velocidade da presa foi sempre considerada como proporcional à finura do hemihidratado. O enriquecimento em fase α leva a uma diminuição da superfície específica, sendo normal por isso que a presa seja mais longa. Este factor constitui um inconveniente na utilização de gesso com alto teor em fase α pela Indústria Cerâmica.

O aumento da resistência à flexão é extremamente importante, pois indica um aumento da resistência à compressão e à abrasão. Com efeito se bem que a evolução destas três características não seja rigorosamente proporcional, ela jamais é inversa. O melhoramento destas três características apresenta um grande interesse para a Indústria Cerâmica na qual um acréscimo de resistência dos moldes é um factor necessário para a mecanização da produção.

A ligeira diminuição da porosidade total é devida à sedimentação que é produzida pelas misturas ricas em fase α que possui partículas de maior dimensão. Esta sedimentação é nefasta, pois na prática a água libertada provoca uma lixiviação das madres dos moldes. As conclusões relativas à resistência mecânica mantêm-se válidas apesar desta sedimentação ocorrer para razões de água:gesso que ultrapassam 1,30.

O diâmetro preponderante dos poros, diminui muito ligeiramente apesar do teor em fase α aumentar. Esta diminuição é tanto maior quanto maior for a razão gesso:água. Esta evolução é muito interessante pois o coeficiente de absorção de uma barbotina cerâmica aumenta com a diminuição do diâmetro preponderante dos poros.

Um teor elevado em hemihidratado α parece desejável para gessos destinados à Indústria Cerâmica pois que para tal situação as resistências mecânica e à abrasão assim como o coeficiente de absorção aumentam. A desvantagem advém de necessitarem de um tempo de presa mais longo, facto que pode ser remediado pelo uso de correctores de presa.

O gesso para a cerâmica não deve possuir mais de 15% de impurezas as quais são, em geral, carbonatos (calcite e dolomite), argilas (ilíticas e montmoriloníticas), cloretos (halite e silvite), e outros sulfatos de cálcio (anidrite), de sódio e de magnésio. Para além disto, o gesso não deve possuir mais de 2% de minerais argilosos do grupo da montmorilonite e os teores em sais alcalinos solúveis em água devem ser muitíssimo baixos assim como o teor em anidrite.

1.6.6.3. Fabrico de gesso cerâmico

A produção de gesso cerâmico é complicada devido ao número de produtos de desidratação possíveis.

Ao sistema $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ correspondem nove fases cristalinas:

- Gesso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- 2 formas de $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$: α e β

- 3 formas de *anidrite*, CaSO_4 : α natural, β insolúvel, γ solúvel.

O gesso hemihidratado obtém-se industrialmente a temperaturas entre 125° e 170°C.

Calcinação feita ao ar livre $\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, fase β

Calcinação feita sob pressão de vapor de água, a 170°C, a uma pressão de 8 bar

$\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, fase α

Calcinação a 400° - 500°C $\rightarrow \text{CaSO}_4$, anidrite solúvel

Calcinação a 800°C $\rightarrow \text{CaSO}_4$, anidrite insolúvel

O hemihidratado α forma-se por recristalização do gesso acima dos 115°C.

A transformação é favorecida pelo aquecimento do gesso numa atmosfera suficientemente húmida para que exista uma camada fina de água adsorvida pelas partículas.

O hemihidratado β forma-se quando se aquece rapidamente o gesso numa atmosfera seca acima de 100°C.

Ao aquecer o gesso moído a temperatura eleva-se até 128°C, momento em que se produz uma violenta “ebulição” (primeiro repouso).

Por novo aquecimento a 163°C, começa um segundo mas mais breve período de ebulição, depois do qual o gesso cerâmico entra num segundo repouso.

Ao prosseguir o aquecimento o hemihidratado começa a decompor-se, libertando água e convertendo-se em sal anidro até que a 800°-1000°C se obtém gesso calcinado “morto” ou cimento de *Keene*.

O gesso cerâmico de primeiro repouso é mais plástico e fácil de trabalhar do que o gesso de segundo repouso. Este último no entanto proporciona um produto mais denso e resistente.

1.6.6.3.1. Processamento:

O antigo método de produção de gesso cerâmico a partir de gesso em *cubas* periódicas tem ainda utilização geral, tendo-se todavia introduzido no método alguns calcinadores rotativos.

As *cubas* de aquecimento inglesas são construídas em ladrilho de 3.7 m de diâmetro e 20-23 cm de profundidade. A carga de cerca de 3 toneladas alcança uns 15 cm de altura e agita-se mediante braços rotatórios.

Aquece-se o gesso a 120°C durante 3 horas e verte-se logo numa segunda *cuba* onde se completa o aquecimento a 160°C.

Quando a libertação de vapor diminui e o gesso cerâmico sofre o primeiro repouso deve ser imediatamente descarregado.

São dados outros valores para a temperatura de calcinação, p.e. 150-155°C ou 120-170°C. Isto é devido ao facto de o produto não depender só da temperatura mas também da eficiência de agitação e pressão de vapor de água. [4]

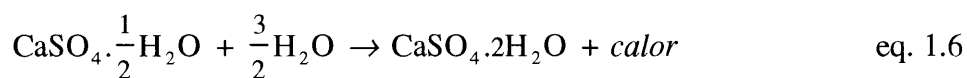
Nos Estados Unidos e Canadá utiliza-se o sistema de “caços”. Os caços são grandes cilindros de aço de 2,4-3 m de altura com fundo abobadado e que podem conter 8 a 15 t.

O gesso cru é triturado, passa por um campo magnético, é moído e é finalmente colocado num calcinador. Este deve ser continuamente agitado durante o aquecimento para evitar sobreaquecimentos locais. O volume da carga e o sistema de ventilação do calcinador mantém a humidade alta para que se produza uma proporção de hemihidratado α suficiente para dar um gesso cerâmico satisfatório. A temperatura mantém-se a 120°C até que se tenha libertado a maior parte da água. A maioria do produto é descarregada ao alcançar o primeiro repouso a 150°C. Uma parte aquece-se até que se inicie a 2.^a ebulição e retira-se a 176°C, e outra parte aquece-se até alcançar o 2.^o repouso e descarrega-se a 190°C.

O gesso cerâmico de 2.^o repouso é designado por “Anidrite Solúvel” dado que o seu conteúdo de água é frequentemente mais baixo do que o do hemihidratado e, no entanto, pode ainda absorver água e endurecer.

1.6.6.4. Mistura do gesso cerâmico com água- Rehidratação:

Durante a presa do gesso cerâmico dá-se um sucessivo espessamento da mistura gesso/água com elevação da temperatura, resultante da transformação do sulfato hemihidratado em sulfato bihidratado, de acordo com a equação :



O calor libertado é igual em valor absoluto àquele absorvido pela desidratação parcial do gesso (+23.81 cal/g). É necessário adicionar a este calor de transformação o calor de vaporização da água para ter o calor total de decomposição.

A formação do bihidratado a partir do hemihidratado misturado com a água faz-se por destruição da estrutura do hemihidratado e crescimento de cristais de bihidratado de hábito acicular e

tamanho bem maior que os do hemihidratado. O crescimento dos cristais de sulfato bihidratado torna a calda sucessivamente mais viscosa até se tornar dura.

Os cristais de bihidratado ao crescerem ficam cercados por um excesso de água, que ao evaporar-se, origina a precipitação de bihidratado nos pontos de contacto entre os cristais aciculares previamente formados, reforçando a rigidez da rede tridimensional.

Existem actualmente duas teorias que explicam a presa do gesso:

- A mais antiga, devida a Le Chatelier em 1887 é admite em termos gerais, que:

A presa produz-se devido à diferença de solubilidade entre o hemihidratado (6 a 10 g/l) e o bihidratado (2 g/l). Em contacto com a água, o hemihidratado dissolve-se até à saturação dando origem a uma solução sobresaturada proporcionando como produto, o bihidratado que precipita.

O processo será o seguinte: dissolução do hemihidratado, e concomitantemente reacção de hidratação. Resulta a transformação da solução hemihidratada em solução bihidratada sobresaturada devido à cristalização do bihidratado, espontaneamente ou a partir de germes de bihidratado existentes na calda. Os cristais em forma de agulhas cruzam-se em todas as direcções produzindo uma rede tridimensional.

- A segunda teoria, mais recente, explica a presa do gesso por um processo coloidal. Quando se mistura gesso e água, forma-se um gel intermediário, a partir do qual se desenvolverão os cristais de bihidratado. A presa corresponderá a uma coagulação do gel. Eipeltaeur demonstrou a existência de um tal gel por observações ao microscópio e por medidas da superfície específica em amostras cuja hidratação tinha terminado. Concluiu, prudentemente, que a hidratação não é um processo produzido exclusivamente pela via da recristalização.

Estas duas teorias não fazem qualquer alusão à variedade hemihidratada parecendo útil investigar se as duas variedades se hidratam da mesma maneira.

Foram fotografadas ao microscópio óptico, com uma resolução de 200x, amostras de hemihidratado α e hemihidratado β em álcool e em água.[4]

O modo operativo adoptado foi o seguinte:

- diluição (em placas de vidro) do hemihidratado em álcool (a fim de se obter a granulometria inicial).
- diluição em água, seguida de um repouso de duas horas ao ar livre.

Para os hemihidratados α , a massa de grãos grossos é idêntica no álcool e na água. Os hemihidratados β , muito finos, recristalizaram em agulhas.

Estes ensaios serviram para provar que um factor muito importante é a granulometria do hemihidratado em pó. Pode-se admitir a teoria de Le Chatelier para os hemihidratados finos do tipo β que se dissolvem na água. Mas ela não é certamente válida para os hemihidratados α mais finos que os β . É necessário admitir para estes últimos, seja o estado de gel intermediário, seja uma hidratação intersticial que a água penetra o edifício cristalino sem o destruir.

1.6.6.4.1. Preparação de moldes de gesso

O gesso cerâmico absorve facilmente água e rehidrata recristalizando como gesso bihidratado em cristais entrelaçados que depois formam uma massa dura. Tem grande aplicação na produção de moldes para enchimento com barbotinas, contra-moldagem ou prensagem, processos utilizados no fabrico de porcelanas, de faianças e de louça sanitária.

1.6.6.4.1.1. Relação água-gesso

A quantidade de água necessária para esta combinação química é de 18.6% do peso seco do gesso cerâmico. O gesso cerâmico deve, no entanto, misturar-se com uma quantidade de água superior a esta, a fim de distribuir a água adequadamente e formar uma massa plástica que possa moldar-se.

A quantidade de água necessária para levar 100 partes de gesso, a uma fluidez *standard* denomina-se “consistência normal”.

Diz-se que uma calda de gesso é muito plástica quando se forçada a passar através de um orifício apresenta uma superfície limpa e contínua. Uma calda plástica não é pegajosa nem arenosa.

Quando a calda faz presa, e endurece, a água não combinada evapora-se deixando poros abertos. Portanto quanto mais água se adicionar ao fazer a calda tanto mais poroso será o produto e tanto mais rapidamente absorverá água. Já foi referido que a absorção de água não é a única missão dos moldes de gesso.

Quando se utiliza pouca água o molde obtido é denso e duro, e tem uma resistência à compressão e à abrasão muito superiores, mas não é tão absorvente.

Na preparação dos moldes utilizam-se misturas ou caldas onde entram 78-90 partes de água e 100 partes de gesso. A relação água/gesso controla a porosidade do molde, de modo que quanto maior for esta relação, mais poroso será o molde e menor será a sua resistência mecânica.

Misturas típicas de gesso para:

Contra moldagem, 78 partes de água para 100 partes de gesso

Enchimento; 90 partes de água para 100 partes de gesso

No entanto, a relação óptima de água:gesso para qualquer gesso particular destinado a um determinado trabalho deve determinar-se experimentalmente.

Uma vez determinada a mistura óptima para obter um molde de porosidade e dureza correctos, é essencial que se siga correctamente um procedimento, cuidadosamente elaborado, cada vez que se prepara uma carga. Como a temperatura afecta a reacção, acelerando a presa, pode ser necessário ter uma mistura de Verão e outra de Inverno.

A fim de manter as relações em peso de gesso e água, é necessário averiguar frequentemente o conteúdo de humidade que o gesso tem. Seguidamente deve pesar-se o material, deduzindo a água adsorvida.

1.6.6.4.1.2. Preparação da calda

Ao realizar a mistura é de extrema importância que esta seja completa e homogénea para que possam obter-se moldes de porosidade uniforme. Um molde que absorva água a diferentes

velocidades em lugares distintos dará lugar a um corpo cerâmico com espessuras e contracção irregulares, que com o tempo se deformará e fendilhará.

Se bem que a mistura da calda se faça frequentemente à mão, a mistura prepara-se muito melhor mecanicamente. Utiliza-se uma cuba metálica inoxidável com um agitador de hélice. As dimensões da cuba devem ser tais que o diâmetro da base seja igual a dois terços da altura e o diâmetro do bordo superior seja igual á altura. A carga deverá ocupá-la em três quartas partes. A hélice deve ficar a 25 - 50 mm do fundo e estar orientada de tal forma que movimente o líquido até baixo. Ajusta-se frequentemente a um ângulo de 15 a 20º relativamente à vertical. Adiciona-se o gesso à agua sem agitação e deixa-se “empapar” durante 2 a 5 minutos. Agita-se até alcançar uma consistência cremosa e isenta de ar. A “calcinação” do gesso provoca um grande número de pequenas bolhas de ar ao redor e dentro de cada partícula sendo de grande importância que o processo de mistura consiga libertar e eliminar todo o ar. A libertação de bolhas pode comprovar-se pressionando meia colher de chá da mistura entre duas placas de vidro até que alcance uma espessura de 0.4 mm e levando-a á luz. As bolhas de ar aparecem como manchas, o número das quais não deve exceder dez.[5]

A não obtenção de uma mistura cremosa de gesso pode dar por resultado, que algumas partículas se separem antes da presa, tornando a parte inferior mais densa e produzindo poros e nódulos (manchas densas). Existem actualmente misturadores de gesso em vazío que são capazes de eliminar todo o gás ocluído. O gesso misturado em vazío é consideravelmente mais resistente que o da mistura normal.

A calda verte-se então nos moldes. Devem revestir-se adequadamente para impedir que a calda fresca se pegue a eles. Os ceramistas utilizam sabão, pois este é um separador óptimo porque não afecta a superfície recém moldada. Aplicam-se numerosas capas e separa-se a espuma até obter uma superfície lisa e dura. O tempo da presa requer entre quinze minutos a meia hora. Existem numerosos métodos bem conhecidos para a determinação do tempo de presa real de qualquer mistura de gesso. Em particular, o dito valor pode observar-se facilmente anotando o momento em que se produz um aumento de temperatura.

Depois da presa segue-se a secagem dos moldes. O molde de gesso seco tem uma resistência que chega a ser dupla da do molde de gesso húmido.

Se a secagem se realizar a uma temperatura demasiado alta em ar seco pode produzir-se uma desidratação e o molde pode fendilhar e ficar inutilizado. As condições óptimas são temperaturas moderadas não superiores a 45° C em ar turbulento e húmido, porém não saturado. A inutilização do molde não ocorre até aos 70° C, porém a vida do molde prolonga-se notavelmente não aquecendo nunca a mais de 45° C.

Descreveu-se a tripla acção dos moldes de gesso na conformação de materiais cerâmicos como recipientes, floculantes e desidratantes. Por isto os moldes devem ser secos cada vez que são utilizados.

Os moldes bem cuidados podem durar até perfazerem 200 a 300 utilizações e em casos excepcionais até 1000 conformações plásticas. Os moldes que se utilizam húmidos deterioram-se rapidamente.

Os produtos químicos solúveis empregues na desfloculação das barbotinas têm um efeito indesejável sobre o gesso. O carbonato e o silicato sódicos reagem gradualmente com o sulfato de cálcio, produzindo carbonato e silicato de cálcio e sulfato de sódio.

As substâncias solúveis eflorescem à superfície quando se secam os moldes. A secagem do molde a partir da face que não intervém na conformação reduz este inconveniente. Deve utilizar-se o mínimo de desfloculantes. Os desfloculantes orgânicos não atacam o gesso, porém só em casos raros podem utilizar-se devido ao seu odor e ao preço elevado.

Para proteger os moldes contra a acção dos sais de sódio pode utilizar-se poliacrilato de potássio que forma uma película fina insolúvel sobre a superfície dos moldes de gesso. Não existem porém dados que provem que a acção do molde seja prejudicada por este motivo.

1.6.6.4.1.3. Tempo de presa

À medida que o hemihidratado se combina com a água, regista-se uma apreciável libertação de calor. Durante a presa, ocorre uma dilatação de aproximadamente 0,1 a 0,2%, sendo esta magnitude inversamente proporcional ao conteúdo de água, e dependendo também da pressão exercida sobre o molde.

O tempo de presa pode prolongar-se ou reduzir-se por adição de pequenas quantidades de outras substâncias.

A argila é um retardador eficaz e está já presente em alguns gessos cerâmicos menos puros. Outros retardadores são diversas colas orgânicas, etc.

A temperatura afecta também o tempo de presa.

Os cristais de gesso aceleram a presa do gesso. Isto é geralmente indesejável e deve-se a uma limpeza insuficiente dos recipientes de mistura antes de uma nova carga.

Quando se deseja realmente a aceleração da presa, o gesso “calcinado” moído dá resultados mais seguros.

Em termos gerais é preferível não utilizar aceleradores nem retardadores nos gessos cerâmicos devido à dificuldade de se obter uma distribuição verdadeiramente uniforme.

1.6.6.4.2. Propriedades do gesso endurecido

1.6.6.4.2.1. Porosidade

A água utilizada a mais, para além da necessária para que se dê a reacção de hidratação, fica nos espaços entre os cristais e sai por evaporação durante a secagem dos moldes. Esta porosidade na forma de poros alongados e interligados pode ser considerada como um conjunto de tubos capilares muito finos que, por sucção absorvem a água da suspensão, na superfície de contacto com o molde. A quantidade de água que um molde pode absorver é função da sua porosidade e esta depende essencialmente da relação água:gesso aumentando pois com o aumento desta.

Os moldes de gesso possuidores de uma grande porosidade não têm um poder de absorção tão rápido como os possuidores de menor porosidade, ou seja com poros mais finos, pois para estes a sucção pelo efeito de capilaridade é mais intensa.

1.6.6.4.2.2. Coeficiente de absorção de água e velocidade de formação de parede

É fundamental saber qual o volume, Q , de água que um molde é capaz de absorver por unidade de área da sua superfície, durante um intervalo de tempo, t . Prova-se que:

$$Q = k\sqrt{t}$$

designando-se k por coeficiente de absorção do molde.

Esta relação mantém-se no caso de a água ser absorvida a partir de uma barbotina, sendo, neste caso, menor o coeficiente de absorção, o que sugere que a parede formada junto ao molde actua como uma resistência à passagem de água.

A velocidade de absorção de água pelos moldes aumenta com a sua porosidade, o que pode ser explicado considerando que, embora os poros mais largos tenham um menor efeito capilar, eles oferecem uma menor resistência ao fluxo de água que os poros mais finos.

A velocidade de formação de parede depende de uma complexa interacção entre o molde, a barbotina e a parede entretanto formada, sendo fundamental o poder de sucção dos moldes, o qual aumenta com a diminuição da porosidade dos mesmos.

1.6.6.4.2.3. Resistência mecânica

A resistência mecânica é uma propriedade importante pois trata-se de um factor necessário para a mecanização da produção. Um molde mais poroso tem uma estrutura mais aberta e por consequência uma menor resistência mecânica.

2. Técnicas experimentais

A metodologia de trabalho desenvolvida consistiu na preparação de misturas de moldes de gesso saturados processados - gesso reciclado- com gesso cerâmico, sendo efectuado para cada mistura os seguintes ensaios de caracterização, indicados na tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Ensaios de caracterização efectuados às misturas preparadas

Parâmetro	Técnica analítica	Métodos/Normas
Humidade	Gravimetria	NP 319
Água combinada	Gravimetria	NP 320
Resíduo insolúvel	Gravimetria	NP 323
Fe ₂ O ₃ , CaO e MgO	Espectrofotometria de Absorção Atómica	NP 323/CTCV
Sulfatos	Gravimetria	NP 324
Cloretos	Volumetria	NP 325
Mineralogia	Difracção de Raios X	CTCV – P.E. 1.3.001
Densidade real	Picnometria de hélio	CTCV – P.E. 1.4.026
Granulometria	Sedimentação por absorção de raios X	BS 3406 / CTCV
Análise termogravimétrica - ATG		CTCV – P.E. 1.4.029
Análise térmica diferencial - ATD		CTCV – P.E. 1.4.026
Água de presa	Gravimetria	NP 318
Princípio e tempo de presa	Método Calorimétrico	NP 321
Capacidade de absorção de água	Gravimetria	NP 762
Resistência mecânica à flexão		CTCV – P.E. 1.4.076

2.1. Análise Química

2.1.1. Determinação de humidade

Para determinar a humidade aqueceu-se a amostra de gesso e as misturas preparadas a 50°C e determinou-se a perda de massa, utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-319 [38]:

Pesa-se, com aproximação de 0,01g , cerca de 100 g de amostra preparada, colocada em cápsula de porcelana sob a forma de uma camada pouco espessa. Coloca-se em estufa a $50 \pm 2^\circ\text{C}$, durante duas horas. Deixa-se arrefecer em excicador e pesa-se até massa constante.

A humidade H expressa em percentagem é dada pela seguinte equação:

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100 \quad 2.1.1$$

em que:

m - massa do recipiente

m_1 - massa do recipiente com a toma;

m_2 - massa do recipiente com a toma depois de seca, expressas na mesma unidade.

2.1.2. Determinação de água combinada

Para determinar a água combinada aqueceu-se a amostra de gesso e as misturas preparadas, a 230°C, e determinou-se a perda de massa, utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-320 [39]:

Pesam-se cerca de 5 g da amostra obtida no ensaio de determinação de humidade (seca a 50°C) num cadinho e introduz-se na estufa elevando lentamente a temperatura até se atingir a temperatura de $230 \pm 5^\circ\text{C}$, que se mantém durante duas horas. Retira-se o cadinho da estufa, arrefece-se em excicador e pesa-se até massa constante.

A água combinada expressa em percentagem é dada pela seguinte equação:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100 \quad 2.1.2$$

em que:

m - massa do cadinho com tampa;

m_1 - massa do cadinho com tampa mais a toma de amostra antes de aquecida na estufa;

m_2 - massa do cadinho com tampa mais a toma de amostra depois de aquecida na estufa;

2.1.3. Determinação de resíduo insolúvel

Para determinar o resíduo insolúvel atacou-se a amostra de gesso e as misturas preparadas com ácido clorídrico e filtrou-se. O resíduo é determinado gravimetricamente, utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-323 [42]:

Colocam-se 0,5 g da amostra obtida no ensaio de determinação de humidade (seca a 50°C) numa cápsula de porcelana. Juntam-se cerca de 25 ml de ácido clorídrico diluído a 1:5 e evapora-se à secura em banho-maria. Deixa-se arrefecer e junta-se ácido clorídrico concentrado ($d=1,19$) em quantidade bastante para humedecer todo o resíduo. Adicionam-se 10 ml de água destilada, ferve-se, filtra-se e lava-se o filtro com água fervente. Passa-se o filtrado para a cápsula de porcelana primitiva, evapora-se em banho-maria à secura e mantém-se a uma temperatura de 120°C durante uma hora na estufa. Deixa-se arrefecer e junta-se novamente ácido clorídrico concentrado até humedecer bem todo o resíduo. Adicionam-se cerca de 25 ml de água, ferve-se, filtra-se e lava-se o filtro com água fervente. Transferem-se os dois filtros contendo os resíduos para um mesmo cadinho tarado previamente, onde se calcinam a 1000°C, deixa-se arrefecer o cadinho no excicador e pesa-se.

O teor de resíduo insolúvel no gesso é calculado através da seguinte equação.

$$\frac{m_3 - m_2}{m_1} \times 100 \quad 2.1.3$$

em que:

m_1 - massa da toma de gesso seco;

m_2 - massa do cadinho;

m_3 - massa do cadinho com o resíduo calcinado.

2.1.4. Determinação de Fe_2O_3 , CaO e MgO por Espectrofotometria de Absorção Atômica

A Espectrofotometria de Absorção Atômica é uma técnica de análise elementar que fornece informações quanto à composição química duma amostra.

A radiação de uma fonte passa através do vapor atômico da amostra que absorve selectivamente. Pela medição da intensidade da radiação incidente I_0 , e da intensidade da radiação transmitida I_t , determina-se a absorvância A , que pela lei de Beer é proporcional à concentração.

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \qquad 2.1.4$$

Em que:

ε é a absorvidade molar;

b é o percurso óptico;

C é a concentração.

A radiação da fonte passa através do vapor atômico da amostra e dirige-se para o monocromador, que isola a linha de ressonância de outros comprimentos de onda, e a envia ao detector onde se compara I_t com I_0 .

O equipamento utilizado, *Perkin Elmer 3030* é de duplo feixe. Separa a radiação incidente em 2 porções. Uma destas porções, (I_t), é medida depois de atravessar a célula analítica; a outra porção, (I_0), representa a radiação incidente na célula analítica. Os sinais das duas porções são usados para compensar alterações na linha de base. Nestes sistemas de duplo feixe a correcção de instabilidade pode ser feita, salvo a ocorrida devido a flutuações na chama.

Utilizaram-se lâmpadas de cátodo-oco. Emitem riscas espectrais muito finas, têm baixo ruído de fundo e utilizam-se para quase todos os elementos que podem ser analisados por E.A.A. As lâmpadas de cátodo-oco podem emitir radiações estáveis, livres de linhas espectrais de interferência devidas ao gás de enchimento ou impurezas do cátodo.

A chama utilizada é de difusão ou de pré-mistura. Este aparelho utiliza a chama de pré-mistura, cujas características são determinadas pela cinética da combustão química que produz a chama. A pré-mistura de acetileno e ar ou de acetileno e protóxido de azoto são as chamas mais usadas em espectrofotometria de absorção atômica.

Neste aparelho usa-se o sistema de queimador nebulizador de pré-mistura. Nestes queimadores só uma pequena fracção de solução aspirada alcança a chama. Só as gotículas mais finas são usadas, o que o torna um sistema de eficiente energia. O queimador produz uma chama de alta temperatura com relativamente baixa emissão de ruído de fundo. A chama pode ser ajustada de modo a conseguir-se um extenso feixe de luz através dela. A desvantagem deste tipo de queimador está na existência de gás explosivo na câmara de pré-mistura durante a operação. Uma explosão "flashback" pode acontecer quando a velocidade de queima excede a velocidade dos gases queimados a passarem através da fenda do queimador.

Utilizou-se um queimador de 10 cm de fenda para a chama C_2H_2/Ar e um outro de 5 cm de fenda para a chama C_2H_2/N_2O .

O nebulizador é usado para aspirar a amostra e vaporizá-la num nevoeiro de partículas muito finas. Os nebulizadores mais comuns usam gás oxidante como fonte de energia de nebulização. O nevoeiro consiste numa distribuição de partículas de vários tamanhos, mas só as de tamanho inferior a $1\mu m$ de diâmetro alcançam a chama e contribuem para o sinal de absorção atômica. Há um dispositivo que permite fazer a mistura dos gases e vapores antes de passar pela fenda do queimador (câmara de pré-mistura). A eficiência do nebulizador é função da velocidade de solução aspirada e da solução que sai pelo tubo de escoamento.

O comprimento de onda para o qual se fazem as medidas de absorção é isolado do espectro total da fonte de radiação primária por um monocromador.

A classificação dos monocromadores depende do sistema da discriminação da função comprimento de onda ser feita através de grade, prisma, filtros ópticos de vários tipos, variando de filtros de uma camada de vidro a filtros de multicamadas interferentes (transmissão ou reflexão) ou por uma combinação de grade e prisma que é o sistema existente no aparelho utilizado.

No filtrado obtido na determinação de resíduo insolúvel fez-se a determinação de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO e MgO por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

2.1.5. Determinação de sulfatos

Para determinar o teor de sulfatos atacaram-se as amostras com ácido clorídrico e precipitaram-se os sulfatos com cloreto de bário sob a forma de sulfato de bário, utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-324 [43]:

Pesa-se 0,5 g da amostra seca a 50 °C, deita-se num copo, adicionam-se 50 ml de ácido clorídrico e ferve-se. Juntam-se 100 ml de água fervente e continua-se a fervura por mais cinco minutos. Filtra-se imediatamente e lava-se bem o filtro com água fervente. Leva-se o filtrado à fervura e juntam-se 20 ml de solução de cloreto de bário a 10 %, a ferver e deixa-se em digestão a quente durante uma hora. Filtra-se e lava-se o precipitado no filtro com água fervente. Passa-se o filtro para um cadinho tarado previamente, seca-se cuidadosamente e incinera-se à temperatura mais baixa possível até combustão do papel de filtro. Calcina-se então a cerca de 800°C durante quinze minutos, deixa-se arrefecer no excicador e pesa-se até massa constante.

O teor de sulfatos (expresso em SO_3) do gesso seco, em percentagem é determinado através da seguinte equação:

$$0,34297 \times \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100 \qquad 2.1.5$$

em que:

m - massa da toma de gesso seco;

m_1 - massa do cadinho;

m_2 - massa do cadinho com o resíduo calcinado, expressas na mesma unidade.

2.1.6. Determinação de cloretos

Os cloretos foram determinados por titulação com nitrato de prata usando como indicador o cromato de potássio. Utilizou-se o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-325 [44]:

Pesa-se 1 g de amostra seca a 50°C e coloca-se num copo de precipitação. Junta-se água fervente, agita-se e filtra-se. Lava-se o filtrado e o filtro umas dez vezes com um total de 250 ml de água fervente. Deitam-se duas a três gotas de indicador de cromato de potássio a 10% no filtrado e titula-se com nitrato de prata, AgNO_3 , 0,05 N até aparecimento de uma cor avermelhada.

Cada ml de AgNO_3 , 0,05 N corresponde a 0,002923 g de cloreto de sódio.

O teor de cloreto de sódio é calculado através da seguinte equação.

$$0,002923 \times \frac{V}{m} \times 100 \quad 2.1.6$$

em que:

V - volume, expresso em ml, da solução de AgNO_3 , 0.05 N, gasto na titulação;

m - massa da toma de amostra de gesso seco, em g.

2.2. Análise mineralógica por Difraccção de Raios X

A Difraccção de Raios X (DRX) é uma técnica que fornece informações quanto à caracterização e quantificação dos minerais presentes numa amostra. Cada mineral tem a sua estrutura própria e o difractograma de raios X respectivo mostra o modelo de difraccção da radiação nos planos

estruturais do mineral. Cada espécie mineral cristalina tem um modelo de difracção específico, a partir do qual ela pode ser identificada, mesmo que faça parte duma mistura mais ou menos complexa, com outras espécies minerais.

Os raios X de um só comprimento de onda, λ , ao incidirem numa amostra que se encontra numa plataforma giratória, são reflectidos por uma família de planos reticulares (hkl), caracterizada por um certo valor d_{hkl} em condições impostas pela lei de Bragg:

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin\theta \quad 2.2$$

em que d é a distância entre os planos, θ , o ângulo de difracção promovido pelo sistema de rotação e n , um número inteiro.

A análise mineralógica foi realizada num difractómetro da marca *PHILIPS* com microprocessador *PW 1710*, equipado com fenda de dispersão automática e monocromador de grafite. O comprimento de onda da radiação incidente, λ é de 1.54056 Å emitido por uma ampôla com anticátodo de cobre.

O programa analítico faz a análise com a velocidade angular de 1,02 °2 θ /min, com um STEP de 0,02 °2 θ /min, numa gama de 2 a 60 °2 θ , utilizando-se valores de tensão e de corrente de 40 kV e 30 mA, respectivamente.

O posicionamento mecânico do goniómetro é verificado por intermédio de um padrão de Silício monocristalino.

2.3. Determinação de densidade real

A determinação de densidade real foi determinada por picnometria de hélio. O picnómetro de hélio é um picnómetro de deslocamento de gás, hélio, que determina a densidade e o volume medindo a mudança na pressão do hélio num volume calibrado.

A câmara que contém a amostra é pressurizada com hélio. A subsequente expansão deste gás num volume precisamente medido resulta numa queda de pressão. O volume de amostra e a densidade

são calculados e os resultados obtidos são apresentados em cm^3 e g/cm^3 , respectivamente, para o número de medições efectuadas.

Esta determinação é necessária para a realização da análise granulométrica.

2.4. Análise granulométrica

A Análise Granulométrica por Sedimentação por Absorção de Raios X é uma técnica que se baseia, na medição da velocidade de sedimentação das partículas em pó dispersas num fluido. Através da *lei de Stokes*, calcula-se o diâmetro da esfera que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula. Não se obtém pois um diâmetro geométrico, mas sim um diâmetro hidrodinâmico ou diâmetro esférico equivalente, mais conhecido por *diâmetro de Stokes*, ou seja o diâmetro da esfera cuja propriedade característica tem o mesmo valor da propriedade característica medida para a partícula.

Os métodos de sedimentação são classificados em incrementais e cumulativos. A técnica de sedimentação com o Sedigraph é uma técnica incremental e baseia-se no estudo da variação da concentração com o tempo numa dada secção (profundidade). No tempo zero a concentração é tomada como 100%, num tempo mais tarde a concentração relativa (quando comparada com a concentração no tempo zero) é igual à fracção em massa cumulativa mais pequena do que o diâmetro de Stokes.

Com esta técnica é medida a distribuição de massa de tamanhos de partícula baseada no método de sedimentação. Esta é feita usando um feixe finamente colimado de Raios X de baixa energia e um detector para determinar a distribuição dos tamanhos de partícula na célula contendo a suspensão.

A fonte de Raios X e o detector permanecem estacionários enquanto a célula se move verticalmente entre eles.

O equipamento utilizado, *Sedigraph 5100 da Micromeritics*, é um aparelho moderno, automático, cujo esquema de funcionamento é apresentado na Fig. 2.1.

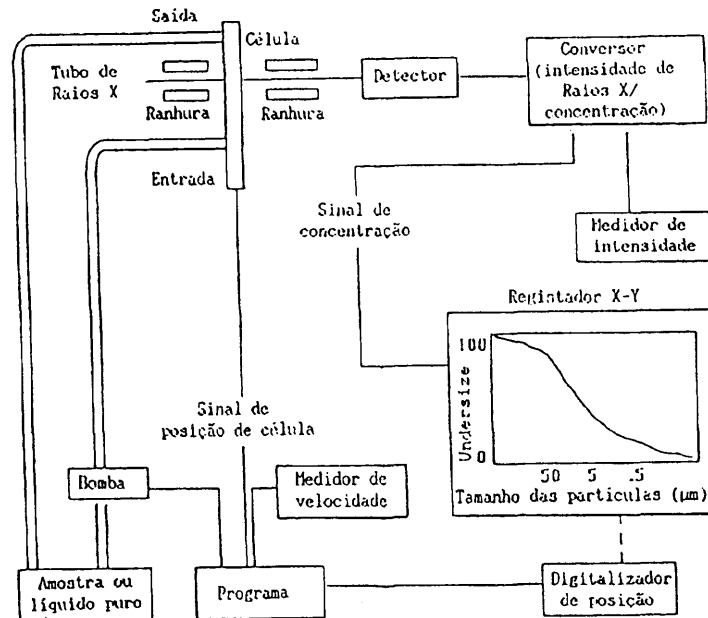


Figura 2.1 - Esquema de funcionamento do Sedigraph 5100 Micromeritics

Consiste essencialmente de uma célula de paredes planas, tal como a figura ilustra, existindo dum dos lados da célula uma fonte de Raios X e do outro lado um detector. Incorpora um sistema completo para a circulação do líquido de sedimentação e suspensão de partículas entre a célula, a câmara de mistura externa, um contentor de líquido de lavagem externo e um contentor de esgoto externo. Contém também um dispositivo de agitação magnética.

Antes da análise é feito um varrimento da célula apenas com o fluido de sedimentação (“baseline”), depois com a suspensão (“full-line”). A diferença entre as duas dá-nos uma ideia da concentração da suspensão (sendo normalmente recomendada uma atenuação de cerca de 30-40%, embora este valor possa ser mais elevado. Uma vez obtida a “full-line” procede-se à análise propriamente dita, movendo-se a célula lentamente por forma a abreviar o tempo de análise. A gama de tamanho de partícula referida pelo fornecedor é de 300 a 0,1 μm , podendo este último valor ser questionável já que ultrapassa o valor mínimo recomendado para a sedimentação gravítica, sendo normalmente referido o valor de 1 μm .

2.5. Análise termogravimétrica – ATG

A análise termogravimétrica permite a medição das variações de peso que podem ocorrer num material durante um processo térmico de aquecimento ou arrefecimento. Estas variações são medidas por uma balança de alta precisão que está ligada ao cadinho através de uma haste fina de porcelana. Os desequilíbrios provocados na balança por alterações do peso da amostra, são compensados por uma tensão eléctrica, até ao anulamento completo dessa perturbação. É o valor dessa tensão que permite a monitorização das perdas de peso ocorridas.

Na termogravimetria mede-se a massa da amostra em função da sua temperatura. A curva resultante, termograma, tem a forma de degrau e fornece informação para identificação de fases ou para o estudo de processos de reacção.

A termogravimetria derivada (DTG) é um acessório útil à TG e serve para localizar a posição da velocidade máxima de mudança de peso e também ajuda a discriminar variações de peso sobrepostas, as quais são difíceis de determinar a partir da curva TG.

O equipamento utilizado para a análise foi uma microtermobalança *NETZCH TG 209*, que compreende uma parte de medição, uma microbalança, um microforno, permitindo o aquecimento até 1000°C. A velocidade de aquecimento utilizada foi de 10°C/min. A temperatura da amostra é medida próxima do cadinho por meio de um termopar tipo K colocado por baixo do cadinho. O controle de temperatura e aquisição de dados foi realizado por um controlador *TASC 414/2*.

2.6. Análise térmica diferencial – ATD

A análise térmica diferencial permite avaliar as mudanças físicas e químicas que são acompanhadas por absorção de calor (reacção endotérmica) ou libertação de calor (reacção exotérmica) numa substância, quando ela é submetida a uma velocidade de aquecimento constante.

A amostra a ser testada é aquecida simultaneamente com uma amostra de referência (caulino calcinado) e a diferença de temperatura entre ambas é medida. Como a substância de referência

não apresenta qualquer reacção na gama de temperatura seleccionada, a reacção da amostra é medida como uma diferença de temperatura contra esta substância inerte.

O equipamento utilizado *NETZSCH DSC 404* é constituído por uma unidade básica, ligações para entrada de gás, dispositivo de vácuo e forno com elementos de aquecimento de Pt 10% Rh-Pt com características de gradiente de temperatura muito baixas. Isto, combinado com uma cabeça de medição de elevada sensibilidade DSC, dá uma linha de base estável, boa reprodutibilidade e resolução de pico.

A análise foi realizada até 1000°C com uma velocidade de aquecimento de 10°C/min.

2.7. Determinação de água de presa

A água de presa define-se como a quantidade de água necessária para a presa do gesso.

A amostra de gesso é polvilhada sobre a água por forma a ser absorvida e até que toda a água desapareça, mas sem que o gesso sobrenade. A água, o gesso e o meio ambiente devem estar a cerca de 20 ± 2 °C.

A água de presa foi determinada utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-318 [37]:

Medem-se 100 ml de água destilada a 20 ± 2 °C. Deita-se a água numa cápsula de porcelana tendo o cuidado de não salpicar as paredes. Pesa-se o conjunto. Tomam-se cerca de 250 g de gesso tal como veio da embalagem, não comprimido.

Polvilha-se o gesso sobre a água com uma espátula, sem sujar as paredes e sem sobrepor gesso naquele que não mergulhe. Completa-se a polvilhação deitando gesso com a espátula nos pontos onde a água aflore. Esta operação complementar será terminada dois minutos desde o início da polvilhação. Pesa-se o conjunto.

A água de presa, expressa em percentagem da massa do gesso é dada pela expressão:

$$\frac{m}{m_2 - m_1} \times 100 \quad 2.7$$

em que:

m - massa de 100 ml de água;

m_1 - massa da cápsula com a água;

m_2 - massa da cápsula com a água e com o gesso, expressas na mesma unidade.

O resultado da determinação de água de presa apresenta-se arredondado às unidades.

Toma-se como resultado o valor de dois resultados consecutivos iguais; em caso de diferença toma-se a , média de três ensaios consecutivos.

2.8. Determinação de início de presa e tempo de presa

Define-se como início de presa o instante em que se inicia a subida da temperatura da pasta normal de gesso. Entende-se como pasta normal de gesso a que é preparada com a relação gesso/água achada no ensaio de determinação de água de presa.

O fim de presa define-se como o instante em que a pasta normal de gesso atinge a temperatura máxima.

O tempo de presa é o intervalo de tempo que decorre entre os instantes correspondentes ao início e ao fim da presa.

O início e tempo de presa foram determinados utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-321 [40].

Passa-se a amostra de gesso por um peneiro com 0.84 mm de abertura de malha e pesa-se uma quantidade de gesso peneirado de acordo com a relação água/gesso achada no ensaio de determinação de água de presa.

Deitam-se 100 ml de água destilada medidos a 20 ± 2 °C numa cápsula de porcelana. Junta-se a quantidade de gesso preparada e simultaneamente põe-se em marcha o cronómetro. Deixa-se repousar um minuto e mistura-se o gesso e a água com a espátula durante cerca de trinta

segundos, de modo que a massa fique homogénea. Vaza-se a pasta de gesso para um anel tronco-cónico de 70 mm de diâmetro na parte superior e 60 mm de diâmetro na parte inferior, feito de substância inerte não absorvente nem corrosiva, assente numa placa de borracha com cerca de 20 mm de lado e 3 mm de espessura.

Introduz-se a zona sensível do termómetro no seio da pasta de gesso, tendo o cuidado de o fixar exteriormente para que não se desloque durante o ensaio. A zona do termómetro que fica em contacto com a pasta de gesso deve ser previamente untada com vaselina ou qualquer outro óleo leve e neutro para facilitar a remoção do termómetro no fim da presa.

Regista-se a elevação da temperatura da pasta de gesso, em função do tempo, referindo este ao instante em que se começou a adicionar o gesso à água. A elevação da temperatura é registada por cada grau e na fracção de tempo em que se verificar. Anota-se o valor do intervalo de tempo decorrido entre a adição do gesso à água e o início de presa (elevação de temperatura) bem como o valor do intervalo de tempo decorrido entre o início e o fim da presa a que corresponde o tempo de presa.

2.9. Determinação de capacidade de absorção de água

A capacidade de absorção de água é determinada gravimetricamente utilizando o seguinte procedimento, de acordo com a norma NP-762 [48]:

Faz-se uma pasta de gesso com a relação água/gesso achada no ensaio de determinação de água de presa. Enquanto a pasta de gesso está fluída, vaza-se em moldes de plástico desmontáveis com medidas internas de 50 mm x 50 mm x 50 mm, sem transbordar, mas por forma que se possa rasostrar quando o gesso tiver consistência suficiente. Os cubos de gesso são desmoldados depois de arrefecidos, devendo apresentar as faces lisas e sem rebarbas.

Coloca-se um cubo de gesso na estufa de secagem a $40 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas até que a massa seja constante. Retira-se da estufa e deixa-se arrefecer em excicador à temperatura ambiente. Pesa-se o cubo de gesso e mergulha-se em água a temperatura compreendida entre 15 e 20°C durante 10 horas. Retira-se o cubo da água, deixa-se escorrer colocando-o sobre material não

absorvente mudando por diversas vezes a face de apoio. Vai-se removendo a água que escorre e, quando não houver água sobre as faces do cubo, pesa-se novamente.

A capacidade de absorção de água é calculada utilizando a seguinte equação:

$$\frac{m_1 - m}{m} \times 100 \quad 2.9$$

em que:

m - massa do cubo com 24 horas de secagem;

m_1 - massa do cubo demolhado durante 10 horas.

O resultado apresenta-se arredondado às unidades.

2.10. Resistência mecânica à flexão

A resistência mecânica à flexão foi determinada de acordo com procedimento interno do C.T.C.V..

Faz-se uma pasta de gesso com a relação água/gesso achada no ensaio de determinação de água de presa. Enquanto a pasta de gesso está fluída, vaza-se em moldes de plástico com medidas internas de 1,5 cm de diâmetro e 14,5 cm de comprimento, sem transbordar, mas por forma que se possa rasoilar quando o gesso tiver consistência suficiente.

Os provetes de gesso são desmoldados depois de arrefecidos, devendo apresentar as faces lisas sem rebarbas. Colocam-se os provetes em número de 10, em estufa de secagem a 40°C durante 7 dias depois de conformados e 24 horas em excicador até massa constante.

A resistência mecânica foi determinada num medidor de resistência mecânica à flexão *NETZSCH 401*. O equipamento é constituído por um cursor de balança, dois suportes onde se apoia o provete, um braço de nível graduado onde é lida a carga de rotura, uma escala de 75, 150, 300 e 600 N, correspondendo cada valor à carga máxima de rotura.

A resistência mecânica à flexão é expressa por:

$$RM = \frac{8 \cdot P \cdot L}{\pi \cdot D_M^3 \cdot 9.8}$$

Em que:

RM – resistência mecânica à flexão (kgf/cm^2);

P – carga de rotura (N);

L – distância interapoios (cm);

D_M – diâmetro do provete (cm).

A média aritmética dos dez resultados é a resistência mecânica à flexão do gesso testado.

3. Preparação das misturas de gesso cerâmico - gesso reciclado

Estudou-se a viabilidade de incorporação do gesso reciclado no gesso cerâmico através da preparação de misturas dos resíduos reciclados com gesso cerâmico.

3.1. Gesso cerâmico

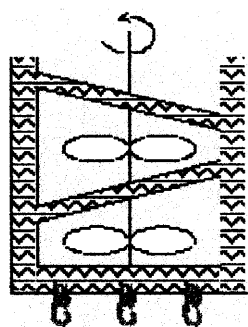
O gesso utilizado foi gesso cerâmico de 1.^a para enchimento, fornecido pela empresa SIVAL - Sociedade Industrial da Várzea, Lda. O gesso cerâmico produzido por esta empresa é todo gesso β . A caracterização deste gesso corresponde à amostra que se designará 0% moldes recuperados.

3.2. Gesso reciclado

Os moldes foram recuperados na mesma empresa, sendo os moldes de gesso saturados – resíduos- processados no ciclo de produção do gesso cerâmico.

O processo de produção de gesso cerâmico utilizado e que foi aplicado aos resíduos é a seguir descrito:

A Matéria-Prima é britada a 15 cm e depois moída com uma granulometria entre 0 e 4 mm. Em seguida é colocada num forno designado “Marmita vertical” cuja capacidade é de 4 toneladas.



O forno de calcinação do gesso designado por “Marmita vertical” consiste num cilindro concêntrico externo em material refractário onde se faz o aquecimento. Horizontalmente passam umas condutas que também fazem o aquecimento do gesso. Tem umas pás que promovem a agitação do gesso no seu interior.

Figura 3.1 – “Marmita vertical”

A calcinação é feita à pressão atmosférica. A temperatura do forno é mantida de tal forma que a temperatura do gesso se eleva a 110°C, mantém-se em patamar e sobe depois até aos 180°C. Faz-se a descarga a cerca de 180°C controlando o teor de fase hemihidratada com uma balança de infravermelhos. Seguidamente o gesso é moído a uma granulometria inferior a 100µm. A separação granulométrica faz-se através de um “elevador de partículas”, em que por acção de uma corrente de ar ascendente, as partículas de diâmetro superior a 100µm são recolhidas na parte inferior sendo reintroduzidas ou não no processo. O gesso cerâmico assim processado é mantido em silos de estabilização. É depois embalado para expedição.

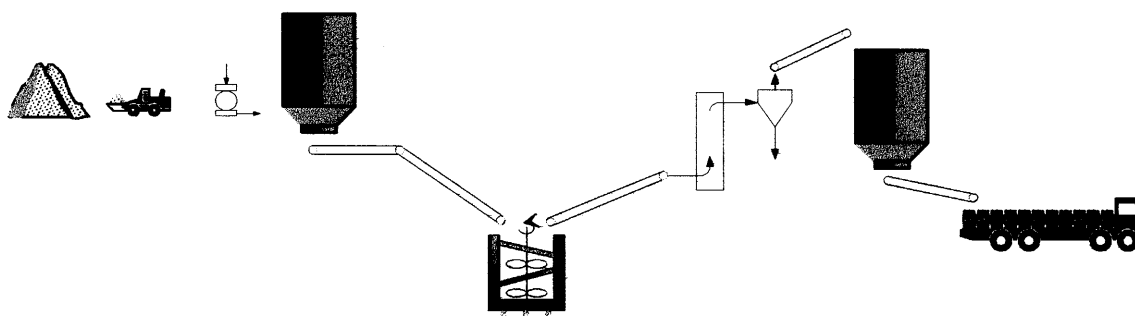


Figura 3.2 – Fluxograma do processo de fabrico do gesso cerâmico

3.3. Preparação das misturas

Prepararam-se misturas do gesso cerâmico com 5, 10, 15 e 20% dos resíduos reciclados.

As misturas foram preparadas adicionando as quantidades de gesso cerâmico e gesso reciclado, indicadas na tabela 3 e homogeneizadas em Turbula T2C durante 1 hora. Utilizaram-se bolas de porcelana de modo a promover uma melhor agitação. A capacidade do recipiente da turbula permitiu homogeneizar 800 g de material pelo que as diversas misturas foram preparadas as vezes necessárias para atingir a quantidade necessária de amostra para todos os ensaios.

Tabela 3.1 - Quantidades de gesso cerâmico e gesso reciclado utilizados na preparação das misturas

Designação da amostra	Gesso cerâmico, 1. ^a (g)	Gesso reciclado (g)
0 % moldes recuperados	800	0
5 % moldes recuperados	760	40
10 % moldes recuperados	720	80
15 % moldes recuperados	680	120
20 % moldes recuperados	640	160

As misturas assim preparadas foram caracterizadas relativamente aos parâmetros descritos em 2.1 e os resultados obtidos são a seguir apresentados.

4. Resultados e discussão

4.1. Análise química

Os resultados da análise química apresentam-se em anexo, pág. 80, Boletins de ensaio n.º 1.2.0215/98, 1.2.0216/98, 1.2.0217/98, 1.2.0218/98, 1.2.0219/98, e foram agrupados na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Resultados da análise química das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Humidade (%)	Água Combinada (%)	Resíduo Insolúvel (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	NaCl (%)
0	1.13	5.56	0.63	0.04	37.4	1.22	52.6	0.08
5	1.35	5.52	0.89	0.03	37.3	1.23	52.8	0.09
10	1.12	5.60	0.90	0.03	37.4	1.21	53.0	0.10
15	1.16	5.59	0.86	0.03	37.9	1.29	52.9	0.09
20	1.05	5.51	1.31	0.04	37.9	1.23	52.8	0.12
Moldes Saturados	0.21	10.25	1.42	0.04	32.2	0.71	44.3	0.23

A análise química das misturas preparadas revelou ligeiras alterações na composição.

Os moldes de gesso saturados estão contaminados com sais provenientes dos desfloculantes utilizados nas barbotinas. Ao processar os moldes, o silicato de cálcio e o sulfato de sódio resultantes da reacção do carbonato de sódio e silicato de sódio com o sulfato de cálcio dos moldes aparecem incrementados como se pode verificar pelo ligeiro incremento dos teores de resíduo insolúvel, NaCl e SO₃.

Estes incrementos são no entanto ligeiros o que constitui uma boa perspectiva quanto à reciclagem do gesso cerâmico.

Este foi um dos problemas mais salientados no contacto estabelecido com a TNO Industrial Research, na pessoa do Dr. Roelf de Jonfe que referiu que os resíduos provenientes dos moldes de gesso saturados não são reutilizados porque estão fortemente contaminados de sais.

A análise química de moldes saturados revelou valores de resíduo insolúvel (1,42%) (*silicato de cálcio*), NaCl (0.23%) e SO₃ (44.3%),(*sulfato de sódio*) tabela 4.1.1.. Estes valores são de facto elevados nos moldes saturados, mas os resultados das misturas de 5, 10 e 15%, revelaram um incremento apenas de 0.4% no resíduo insolúvel, 0.02% no NaCl e 0.2% no SO₃ relativamente ao valor do gesso cerâmico.

Outro dos problemas salientados pelo técnico responsável da empresa que processou os resíduos de gesso prende-se com o facto do processo de fabrico de gesso cerâmico levar à formação de anidrite. Uma vez que se processou gesso que já tinha um determinado valor de anidrite, no mesmo processo de fabrico é esperado um incremento deste componente.

A quantificação de componentes através de cálculo é apenas uma aproximação. Os pressupostos admitidos podem não ser correctos uma vez que os componentes podem não existir na forma de minerais puros. É no entanto útil para se poder estimar o teor de anidrite presente nas misturas. Este é de particular importância pois o incremento de anidrite tem como consequência piores características hidráulicas para o gesso cerâmico.

Tabela 4.1.2. - Resultados da análise química sob a forma de componentes, nas misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado [45]

Misturas (%)	Humidade (%)	CaSO ₄ .1/2 H ₂ O (%)	CaSO ₄ (%)	CaO (%)	CO ₃ Mg (%)	CaMg(CO ₃) ₂ (%)	Res. Ins. (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	NaCl (%)
0	1,13	89,6	4,6	0,6	0,9	1,9	0,63	0,04	0,08
5	1,35	89,0	5,0	0,9	0,9	1,9	0,89	0,03	0,09
10	1,12	90,2	4,0	1,0	0,9	1,9	0,90	0,03	0,10
15	1,16	90,1	5,4	0,2	0,9	1,9	0,86	0,03	0,09
20	1,05	88,8	6,6	0,1	0,9	1,9	1,31	0,04	0,12

O cálculo dos componentes presentes foi baseado na norma NP-326 [45]. O teor de Plaster de Paris, CaSO₄.1/2 H₂O, foi obtido multiplicando o valor da água combinada por 16,11. Os teores de Magnesite, MgCO₃ e Dolomite, CaMg(CO₃)₂ foram determinados a partir dos valores de MgO e CO₂, sendo este último calculado por diferença. Tomou-se como pressuposto que estes teores se mantiveram para as restantes misturas.

Sendo a razão $\text{CaO}:\text{SO}_3$ sempre inferior a 1,019, admitiu-se a existência de CaO em excesso.

De acordo com os valores calculados, tabela 4.1.2. o incremento de anidrite é no limite (mistura 20%) 2% superior ao valor do gesso cerâmico.

Apesar de se ter verificado que o incremento tanto de sais como de anidrite é ligeiro, dever-se-á verificar até que ponto estes podem prejudicar o desempenho em serviço do gesso cerâmico, através de ensaios de enchimento, verificando por um lado, a qualidade das peças obtidas e por outro lado as capacidades hidráulicas do gesso e a capacidade de recuperação dos moldes.

4.2. Análise mineralógica

Os resultados da análise mineralógica apresentam-se em anexo, pág. 86, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0079/98-2, 3.1.4.0084/98, 3.1.4.0083/98, 3.1.4.0082/98, 3.1.4.0081/98, foram agrupados na tabela 4.2. Os difractogramas obtidos apresentam-se nas figuras 4.2.1 a 4.2.5 das misturas com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado, respectivamente.

Tabela 4.2 - Resultados da análise mineralógica das misturas do gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Plaster de Paris $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	Anidrite CaSO_4	Dolomite	Magnesite
0	****	***	*	*
5	****	***	*	*
10	****	***	*	*
15	****	***	*	*
20	****	***	*	*

**** - Intensidade e cristalinidade elevada

* - Vestigial

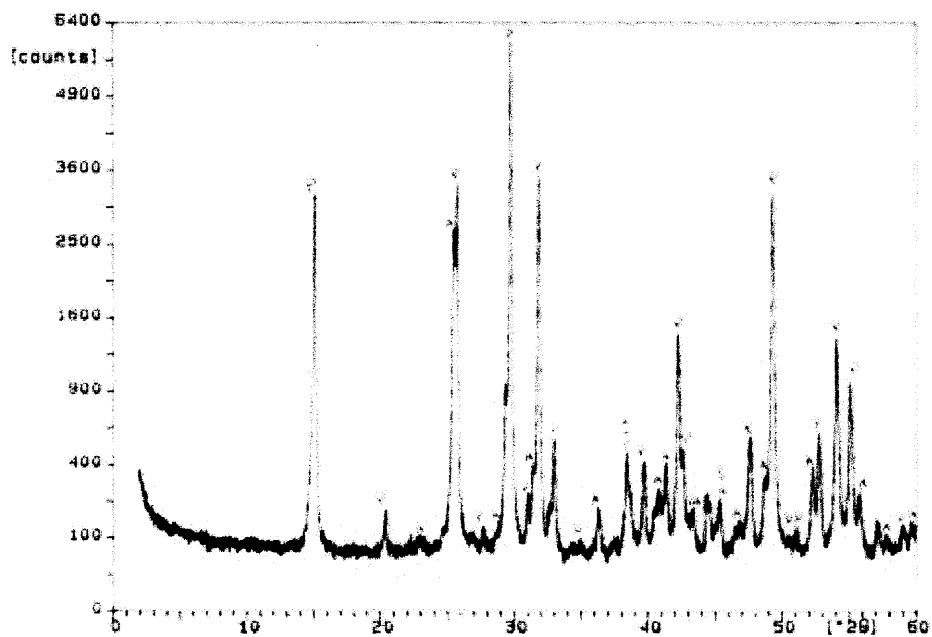


Figura 4.2.1 – Diffractograma da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado (Gesso 1.^a SIVAL)

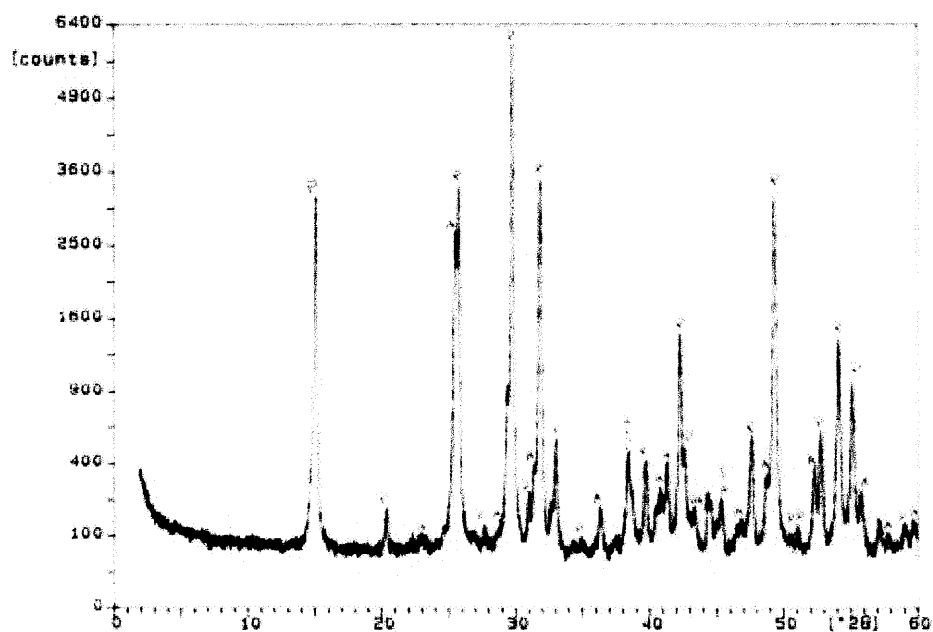


Figura 4.2.2 – Diffractograma da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado

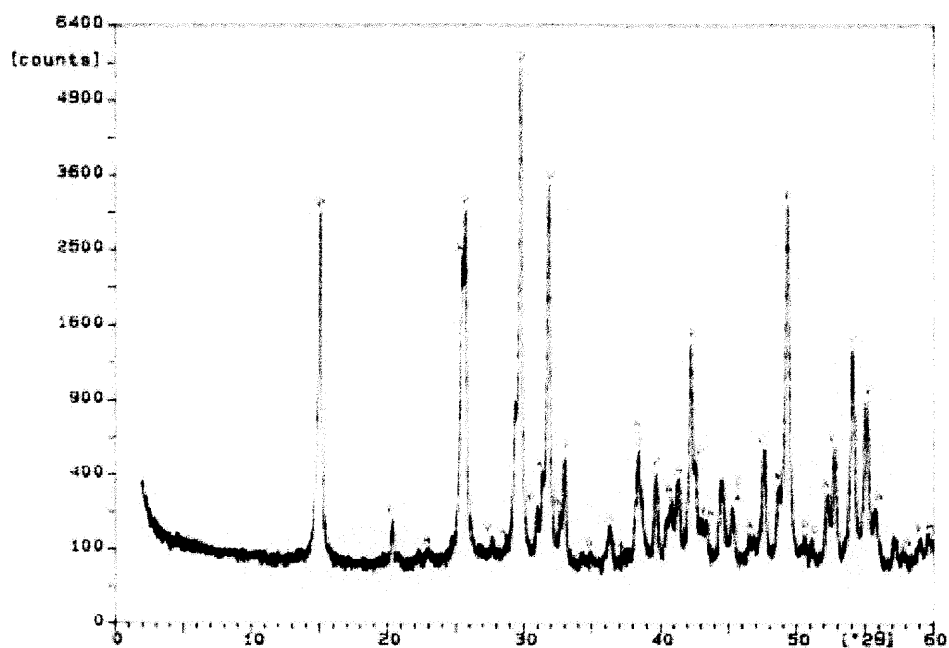


Figura 4.2.3 – Difractograma da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado

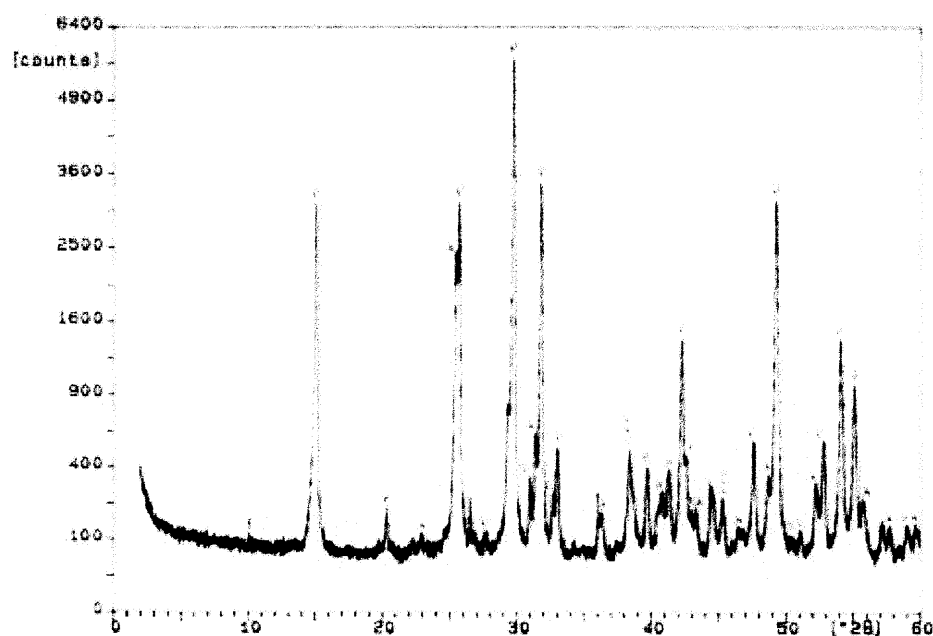


Figura 4.2.4 – Difractograma da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado

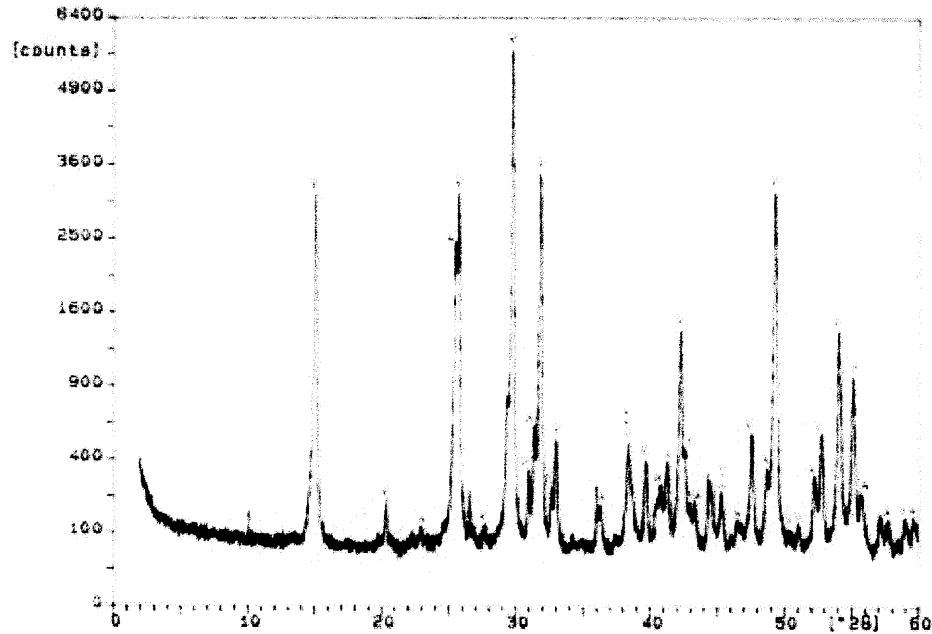


Figura 4.2.5 – Diffractograma da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado

A análise mineralógica revelou como fase maioritária a variedade hemihidratada do sulfato de cálcio – Gesso cerâmico ou Plaster de Paris.

Foi também detectada a presença de anidrite, dolomite e magnesite em todas as misturas preparadas. Estas espécies aparecem no gesso cerâmico como contaminantes sendo a sua presença prejudicial no desempenho em serviço deste material. Qualitativamente não é possível verificar se houve incremento destas espécies à medida que se aumentou a incorporação de gesso reciclado.

Para uma melhor percepção do desempenho em serviço do gesso é de interesse que em trabalhos futuros se venha a quantificar estas fases.

4.3. Análise granulométrica

Os resultados da análise granulométrica apresentam-se em anexo, pág. 97 , Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0089/98, 3.1.4.0097/98, 3.1.4.0105/98, 3.1.4.0113/98, 3.1.4.0121/98 e foram sistematizados na tabela 4.3

Tabela 4.3 - Resultados da análise granulométrica das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Diâmetro de partícula (µm)	% de partículas com diâmetro inferior	Diâmetro a 50% (µm)	Diâmetro Modal (µm)
0	80	100,2	11,09	13,02
	10	45,8		
	1	0,0		
5	80	99,7	10,58	9,15
	10	47,8		
	1	0,0		
10	80	99,1	11,35	9,56
	10	44,8		
	1	0,0		
15	80	99,5	10,61	8,97
	10	47,7		
	1	0,0		
20	80	100,1	10,36	9,14
	10	48,6		
	1	0,0		

As curvas de distribuição granulométrica obtidas apresentam-se na figura 4.3.

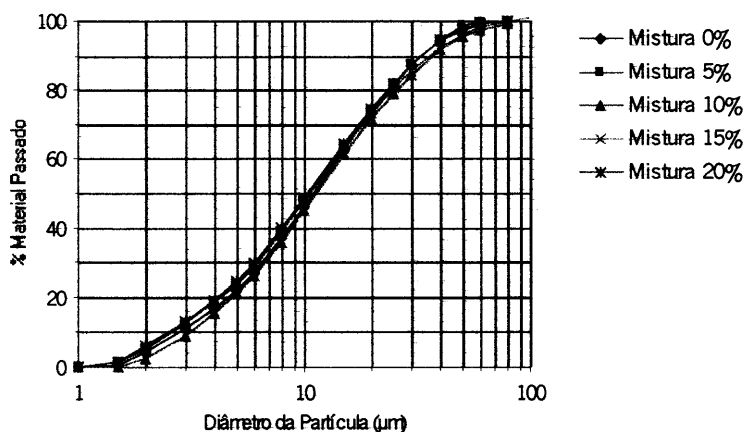


Figura 1.3 - Curvas de distribuição granulométrica das mistura de gesso e de gesso reciclado

4.4. Densidade real

Os resultados da determinação da densidade real para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág. 103, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0088/98, 3.1.4.0096/98, 3.1.4.0104/98, 3.1.4.0112/98, 3.1.4.0120/98 e foram sistematizados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Resultados da densidade real das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado

Misturas (%)	Densidade Real (g/cm ³)
0	2.6450
5	2.6550
10	2.6514
15	2.6588
20	2.6455

Os resultados obtidos não registaram alterações significativas aquando da incorporação de gesso reciclado.

4.5. Análise termogravimétrica – ATG

Os resultados da determinação da análise termogravimétrica para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág.109, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0083/98, 3.1.4.0091/98, 3.1.4.0099/98, 3.1.4.0107/98, 3.1.4.0115/98, e foram sistematizados na tabela 4.5

Tabela 4.5 - Resultados da análise termogravimétrica das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Gama de temperatura (°C)	Perda de peso (%)
0	32 – 61	1.10
	113 - 155	6.00
	516 – 563	1.30
	629 - 710	1.40
5	34 – 58	1.10
	115 – 151	5.80
	519 – 559	1.30
	626 - 692	1.50
10	34 – 58	0.90
	114 – 150	5.70
	518 – 557	1.00
	627 – 690	1.30
	928 - 954	0.20
15	33 – 57	0.90
	113 – 150	6.00
	515 – 556	1.00
	624 - 699	1.50
20	34 – 56	0.90
	116 – 151	6.10
	513 – 555	1.10
	625 – 700	1.40

Os termogramas TG e DTG obtidos apresentam-se nas figuras 4.5.1 a 4.5.5

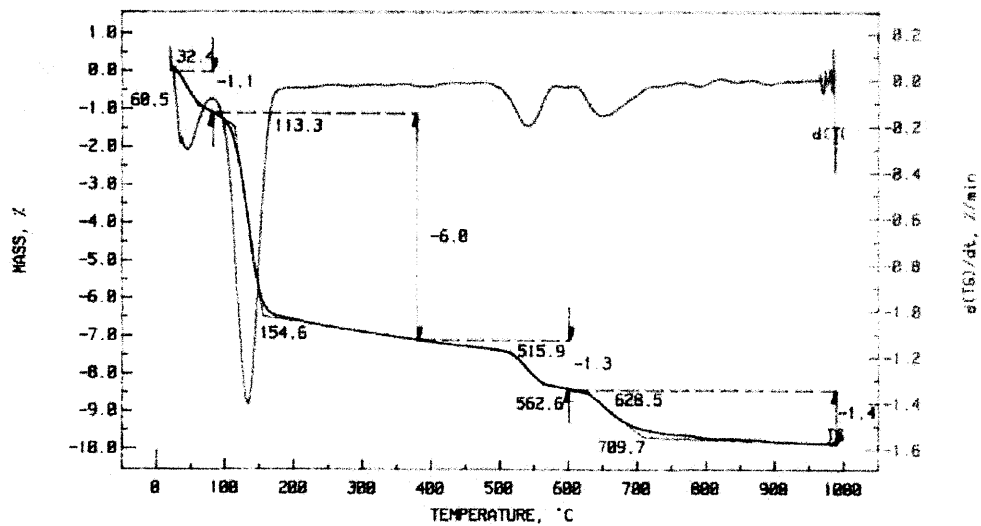


Figura 4.5.1 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado

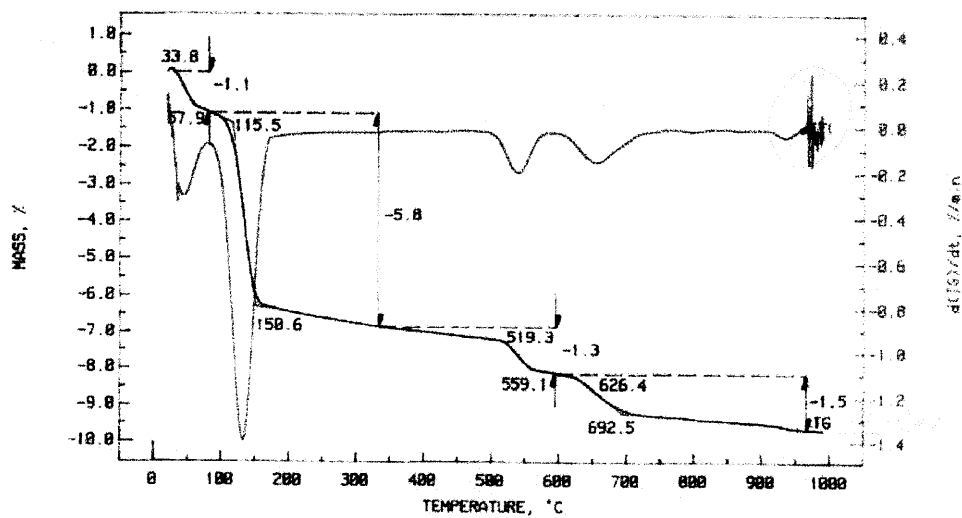


Figura 4.5.2 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado

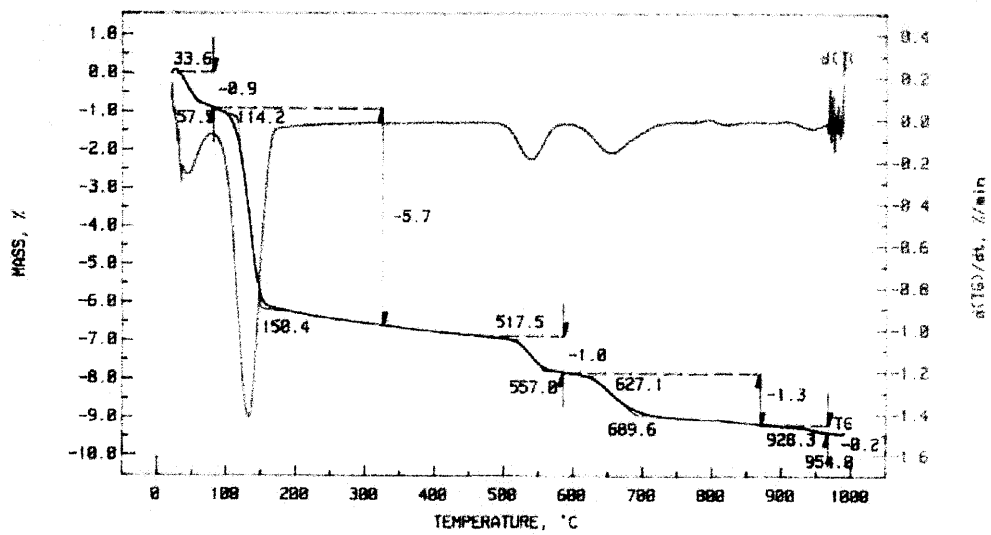


Figura 4.5.3 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado

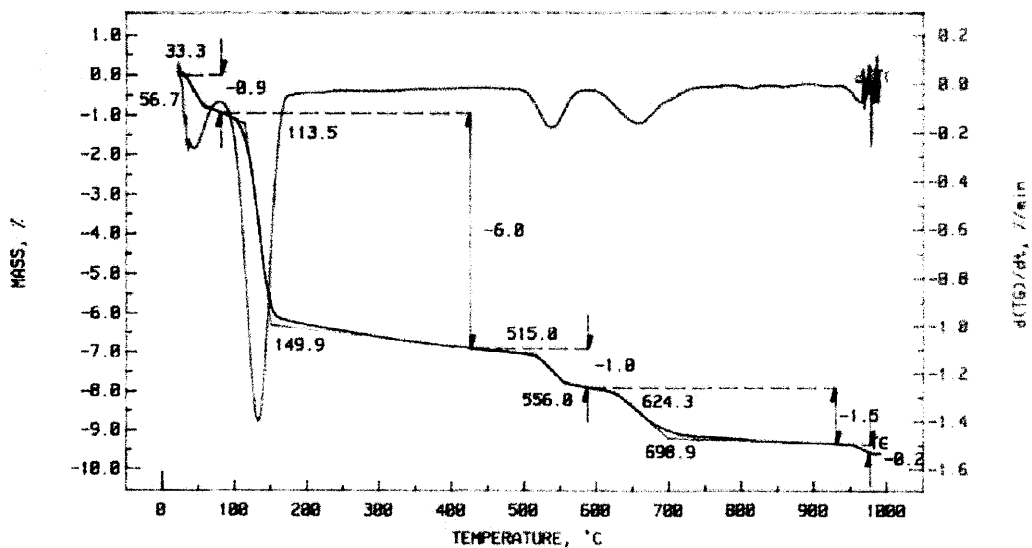


Figura 4.5.4 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado

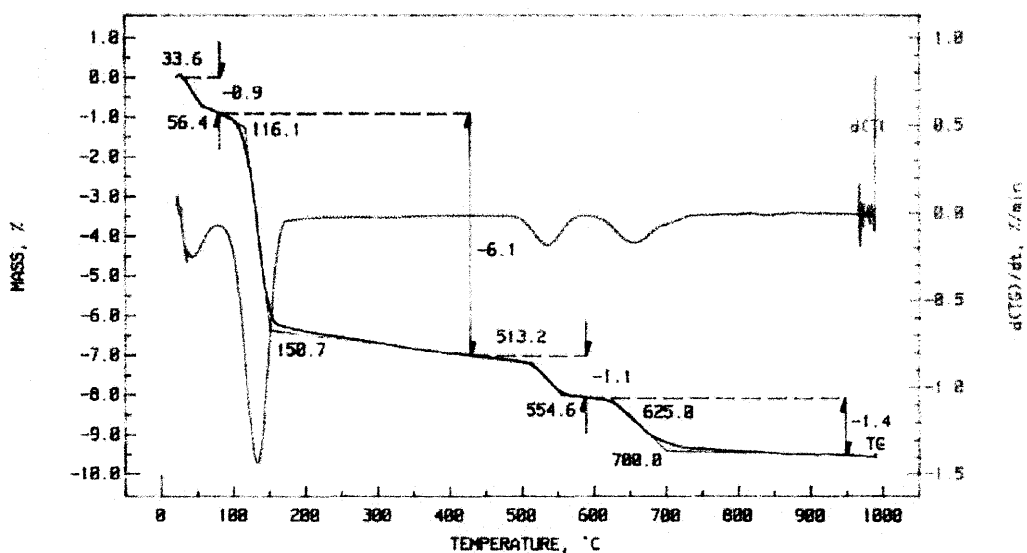


Figura 4.5.5 – Termograma TG e DTG da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado

A análise termogravimétrica das misturas preparadas indicam quatro picos de perda de peso correspondentes a :

30 – 60 °C → Perda de humidade

110 – 150 °C → Perda de água combinada

515 – 560 °C → Transformação em anidrite solúvel

625 – 700 °C → Transformação em anidrite insolúvel

Observa-se uma constância das características das curvas obtidas para cada uma das misturas preparadas.

Os resultados obtidos revelaram-se concordantes com a análise química para as determinações de humidade e água combinada.

4.6. Análise térmica diferencial – ATD

Os resultados da determinação da análise térmica diferencial, para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág.120, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0082/98, 3.1.4.0090/98, 3.1.4.0098/98, 3.1.4.0106/98, 3.1.4.0114/98, e foram sistematizados na tabela 4.6

Tabela 4.6 – Resultados da análise térmico-diferencial das misturas de gesso cerâmico com 0, 5 , 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Temperatura (°C)		Tipo de reacção
	Início de reacção	Ponto de inflexão	
0	-	40	Endotérmica
	106	130	Endotérmica
	519	531	Endotérmica
	616	641	Endotérmica
5	-	40	Endotérmica
	105	129	Endotérmica
	508	529	Endotérmica
	618	644	Endotérmica
10	-	40	Endotérmica
	105	129	Endotérmica
	504	526	Endotérmica
	618	644	Endotérmica
	-	773	Exotérmica
15	-	43	Endotérmica
	107	131	Endotérmica
	498	523	Endotérmica
	623	647	Endotérmica
20	-	42	Endotérmica
	108	131	Endotérmica
	498	524	Endotérmica
	624	649	Endotérmica

Os registos ATD obtidos apresentam-se nas figuras 4.6.1 a 4.6.5

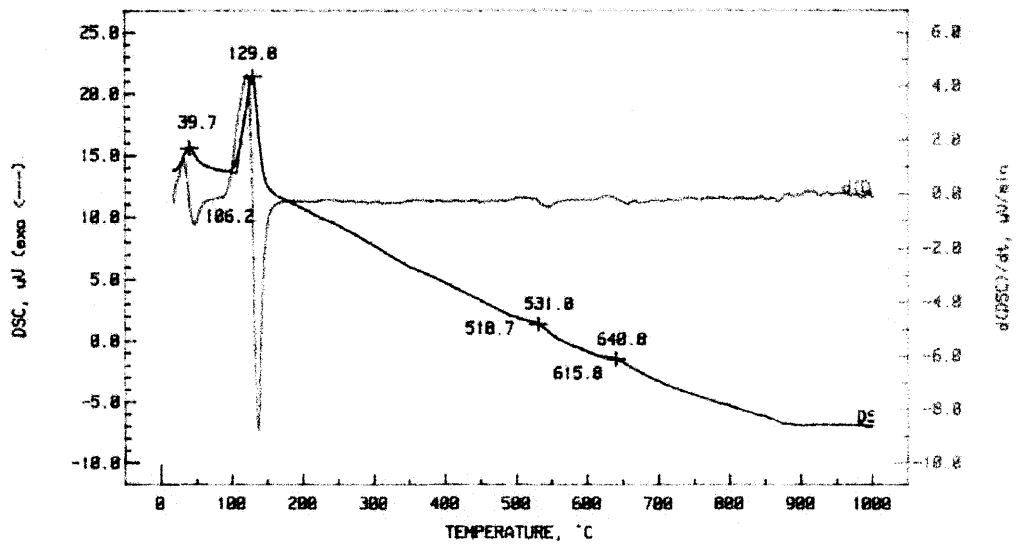


Figura 4.6.1 – ATD da mistura de gesso - 0% de gesso reciclado

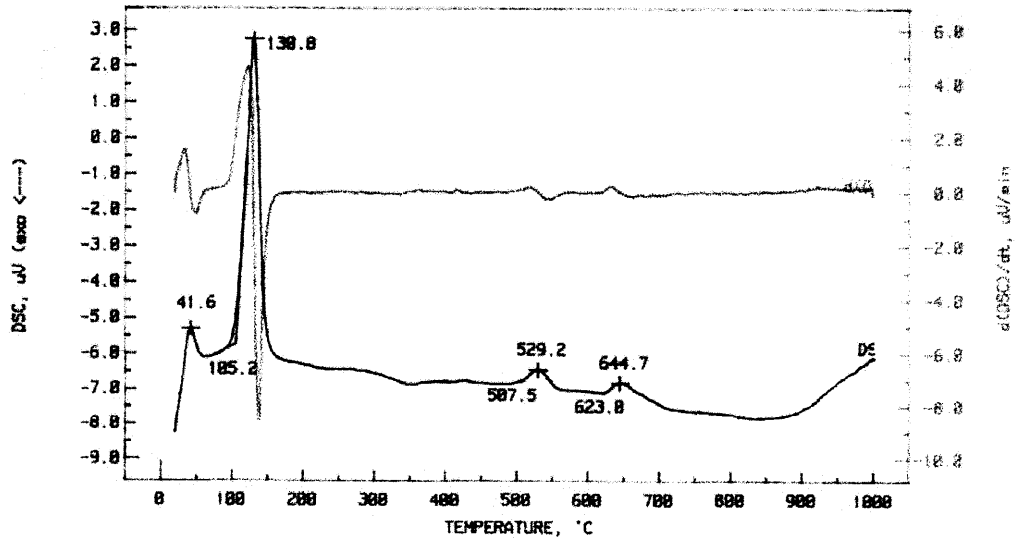


Figura 4.6.2 – ATD da mistura de gesso - 5% de gesso reciclado

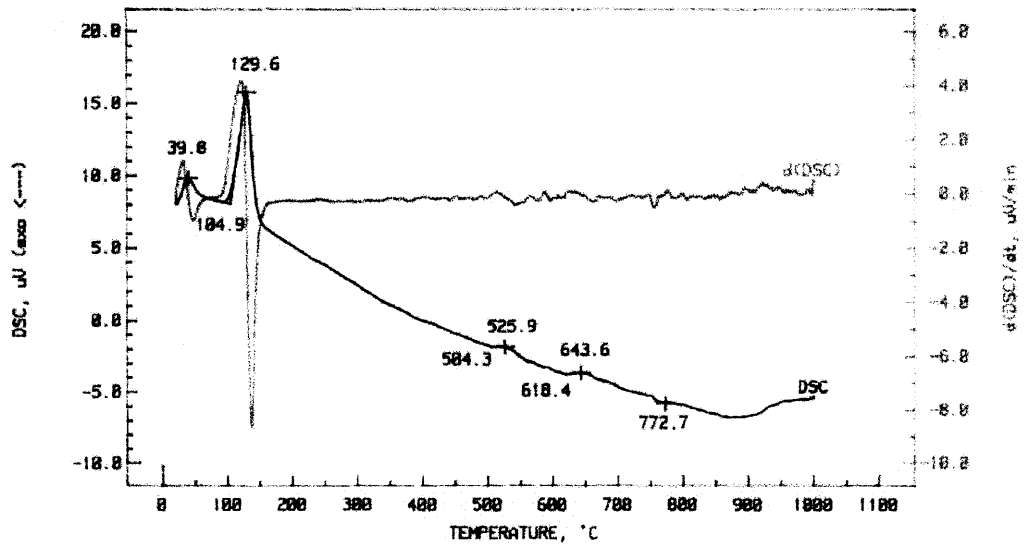


Figura 4.6.3 – ATD da mistura de gesso - 10% de gesso reciclado

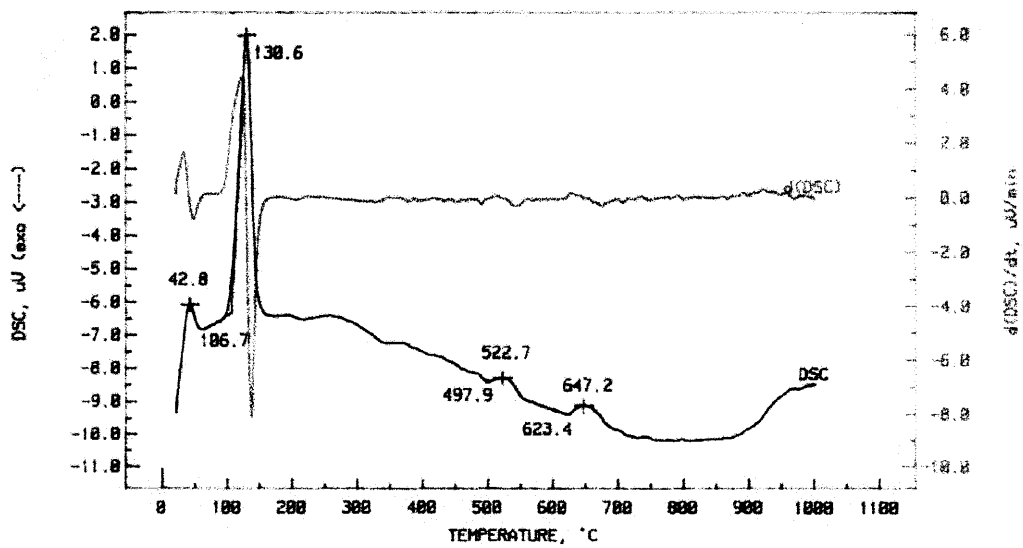


Figura 4.6.4 – ATD da mistura de gesso - 15% de gesso reciclado

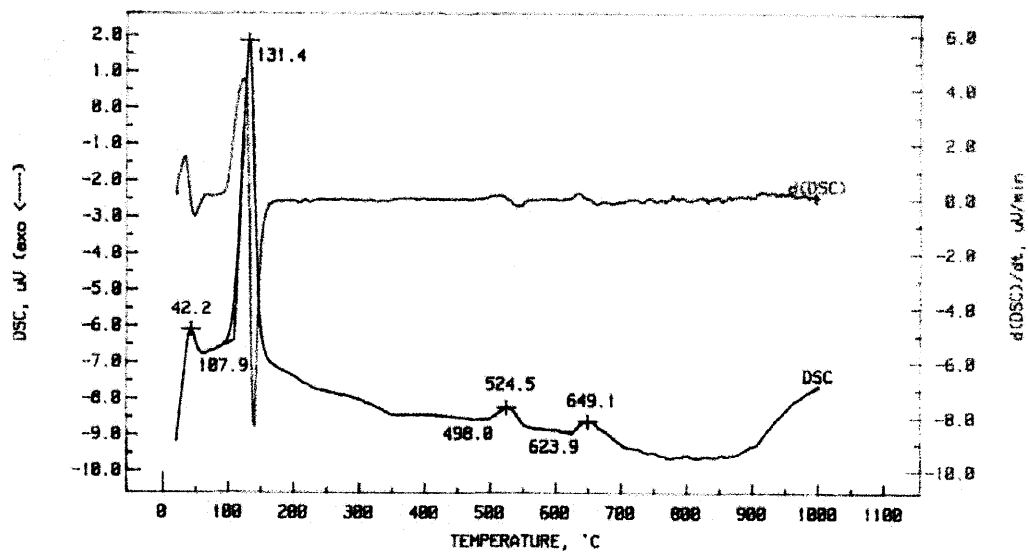


Figura 4.6.5 – ATD da mistura de gesso - 20% de gesso reciclado

A análise térmica diferencial revelou as quatro reacções referidas anteriormente para a análise termogravimétrica.

4.7. Água de presa e relação gesso/água

Os resultados da determinação de água de presa e relação gesso/água para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág. 131, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0084/98, 3.1.4.0092/98, 3.1.4.0100/98, 3.1.4.0108/98, 3.1.4.0116/98 e foram sistematizados na tabela 4.7.

Através da representação gráfica, figura, verifica-se que a água de presa aumenta quando se adicionam 5 % de moldes reciclados, sendo a sua variação estável para as seguintes misturas.

Tabela 4.7 - Resultados da água de presa e relação gesso/água das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Água de presa (%)	Relação G/A
0	66	1.53
5	72	1.38
10	71	1.4
15	72	1.39
20	71	1.4

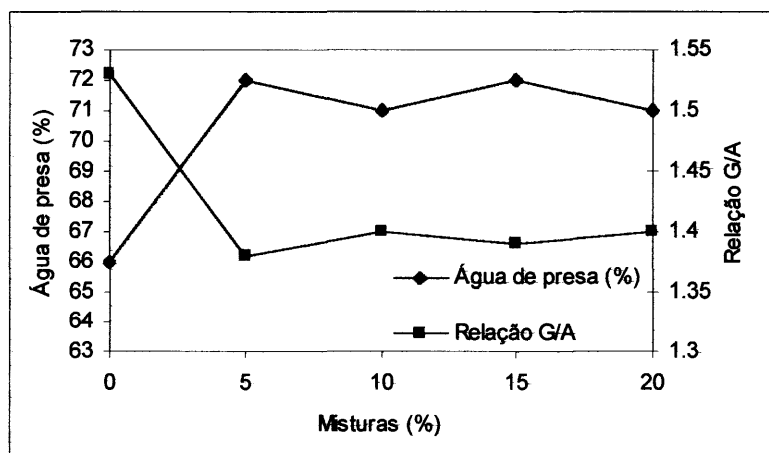


Figura 4.7.1 – Variação da água de presa e relação gesso/água nas misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

O incremento da água de presa irá originar moldes com maior porosidade. Será de esperar uma maior capacidade de absorção de água mas por outro lado um decréscimo da resistência

mecânica. Estas variações são no entanto ligeiras pelo que se deverá verificar a influência destas alterações no comportamento em serviço dos moldes.

4.8. Início de presa e tempo de presa

Os resultados de início de presa e tempo de presa para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág. 137, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0085/98, 3.1.4.0093/98, 3.1.4.0101/98, 3.1.4.0109/98, 3.1.4.0117/98 e foram sistematizados na tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Resultados do princípio, fim e tempo de presa das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado

Misturas	Princípio de presa (min)	Fim de presa (min)	Tempo de presa (min)
0%	4	38	34
5%	4	43	39
10%	4	46	42
15%	4	44	40
20%	5	43	38

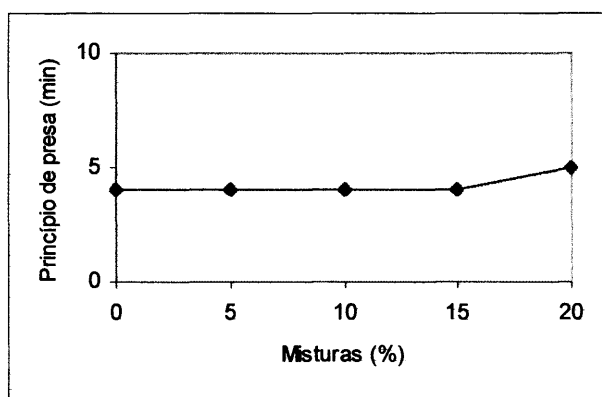


Figura 4.8.1 – Variação do princípio de presa com a adição de gesso reciclado

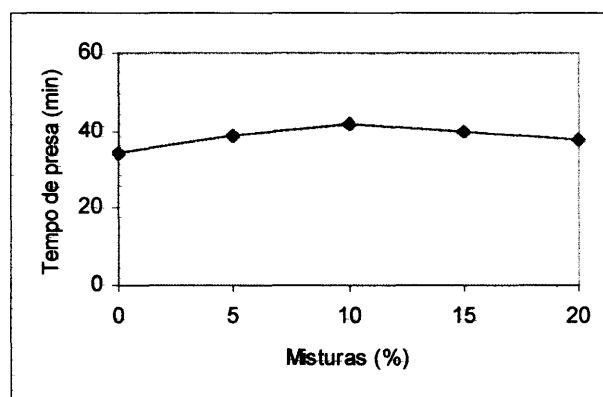


Figura 4.8.2 - Variação do tempo de presa com a adição de gesso reciclado

De acordo com os dados experimentais o princípio de presa é a propriedade mais afectada pela adição do gesso reciclado.

4.9. Capacidade de absorção de água

Os resultados de capacidade de absorção de água para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág. 143, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0086/98, 3.1.4.0094/98, 3.1.4.0102/98, 3.1.4.0110/98, 3.1.4.0118/98 e foram sistematizados na tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Resultados da capacidade de absorção de água das misturas de gesso cerâmico com 0, 5, 10, 15 e 20% de gesso reciclado

Misturas (%)	Cap. Abs. Água (%)
0	35
5	42
10	40
15	39
20	40

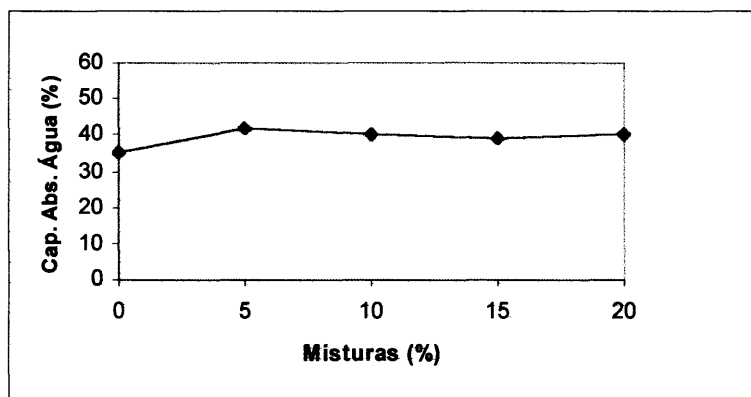


Figura 4.9.1 – Variação da capacidade de absorção de água com a adição de gesso reciclado

De acordo com os resultados experimentais a capacidade de absorção de água aumenta ligeiramente com a incorporação de 5 % de gesso reciclado, mantendo-se estável com a adição de maior percentagem de gesso reciclado.

Estes resultados são concordantes com a determinação de água de presa em que se verificou um incremento deste factor e consequentemente de porosidade. Tal dá origem a uma maior capacidade de absorção de água.

4.10. Resistência mecânica à flexão

Os resultados da resistência mecânica à flexão para cada uma das misturas apresentam-se em anexo, pág. 149, Boletins de ensaio n.º 3.1.4.0087/98, 3.1.4.0095/98, 3.1.4.0103/98, 3.1.4.0111/98, 3.1.4.0119/98 e foram sistematizados na tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Resultados da resistência mecânica à flexão das misturas de 0, 5, 10, 15 e 20% com gesso reciclado

Misturas (%)	Res. Mec. Flexão (Kgf/cm ²)
0	53
5	51
10	50
15	48
20	40

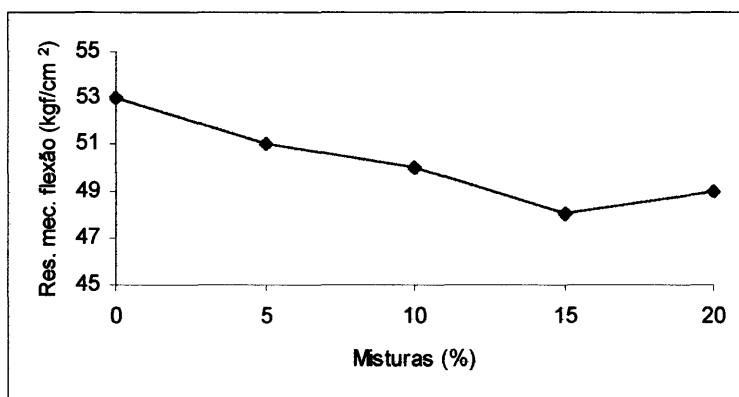


Figura 4.10.1 – Variação da resistência mecânica à flexão com a adição de gesso reciclado

A introdução de gesso reciclado na composição de gesso cerâmico conduz a uma diminuição da resistência mecânica à flexão. Em face dos resultados anteriormente obtidos esta era uma situação já esperada, pois o aumento de porosidade conduz inevitavelmente a uma diminuição da resistência mecânica.

Este factor constitui uma desvantagem para a aplicação do gesso na indústria cerâmica na qual a resistência mecânica é um factor necessário para a mecanização da produção.

5. Conclusões e sugestões de trabalho futuro

A incorporação de resíduos recuperados no ciclo de produção do gesso cerâmico, numa primeira abordagem, parece viável. As ligeiras alterações ocorridas nas características do gesso reportaram-se nos ensaios de aptidão tecnológica como sendo favoráveis, p.e., em termos de capacidade de absorção de água. Apesar da diminuição da resistência mecânica poderá encontrar-se aplicação do gesso em situações menos agressivas em termos de desgaste mecânico e aproveitando a sua maior capacidade de absorção de água.

Sendo este um trabalho pioneiro muito há ainda por fazer neste âmbito.

Será necessário avaliar o desempenho em serviço, de moldes preparados com gesso cerâmico que teve incorporações de gesso reciclado, através de sucessivos enchimentos e posterior secagem.

Através do enchimento com uma barbotina, as peças assim obtidas, para cada um dos moldes, deverão ser secas e cozidas de modo a avaliar possíveis consequências no produto final.

Para avaliar a capacidade de recuperação do molde, deverá determinar-se a quantidade de água eliminada para um determinado tempo de secagem, avaliando-se também o tempo necessário para que a quantidade de água eliminada durante a secagem seja igual à eliminada pelo molde com 0% de gesso reciclado.

Este ensaio servirá também para avaliar a duração dos moldes com diferentes misturas, em termos de número de utilizações.

Sendo o estudo de viabilidade técnica positivo deverá realizar-se o estudo de viabilidade económica do processo.

Ainda que se conclua pela viabilidade técnico-económica da reciclagem do gesso cerâmico, o problema dos resíduos sólidos na Indústria Cerâmica – moldes de gesso saturados – não ficará resolvido.

A incorporação de 5 a 10% de resíduos no ciclo de produção do gesso cerâmico, poderá reduzir o montante de resíduos mas, uma grande parte subsistirá ainda.

Outros trabalhos no âmbito da redução de resíduos, mas direccionados para outras aplicações do gesso poderão ajudar a solucionar os problemas colocados pelos resíduos de moldes de gesso.

A incorporação de gesso cerâmico reciclado na produção de gesso-estruque para a construção civil é uma vertente também a ser estudada relativamente à qual se podem esperar bons resultados.

A incorporação de gesso cerâmico saturado na indústria cimenteira é já uma realidade, mas que poderá ser aprofundada no sentido de se definir o limite máximo incorporável.

Bibilografia

[1] Velho, J., Gomes, C., Romariz, C., MINERAIS INDUSTRAIS, Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercados, 1998

[2] Ball, M.C., B. Ceram Trans. J. 88, 79-82, 1989

“ Effects of dehydration and rehydration on porosity in calcium sulphate and its hidrates”

[3] Klein, Dieter; Ruffer, D.C.V., Ceramic Industries International

“ New methods in the development of special plasters”

[4] Lacheny, P., Bull. Soc. Francaise de Céramique, 76 (1967) p. 21

“Importance de la composition des plâtres industriels”

[5] F. Singer Y S.S. Singer, CERAMICA industrial, vol.1

[6] Klein, D., Ruffer, C. Von, Tile & Brick Int., Vol. 13, N.º 3, 1997

“Fundamentals for the production of moulding plaster”

[7] Lucas, Darlindo B., Rev. Soc. Port. Ceram. Vid., Vol. 5, Nº1, Jan.-Mar. 87

“Gesso, Gesso Cerâmico e Moldes Cerâmicos. Produção, características e ensaios”

[8] Zurz, A.; Odler, I.; Thiemann, F.; Berghofer, K.; J. Am. Ceram. Soc., 74,(5) 1117-24 (1991)

“ Autoclave-free formation of α -hemihydrate gypsum”

[9] Diz, H.M.M.; Rev. Soc. Port. Ceram. Vid., Vol. 3, Nº1, Jan.-Mar. 84

“ A influência das características dos moldes de gesso e das suspensões no processo de enchimento por barbotina”

[10] Zürk, A.; Rev. Cerâmicas, nº 14, Out.-Dez. 92

“ Influência da temperatura da água e secagem na durabilidade dos moldes”

[11] Camm, J.; Interceram, N° 1, 1989

“ Technical control of mouldmaking”

[12] Carlsson, S.; Karlsson, R.; Trans. J. Br. Ceram Soc.,80, 202-209, 1981

“ Testing of moulding plaster - Viscosity measurements on plaster/water mixes”

[13] Interceram, Vol. 40-N° 3, 1991

“ Plaster of Paris from Paris”

[14] Kamps, Dieter; Klein, Dieter; cfi/Ber. DKG 5/87

“ Plaster of Paris for moldmaking - Part 1”

[15] Kamps, Dieter; Klein, Dieter; cfi/Ber. DKG 8/9-87

“ Plaster of Paris for moldmaking - Part 2”

[16] Lynch, W.M.; American Ceramic Society Bulletin, Vol. 74, N.º 1, January 1995

“ Plaster processing dynamics”

[17] Cubbon, R.C.P.; British Ceramic Research Association, Stoke-on-Trent

“ Plastic body shaping processes and dust pressing in tableware manufacture”

[18] Cubbon, R.C.P.; Walker, E.G.; Trans. J. B. Ceram Soc.,80, 97-104, 1981

“ The rheological properties of suspensions of potters plaster in water. A new quality control test.”

[19] Francis, H. C.; Ceram. Eng. Sci. Proc. 15 (1) 34-38 (1994)

“Gypsum, the silent partner”

[20] Thomas, Ronald J.; Eng. Sci. Proc. 15 (1) 24-33 (1994)

“ Casting with plaster molds”

[21] Kohut, William; Eng. Sci. Proc. 15 (1) 16-23 (1994)

“Selection of materials and parameters for sanitary ware casting”

[22] Mazanek, J., Gizycki, U. v., Khwaja, Z., Industrie Forum, cfi/Ber. DKG 70 (1993) N.º5

“Control of the properties of mould plaster usig organic additives”

[23] Khalil, A.A., Saniour, S.H., Interceram, Vol. 46, N.º4, 1997

“Characterisation of egyptian dental gypsum plasters”

[24] Mikov, Miroslav; Matkovic, Boris; American Ceramic Society Bulletin, Vol. 71, N.º 7, July 1992

“ Effect of calcium sulfoaluminate and gypsum addition on the stength development of Belite Cement”

[25] Carin, Vladimir; Halle, Radovan; American Ceramic Society Bulletin, Vol. 70, N.º 2, 1991

“ Effect of matrix form on setting time of bellite cement which contains tricalcium aluminate”

[26] Andreola, F.; Manfredini, T.; Romaglioni, M.; Ceramica informazione, 327, Giugno 1993

“Il reimpiego della calce esausta nell’impasto che l’ha generata”

[27] Kolesh, C.; Ziegelindustrie International, 5/87

“Gypsum scouring spray plant for cleaning the production moulds for clay roofing tiles”

[28] Goswami, G.; Mohapatra, B.; Panda, J. D.; J. Am. Ceram. Soc., 73,(3)721-23 (1990)

“Gypsum dehydration during comminution and its effect on cement properties”

[29] Gadalla, A.M.; Saylak, D.; Lindner, A.L.; J. Am. Ceram. Soc., 73,(8)2255-60 (1990)

“Comparion of strength development in waste industrial gypsum produced by the hemihydrate and dihydrate processes”

[30] Wall, D.R.; Sohn, H.Y.; J. Am. Ceram. Soc., 73,(10)2944-52 (1990)

“Removal of carbonaceous residue with wet hidrogen in greensheet processing for multilayer ceramic module:I, residue formation and intrinsic chemical kinetics”

- [31] Wall, D.R.; Sohn, H.Y.; J. Am. Ceram. Soc., 73,(10)2953-61 (1990)
“Removal of carbonaceous residue with wet hydrogen in greensheet processing for multilayer ceramic module:II, residue formation and intrinsic chemical kinetics”
- [32] Harben, Peter; Industrial Minerals, July 1991, N.º 286
“FGD and Chemical gypsum. Waste product or commercial resource?”
- [33] Hinrichs, Wilfried; Ceramic forum international, DKG 69 (1992) N.º 7/8
“Aspects of residual-material management in the ceramic industry”

Normas:

- [34] NP-315 - Gesso - Terminologia
- [35] NP-316 - Gesso Bruto - Classificação, características e recepção
- [36] NP-317 - Gessos - Colheita de amostras
- [37] NP-318 - Gesso - Determinação de água de presa
- [38] NP-319 - Gessos - Determinação de humidade
- [39] NP-320 - Gessos - Determinação do teor em água combinada
- [40] NP-321 - Gessos - Determinação do princípio de presa e do tempo de presa
- [41] NP-322 - Gessos - Determinação do teor em anidrido carbónico
- [42] NP-323 - Gessos - Determinação dos teores em resíduo insolúvel, em ferro e alumínio, em cálcio e em magnésio

[43] NP-324 - Gessos - Determinação do teor em sulfato

[44] NP-325 - Gessos - Determinação do teor em cloreto de sódio

[45] NP-326 - Gessos - Apresentação dos resultados analíticos

[46] NP-379 - Gessos - Determinação da granulometria

[47] NP-420 - Gessos - Acondicionamento e expedição

[48] NP-762 - Gessos - Determinação da capacidade de absorção de água

[49] NP-763 - Gessos - Determinação da dureza

[50] NP-764 - Gessos - Determinação da expansão

[51] NP-765 - Gesso Cerâmico - Madres. Características

[52] NP-766 - Gesso Cerâmico - Formas. Características

[53] NP-1004 - Gesso Cerâmico - Ensaio granulométrico por via húmida

[54] ASTM C 11 -89 - Standard Definitions of Terms Relating to Gypsum and Related Building Materials and Systems

[55] ASTM C 22 - 82 - Standard Specification for GYPSUM

[56] ASTM C 28 - 80 - Standard Specification for GYPSUM PLASTERS

[57] ASTM C 36 - 80 - Standard Specification for GYPSUM WALLBOARD

[58] ASTM C 37 - 81 - Standard Specification for GYPSUM LATH

[59] ASTM C 191 -82 - Time of setting of hydraulic cement by vicat needle

[60] ASTM C 219 - 89 - Standard Terminology Relating to Hidraulic Cement

[61] ASTM C 471 -79 - Physical testing of gypsum plasters and gypsum concrete

Anexos

Análise Química



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Química dos Materiais

BOLETIM Nº 1.2.0215 /98
Refª amostra 98.09.0238 / GE

Cliente Eng.ª Maria Carlos Figueiredo Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 25 / 02 / 98
Material Gesso
Refª cliente 0% Moldes recuperados Data execução 03/03 a 23/07/98

ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA

CTCV-PE 1.1.016

Determinação	Norma / Método	%
Humidade (50°C)	NP - 319	1.13
Água Combinada (230°C)	NP - 320	5.55
Resíduo Insolúvel	NP - 323	0.60
Fe ₂ O ₃	(a)	0.04
Al ₂ O ₃	(a)	n.d.
CaO	(a)	37.45
MgO	(a)	1.23
Sulfato (SO ₃)	NP -324	52.57
NaCl	NP - 325	0.08
Carbonatos (CO ₂)	(c)	n.d.

Observações :

Amostragem : Amostra da responsabilidade do cliente

Preparação : S/ preparação

Método Analítico : Baseado na norma NP 319, 320, 323, 324 e 325

(a) - Determinado por absorção atómica

(c) - Calculado por diferença

n.d. - Não determinado

Coimbra, 28 de Julho de 1998

Responsável
Gracia Formosinho
Laboratório de Química dos Materiais
Gracia Formosinho

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Química dos Materiais

BOLETIM N.º 1.2.0216 /98
Refª amostra 98.09.0239 / GE

Cliente Eng.ª Maria Carlos Figueiredo Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 25 / 02 / 98
Material Gesso
Refª cliente 5% Moldes recuperados Data execução 03/03 a 23/07/98

ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA

CTCV-PE 1.1.016

Determinação	Norma / Método	%
Humidade (50°C)	NP - 319	1.35
Água Combinada (230°C)	NP - 320	5.52
Resíduo Insolúvel	NP - 323	0.89
Fe ₂ O ₃	(a)	0.03
Al ₂ O ₃	(a)	n.d.
CaO	(a)	37.31
MgO	(a)	1.23
Sulfato (SO ₃)	NP -324	52.81
NaCl	NP - 325	0.09
Carbonatos (CO ₂)	(c)	n.d.

Observações :

Amostragem : Amostra da responsabilidade do cliente

Preparação : S/ preparação

Método Analítico : Baseado na norma NP 319, 320, 323, 324 e 325

(a) - Determinado por absorção atómica

(c) - Calculado por diferença

n.d. - Não determinado

Coimbra, 28 de Julho de 1998

Responsável

Graça Fôrmosinho



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Química dos Materiais

BOLETIM Nº 1.2.0217 /98
Refª amostra 98.09.0240 / GE

Cliente Eng.ª Maria Carlos Figueiredo Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 25 / 02 / 98
Material Gesso
Refª cliente 10% Moldes recuperados Data execução: 03/03 a 23/07/98

ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA

CTCV-PE 1.1.016

Determinação	Norma / Método	%
Humidade (50°C)	NP - 319	1.12
Água Combinada (230°C)	NP - 320	5.60
Resíduo Insolúvel	NP - 323	0.90
Fe ₂ O ₃	(a)	0.03
Al ₂ O ₃	(a)	n.d.
CaO	(a)	37.36
MgO	(a)	1.21
Sulfato (SO ₃)	NP -324	53.04
NaCl	NP - 325	0.10
Carbonatos (CO ₂)	(c)	n.d.

Observações :

- Amostragem :** Amostra da responsabilidade do cliente
- Preparação :** S/ preparação
- Método Analítico :** Baseado na norma NP 319, 320, 323, 324 e 325
 - (a) - Determinado por absorção atómica
 - (c) - Calculado por diferença
 - n.d. - Não determinado

Coimbra, 28 de Julho de 1998

Responsável
Grça Formosinho
LGM
Grça Formosinho

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exatidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Química dos Materiais

BOLETIM Nº 1.2.0218 /98
Refª amostra 98.09.0241 / GE

Cliente Eng.ª Maria Carlos Figueiredo Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 25 / 02 / 98
Material Gesso
Refª cliente 15% Moldes recuperados Data execução: 03/03 a 23/07/98

ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA

CTCV-PE 1.1.016

Determinação	Norma / Método	%
Humidade (50°C)	NP - 319	1.16
Água Combinada (230°C)	NP - 320	5.59
Resíduo Insolúvel	NP - 323	0.86
Fe ₂ O ₃	(a)	0.04
Al ₂ O ₃	(a)	n.d.
CaO	(a)	37.92
MgO	(a)	1.29
Sulfato (SO ₃)	NP -324	52.94
NaCl	NP - 325	0.09
Carbonatos (CO ₂)	(c)	n.d.

Observações :

Amostragem : Amostra da responsabilidade do cliente

Preparação : S/ preparação

Método Analítico : Baseado na norma NP 319, 320, 323, 324 e 325

(a) - Determinado por absorção atómica

(c) - Calculado por diferença

n.d. - Não determinado

Coimbra, 28 de Julho de 1998

CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
Responsável
Gracia Formosinho
LQCM



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Química dos Materiais

BOLETIM Nº 1.2.0219 /98
Refª amostra 98.09.0242 / GE

Cliente Eng.ª Maria Carlos Figueiredo Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 25 / 02 / 98
Material Gesso
Refª cliente 20% Moldes recuperados Data execução 03/03 a 23/07/98

ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA

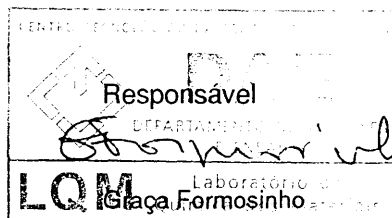
CTCV-PE 1.1.016

Determinação	Norma / Método	%
Humidade (50°C)	NP - 319	1.05
Água Combinada (230°C)	NP - 320	5.51
Resíduo Insolúvel	NP - 323	1.31
Fe ₂ O ₃	(a)	0.04
Al ₂ O ₃	(a)	n.d.
CaO	(a)	37.91
MgO	(a)	1.29
Sulfato (SO ₃)	NP -324	52.76
NaCl	NP - 325	0.12
Carbonatos (CO ₂)	(c)	n.d.

Observações :

- Amostragem :** Amostra da responsabilidade do cliente
- Preparação :** S/ preparação
- Método Analítico :** Baseado na norma NP 319, 320, 323, 324 e 325
 - (a) - Determinado por absorção atómica
 - (c) - Calculado por diferença
 - n.d. - Não determinado

Coimbra, 28 de Julho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Análise Mineralógica



Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Análises de Estrutura e Microestrutura

BOLETIM Nº 3.1.4.0079/98-2
Refª amostra 98 10 0247/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	LQM	Data entrada	02-03-1998
Material	Gesso		
Refª cliente	0% MP	Data execução	27-07-1998

Análise Mineralógica Qualitativa
DIFRACÇÃO RAIOS X
C.T.C.V. - P.E. 1.3.001

PLASTER de PARIS	****
ANIDRITE	***
DOLOMITE	*
MAGNESITE	*

**** Intensidade e/ou Cristalinidade elevada
* Vestigial

Em anexo segue espectro respectivo com o Nº : 0079/98-2

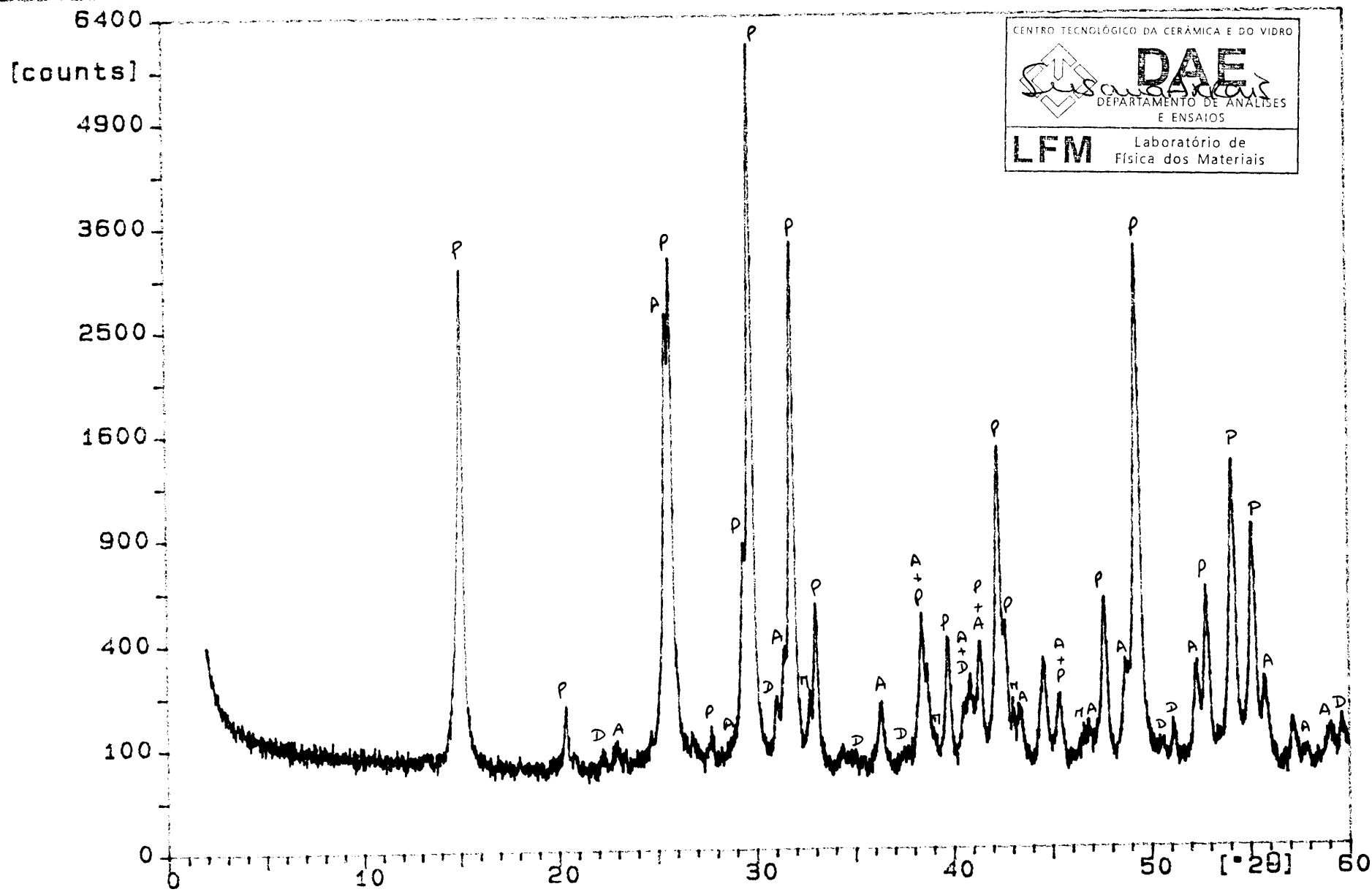
- Amostragem : Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra : Moagem e peneiração a 200 mesh ASTM (75µm)
Secagem 45 a 50°C

COIMBRA, 28 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório
Susana Aires
Regina Santos

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

0% MP





Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Análises de Estrutura e Microestrutura

BOLETIM Nº 3.1.4.0084/98
Refª amostra 98 10 0249/GE

Cliente Engª Maria Carlos

Processo nº 99953

Endereço LQM

Data entrada 02-03-1998

Material Gesso

Refª cliente 5% MP

Data execução 24-07-1998

Análise Mineralógica Qualitativa

DIFRAÇÃO RAIOS X

C.T.C.V. - P.E. 1.3.001

PLASTER de PARIS	****
ANIDRITE	***
DOLOMITE	*
MAGNESITE	*

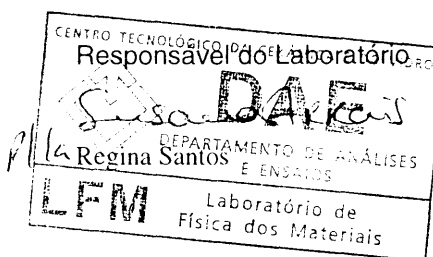
**** Intensidade e/ou Cristalinidade elevada

* Vestigial

Em anexo segue espectro respectivo com o Nº : 0084/98

- **Amostragem :** Realizada pelo cliente
- **Preparação da amostra :** Moagem e peneiração a 200 mesh ASTM (75µm)
Secagem 45 a 50°C

COIMBRA, 28 de Junho de 1998

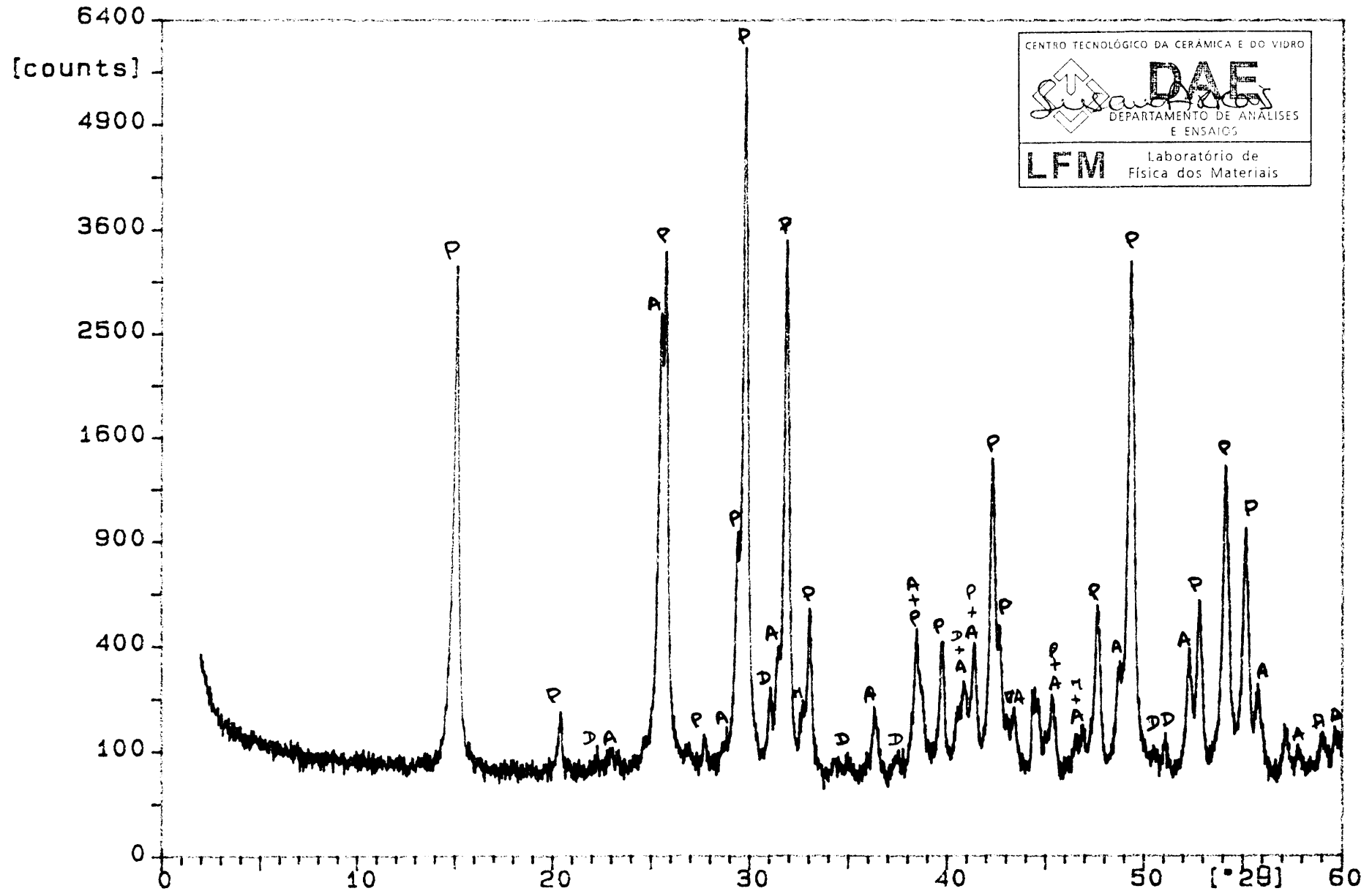


Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Coimbra Vago Simão, Apartado 888, 3000 Coimbra PORTUGAL. Tel. (351 39) 25417 - Fax (351 39) 35010

Sample identification: 5% MP

24-Jul-1998 15:24



Q08498.RD



Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Análises de Estrutura e Microestrutura

BOLETIM Nº 3.14.0083/98
Refª amostra 98 10 0250/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	LQM	Data entrada	02-03-1998
Material	Gesso		
Refª cliente	10% MP	Data execução	23-07-1998

Análise Mineralógica Qualitativa
DIFRACÇÃO RAIOS X
 C.T.C.V. - P.E. 1.3.001

PLASTER de PARIS	****
ANIDRITE	***
DOLOMITE	*
MAGNESITE	*

**** Intensidade e/ou Cristalinidade elevada
 * Vestigial

Em anexo segue espectro respectivo com o Nº : 0083/98

- Amostragem : Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra : Moagem e peneiração a 200 mesh ASTM (75µm)
Secagem 45 a 50°C

COIMBRA, 28 de Junho de 1998

CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
 Responsável do Laboratório

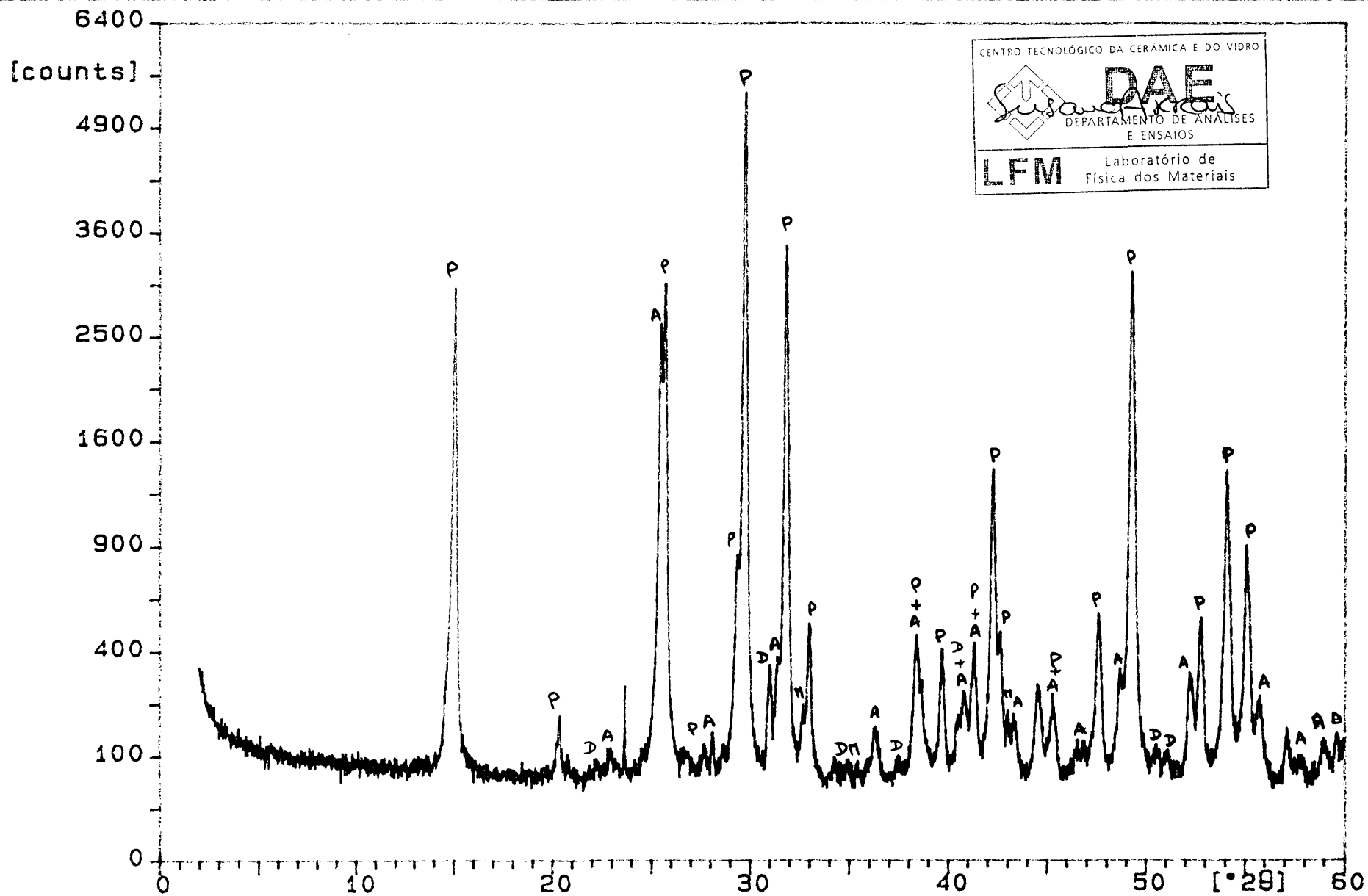
 Regina Santos
 Laboratório de Física dos Materiais

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Coronel Augusto Soares - Apartado 852 - 3000 COIMBRA - PORTUGAL - Tel (351 39) 4901200 - Fax (351 39) 4901204 - 35010

10% MP

24-Jul-1998 8:54



008398.RD



Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Análises de Estrutura e Microestrutura

BOLETIM Nº 3.14.0082/98
Refª amostra 98 10 0251/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	LQM	Data entrada	02-03-1998
Material	Gesso		
Refª cliente	15% MP	Data execução	23-07-1998

Análise Mineralógica Qualitativa
DIFRACÇÃO RAIOS X
C.T.C.V. - P.E. 1.3.001

PLASTER de PARIS	****
ANIDRITE	***
DOLOMITE	*
MAGNESITE	*

**** Intensidade e/ou Cristalinidade elevada
* Vestigial

Em anexo segue espectro respectivo com o Nº : 0082/98

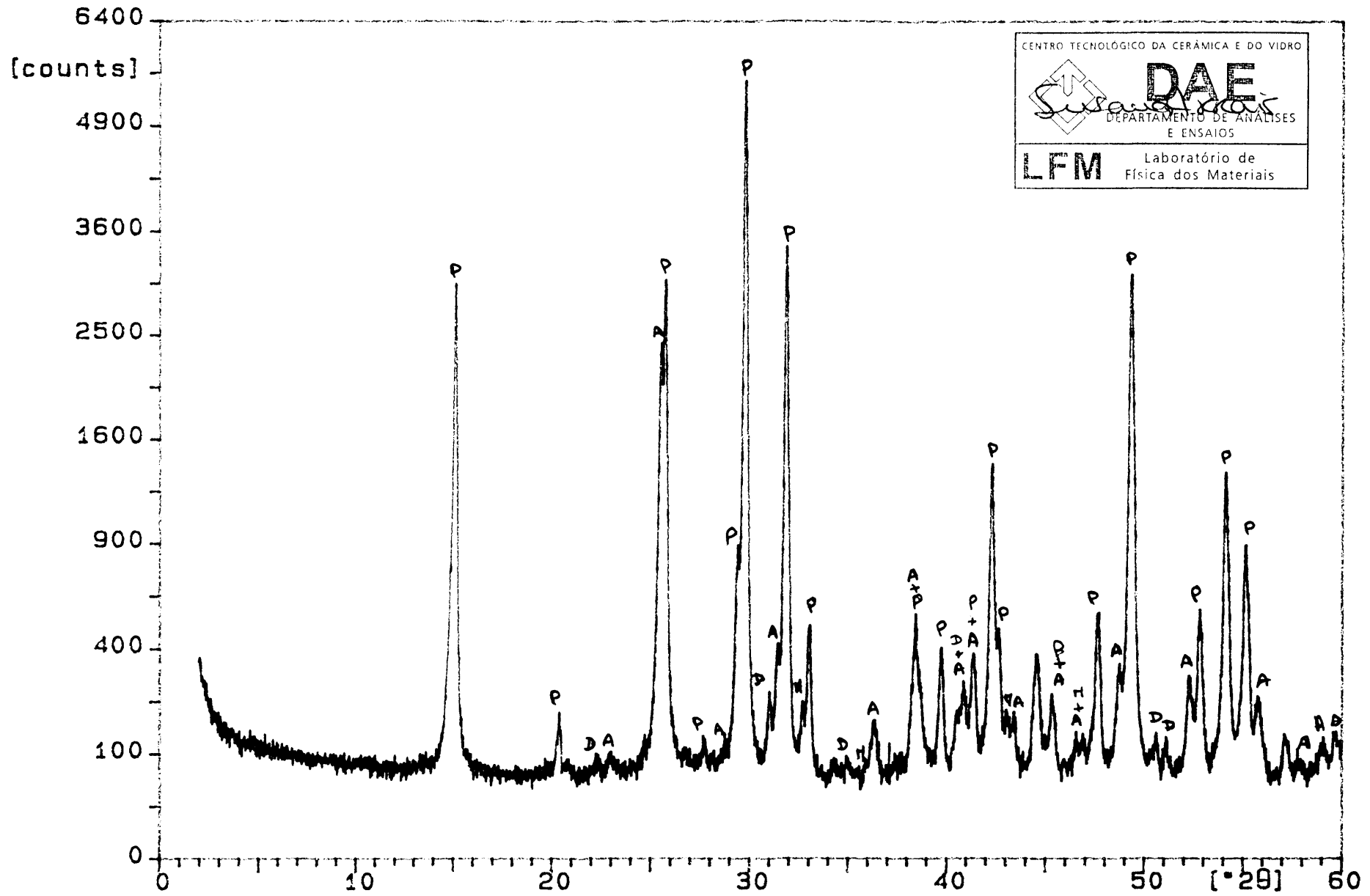
- **Amostragem :** Realizada pelo cliente
- **Preparação da amostra :** Moagem e peneiração a 200 mesh ASTM (75µm)
Secagem 45 a 50°C

COIMBRA, 28 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Coronel Vespúcio Soares - Av. António Sérgio - 3000 COIMBRA - PORTUGAL Tel: (351 39) 25417 - Fax: (351 39) 35010





Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Análises de Estrutura e Microestrutura

BOLETIM Nº 3.1.4.0081/98
Refª amostra 98 10 0252/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	LQM	Data entrada	02-03-1998
Material	Gesso		
Refª cliente	20% MP	Data execução	23-07-1998

Análise Mineralógica Qualitativa
DIFRACÇÃO RAIOS X
C.T.C.V. - P.E. 1.3.001

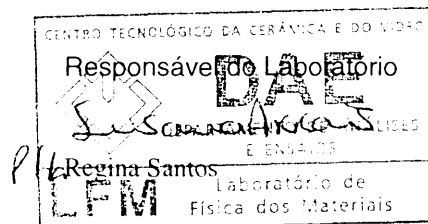
PLASTER de PARIS	****
ANIDRITE	***
DOLOMITE	*
MAGNESITE	*

**** Intensidade e/ou Cristalinidade elevada
* Vestigial

Em anexo segue espectro respectivo com o Nº : 0081/98

- **Amostragem :** Realizada pelo cliente
- **Preparação da amostra :** Moagem e peneiração a 200 mesh ASTM (75µm)
Secagem 45 a 50°C

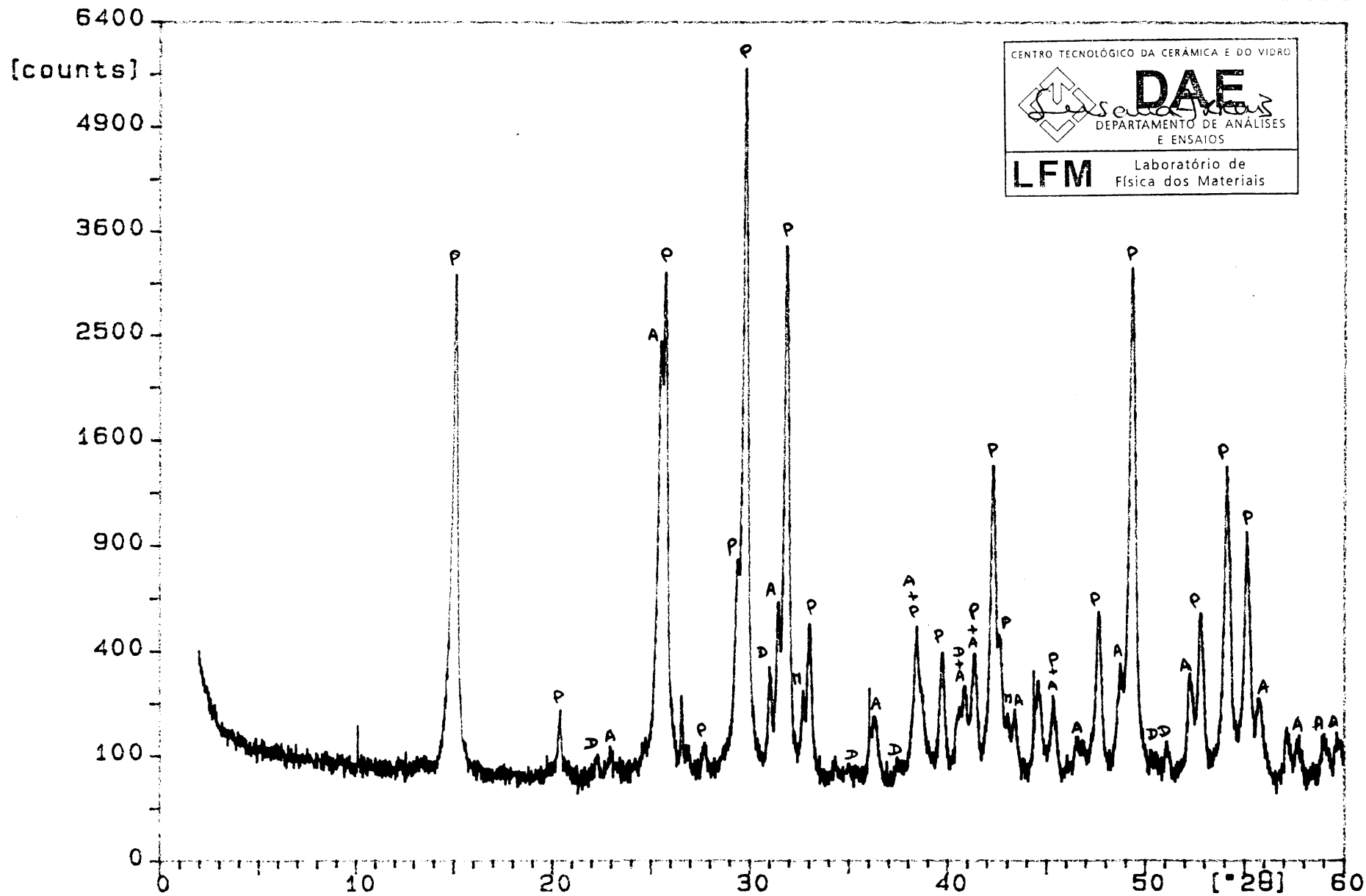
COIMBRA, 28 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

20% MP

23-Jul-1998 16:22



008198_RD

Análise Granulométrica



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0089/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

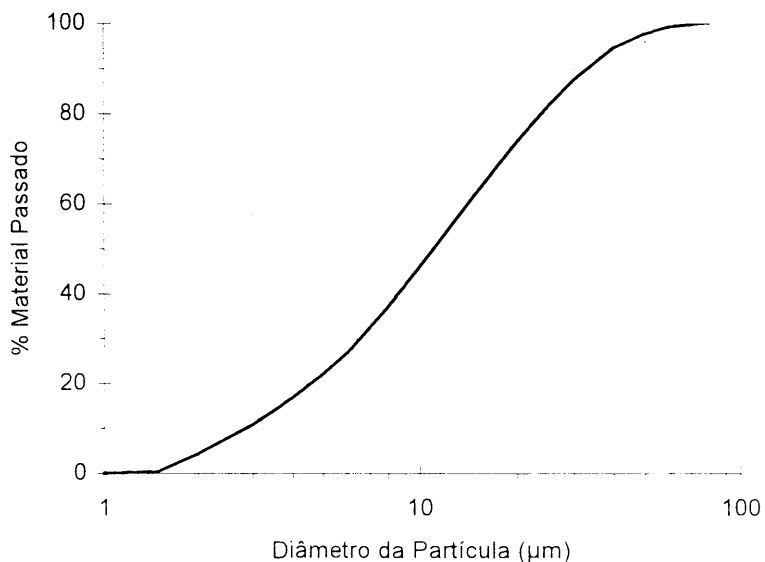
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	0% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-30

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

PRINCÍPIO DO MÉTODO - Sedimentação por absorção de Raios X

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.008 - Baseado na Norma BS 3406 : Parte 2

- < 80 µm - 100,2%
- < 63 µm - 99,1%
- < 50 µm - 97,6%
- < 40 µm - 94,4%
- < 30 µm - 87,3%
- < 25 µm - 81,4%
- < 20 µm - 73,6%
- < 10 µm - 45,8%
- < 8 µm - 36,9%
- < 5 µm - 21,9%
- < 2 µm - 4,3%
- < 1 µm - 0,0%



d 50 - 11,09 µm

(Diâmetro correspondente a uma percentagem mássica cumulativa de 50 % de material passado)

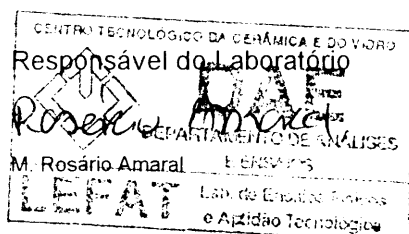
D. Modal - 13,02 µm

(Diâmetro Modal, que corresponde ao diâmetro mais frequente na distribuição)

Observações

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0097/98
Refª amostra 1998.09.0239/GE

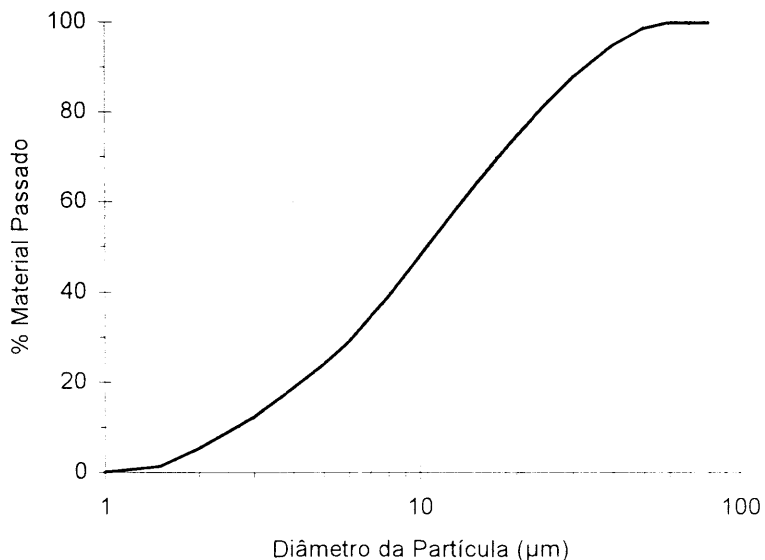
Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 5% de moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-30

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

PRINCÍPIO DO MÉTODO - Sedimentação por absorção de Raios X
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.008 - Baseado na Norma BS 3406 : Parte 2

- < 80 µm - 99,7%
- < 63 µm - 99,7%
- < 50 µm - 98,4%
- < 40 µm - 94,6%
- < 30 µm - 87,3%
- < 25 µm - 81,8%
- < 20 µm - 74,2%
- < 10 µm - 47,8%
- < 8 µm - 38,8%
- < 5 µm - 23,8%
- < 2 µm - 5,3%
- < 1 µm - 0,0%



d 50 - 10,58 µm

(Diâmetro correspondente a uma percentagem mássica cumulativa de 50 % de material passado)

D. Modal - 9,15 µm

(Diâmetro Modal, que corresponde ao diâmetro mais frequente na distribuição)

Observações

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

 M. Rosário Amaral
 LEPAT - Lab. de Ensaio Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0105/98
Refª amostra 1998.09.0240/GE

Cliente Engª Maria Carlos

Processo nº 99953

Endereço CTCV

Data entrada 1998-02-10

Material Gesso

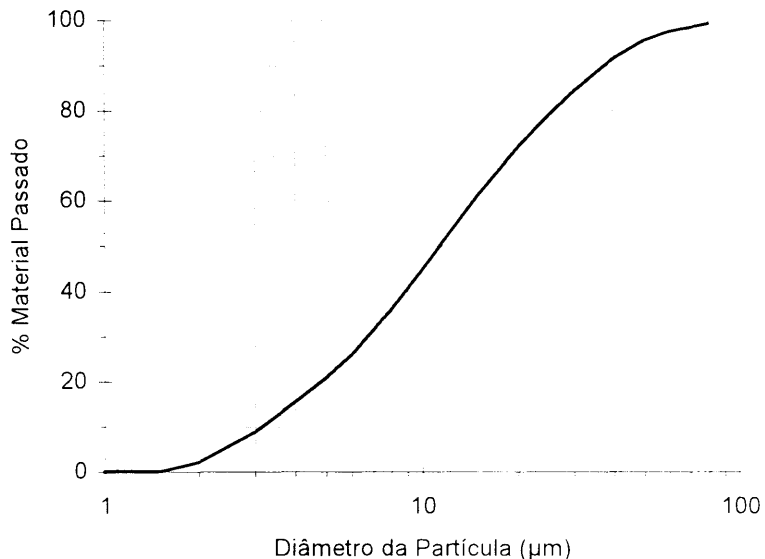
Refª cliente 10% de moldes recuperados

Data execução 1998-03-30

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

PRINCÍPIO DO MÉTODO - Sedimentação por absorção de Raios X
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.008 - Baseado na Norma BS 3406 : Parte 2

- < 80 µm - 99,1%
- < 63 µm - 97,4%
- < 50 µm - 95,4%
- < 40 µm - 91,5%
- < 30 µm - 84,1%
- < 25 µm - 78,9%
- < 20 µm - 71,7%
- < 10 µm - 44,8%
- < 8 µm - 35,8%
- < 5 µm - 20,8%
- < 2 µm - 2,1%
- < 1 µm - 0,0%



d 50 - 11,35 µm

(Diâmetro correspondente a uma percentagem mássica cumulativa de 50 % de material passado)

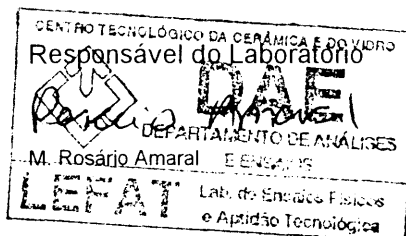
D. Modal - 9,56 µm

(Diâmetro Modal, que corresponde ao diâmetro mais frequente na distribuição)

Observações

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA , 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

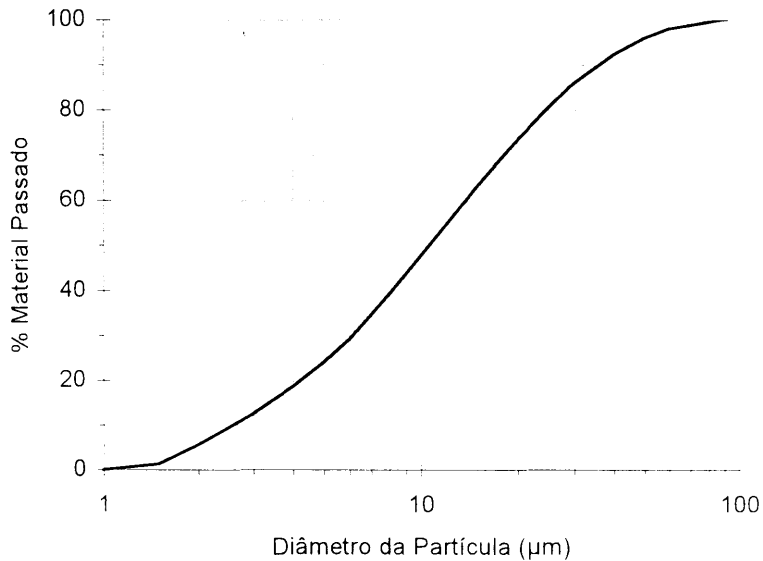
BOLETIM Nº 3.1.4.0113/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	15% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-30

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

PRINCÍPIO DO MÉTODO - Sedimentação por absorção de Raios X
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.008 - Baseado na Norma BS 3406 : Parte 2

- < 80 µm - 99,5%
- < 63 µm - 98,0%
- < 50 µm - 95,9%
- < 40 µm - 92,2%
- < 30 µm - 85,7%
- < 25 µm - 80,5%
- < 20 µm - 73,2%
- < 10 µm - 47,7%
- < 8 µm - 39,1%
- < 5 µm - 23,9%
- < 2 µm - 5,6%
- < 1 µm - 0,0%



d 50 - 10,61 µm
(Diâmetro correspondente a uma percentagem
mássica cumulativa de 50 % de material passado)

D. Modal - 8,97 µm
(Diâmetro Modal, que corresponde ao diâmetro
mais frequente na distribuição)

Observações

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
Responsável do Laboratório
M. Rosário Amaral
M. Rosário Amaral
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES
FÍSICAS
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção da responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



LABORATÓRIO
ACREDITADO
CERTIFICADO N.º 292.109
EMITIDO PELO
INSTITUTO PORTUGUÊS
DA QUALIDADE



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

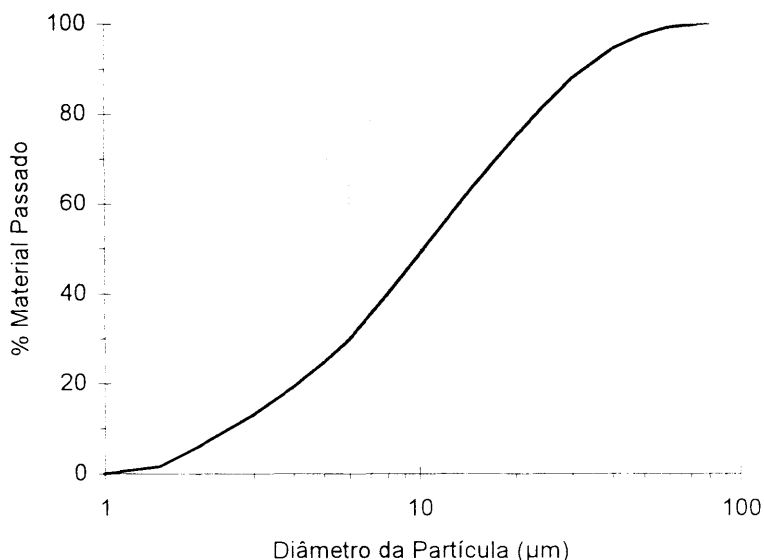
BOLETIM Nº 3.1.4.0121/98
Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	20% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-30

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

PRINCÍPIO DO MÉTODO - Sedimentação por absorção de Raios X
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.008 - Baseado na Norma BS 3406 : Parte 2

- < 80 µm - 100,1%
- < 63 µm - 99,2%
- < 50 µm - 97,4%
- < 40 µm - 94,3%
- < 30 µm - 87,7%
- < 25 µm - 82,1%
- < 20 µm - 74,7%
- < 10 µm - 48,6%
- < 8 µm - 39,8%
- < 5 µm - 24,5%
- < 2 µm - 6,0%
- < 1 µm - 0,0%



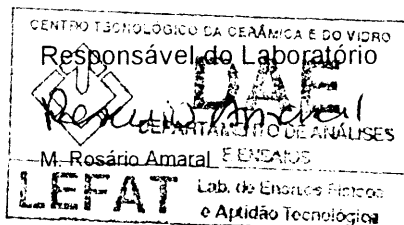
d 50 - 10,36 µm
(Diâmetro correspondente a uma percentagem
mássica cumulativa de 50 % de material passado)

D. Modal - 9,14 µm
(Diâmetro Modal, que corresponde ao diâmetro
mais frequente na distribuição)

Observações

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção da responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Densidade real



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0088/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	0% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-18

DENSIDADE REAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.026

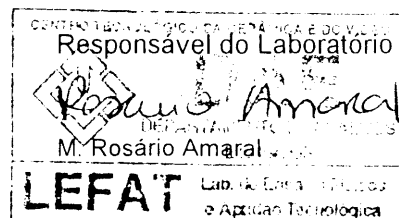
RESULTADO FINAL:

Densidade Real
2,6450 ± 0,0013 g/cm³

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação
- Método analítico: Picnometria de Hélio

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0096/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	5% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-18

DENSIDADE REAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.026

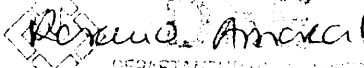
RESULTADO FINAL:

Densidade Real
2,6550 ± 0,0012 g/cm³

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação
- Método analítico: Picnometria de Hélio

COIMBRA, 8 de junho de 1998

Responsável do Laboratório

 M. Rosário Amaral
LEFAT Lab. de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção da responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0104/98
Refª amostra 1998.09.0240/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	10% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-18

DENSIDADE REAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.026

RESULTADO FINAL:

Densidade Real
2,6514 ± 0,0039 g/cm³

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação
- Método analítico: Picnometria de Hélio

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

M. Rosário Amaral

M. Rosário Amaral

LABORATÓRIO DE ENSAIOS FÍSICOS E APTIDÃO TECNOLÓGICA

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0112/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	15% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-18

DENSIDADE REAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.026

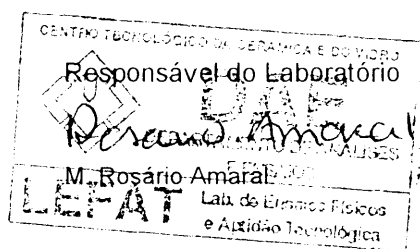
RESULTADO FINAL:

Densidade Real
2,6588 ± 0,0007 g/cm³

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação
- Método analítico: Picnometria de Hélio

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

CTCV



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0120/98
Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	20% de moldes recuperados	Data execução	1998-03-19

DENSIDADE REAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.026

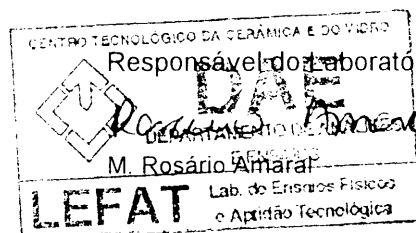
RESULTADO FINAL:

Densidade Real
$2,6455 \pm 0,0011 \text{ g/cm}^3$

Observações:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| - Amostragem: | Realizada pelo cliente |
| - Preparação da amostra: | sem preparação |
| - Método analítico: | Picnometria de Hélio |

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Análise termogravimétrica – ATG



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0083/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 0% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-12

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.029

Análise Termogravimétrica (ATG)

Gama de Temperatura (°C)	Perda de Peso (%)
32-61	1,10%
113-155	6,00%
516-563	1,30%
629-710	1,40%
PERDA TOTAL DE PESO : 9,8 %	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 24 de Junho de 1998

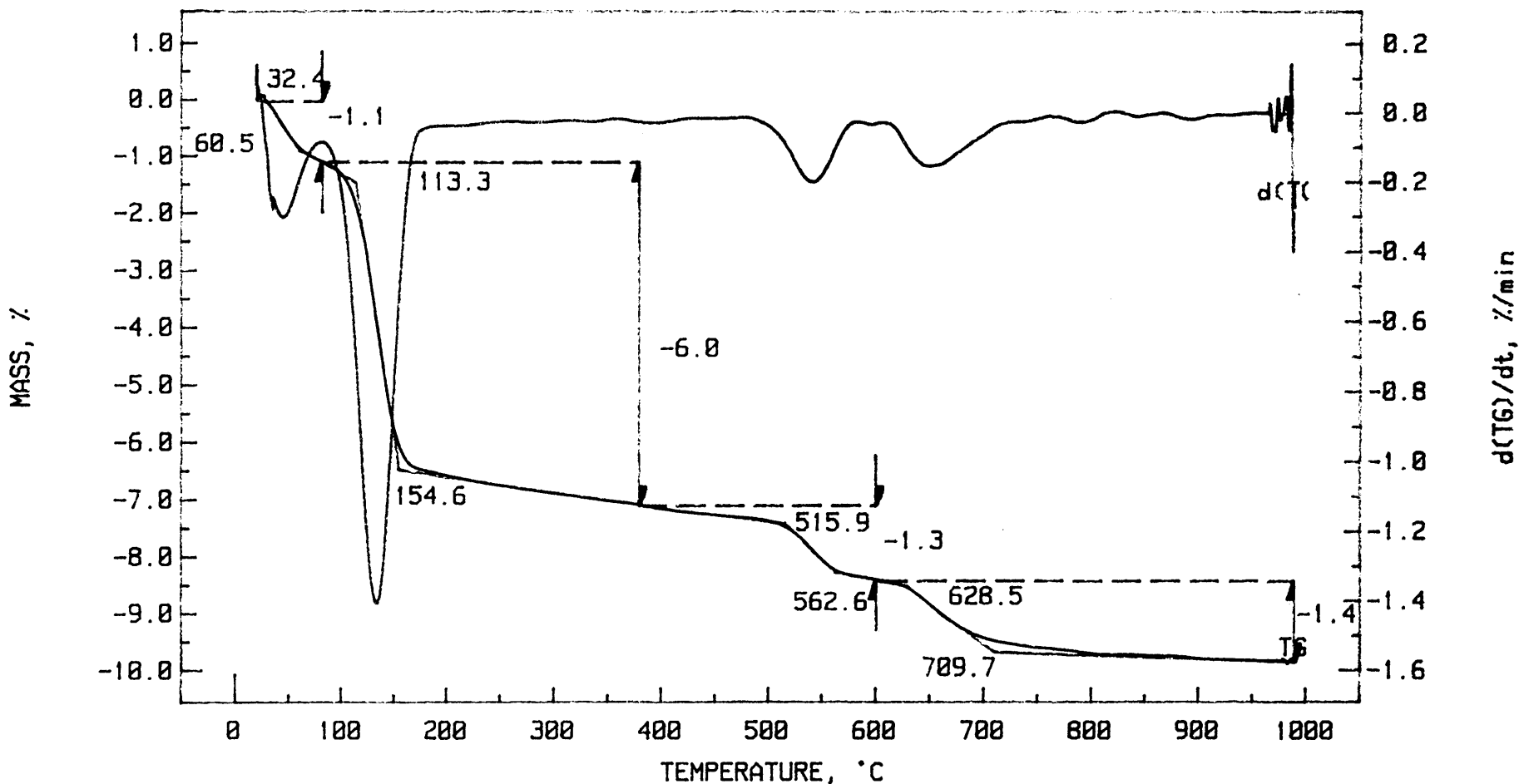
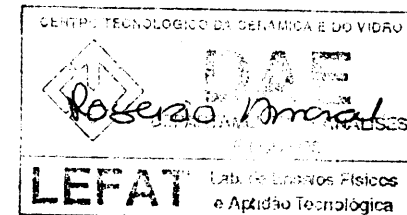
Responsável do Laboratório:

 M. Rosário Amaral
 Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

DATE : 12 Mar 1998
 TIME : 14:03:20
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M44
 SAMPLE : 0% Moldeas Rec.
 REFERENCE : Neo
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/990
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 10
 INSTRUMENT : NETZSCH TG 209

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	0.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
MASS	32	000001
d(TG)/dt	---	X





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0091/98
Refª amostra 1998.09.0239/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 5% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-16

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.029

Análise Termogravimétrica (ATG)

Gama de Temperatura (°C)	Perda de Peso (%)
34-58	1,10%
115-151	5,80%
519-559	1,30%
626-692	1,50%
PERDA TOTAL DE PESO : 9,7 %	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 24 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

Rosário Amaral

LABORATÓRIO DE ANÁLISES

M. Rosário Amaral

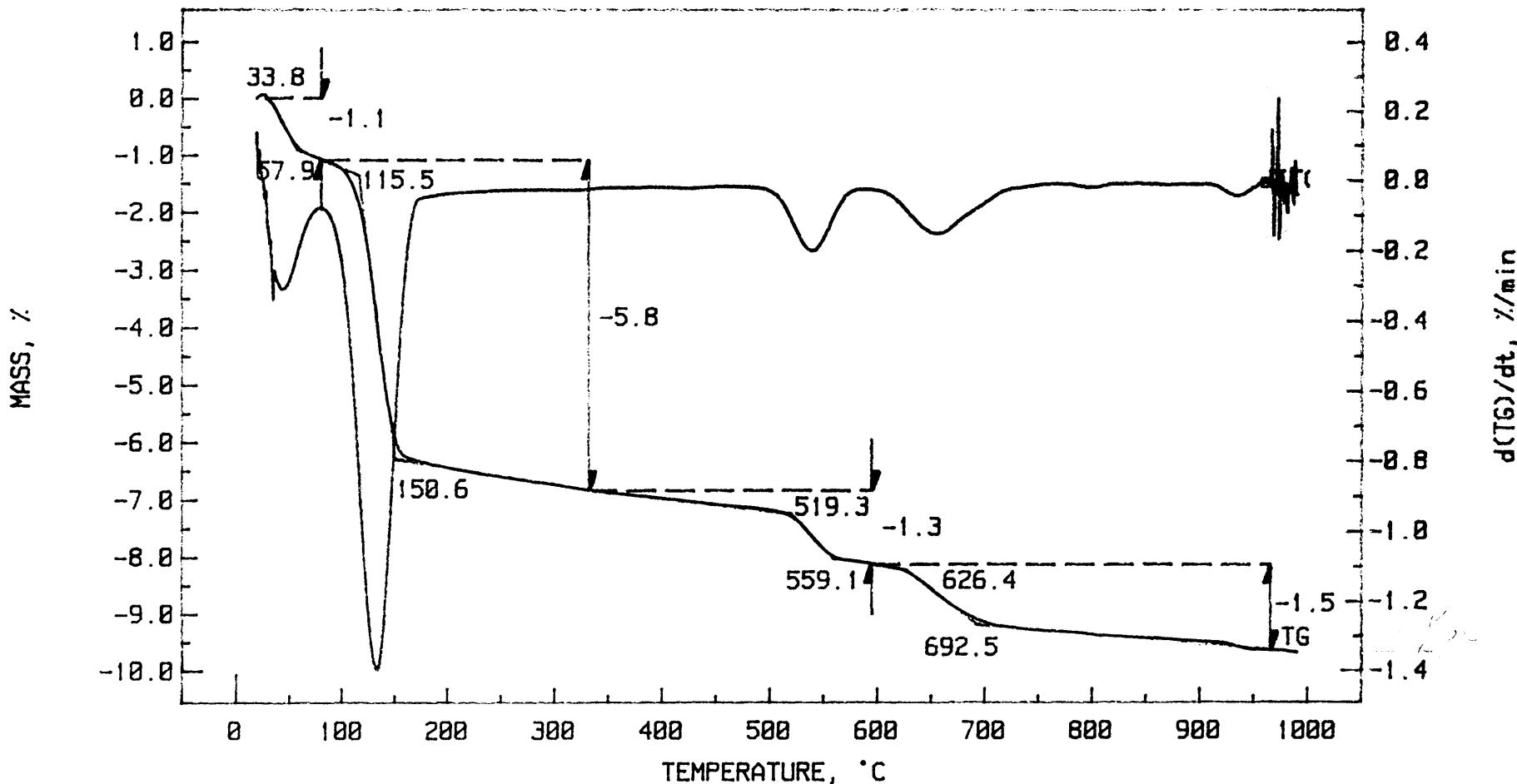
LABORATÓRIO DE ENSAIOS FÍSICOS E APTIDÃO TECNOLÓGICA

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



DATE : 16 Mar 1998
 TIME : 13:38:41
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M45
 SAMPLE : 5% Moldea Rec.
 REFERENCE : Nao
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/990
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 10
 INSTRUMENT : NETZSCH TG 209

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	0.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
MASS	32	000001
d(TG)/dt	---	X





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0099/98
Refª amostra 1998.09.0240/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 10% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-19

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.029

Análise Termogravimétrica (ATG)

Gama de Temperatura (°C)	Perda de Peso (%)
34-58	0,90%
114-150	5,70%
518-557	1,00%
627-690	1,30%
928-954	0,20%
PERDA TOTAL DE PESO : 9,1 %	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 24 de Junho de 1998

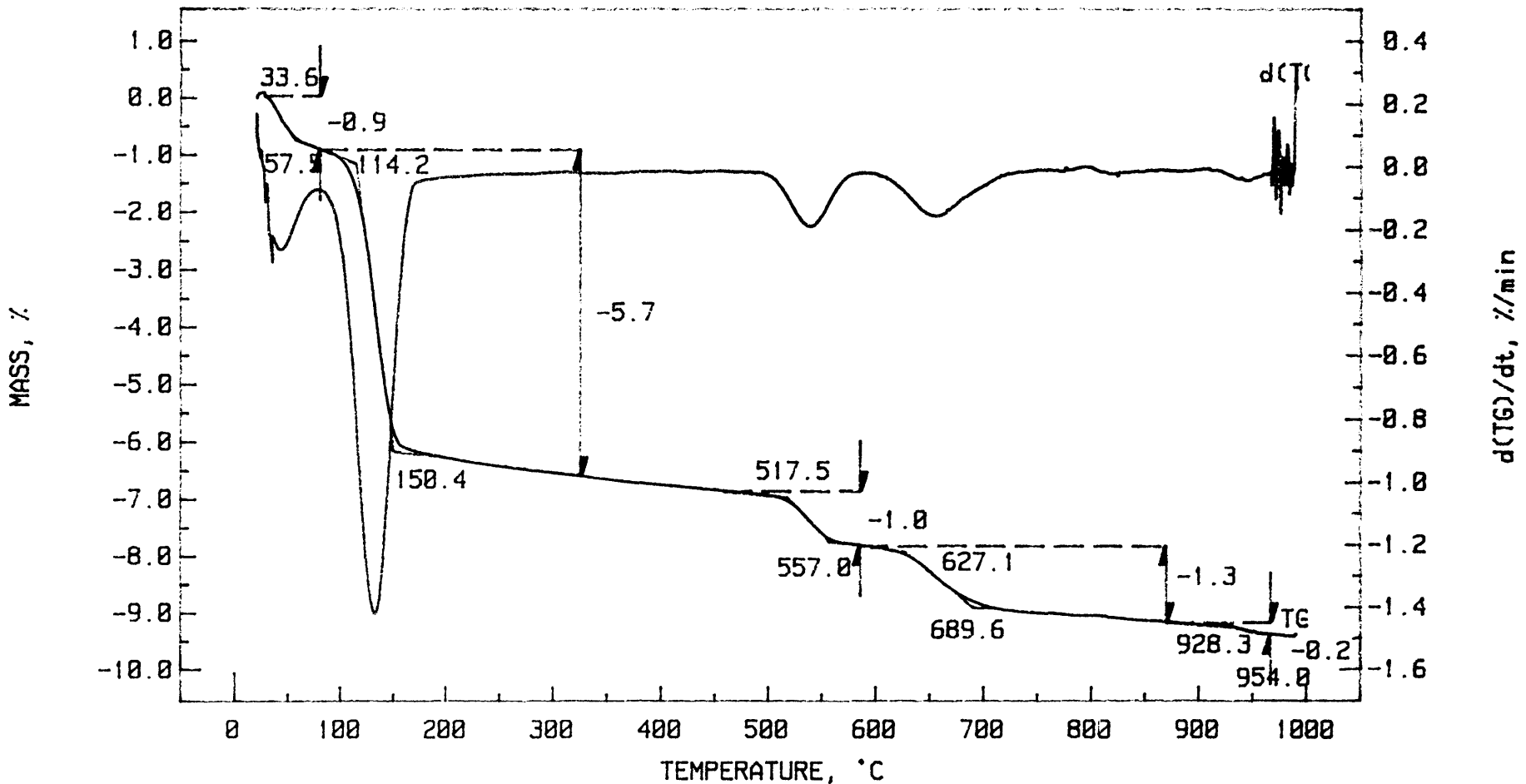
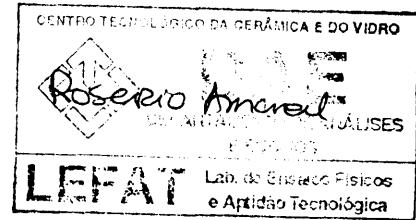
Responsável do Laboratório

 DEPARTAMENTO DE ANÁLISES
 E ENSAIOS
 M. Rosário Amaral
 Lab. de Ensaios Físicos
 e Aptidão Tecnológica
LEFAT

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

DATE : 19 Mar 1998
 TIME : 14:30:35
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M46
 SAMPLE : 10% Moldes Rec
 REFERENCE : Nao
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/990
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 10
 INSTRUMENT : NETZSCH TG 209

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	0.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
MASS	32	000001
d(TG)/dt	---	X





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0107/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 15% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-20

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.029

Análise Termogravimétrica (ATG)

Gama de Temperatura (°C)	Perda de Peso (%)
33-57	0,90%
113-150	6,00%
515-556	1,00%
624-699	1,50%
-	0,20%
PERDA TOTAL DE PESO : 9,6 %	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 24 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

 DEPARTAMENTO DE ANÁLISES
 M. Rosário Amaral
LEFAT Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

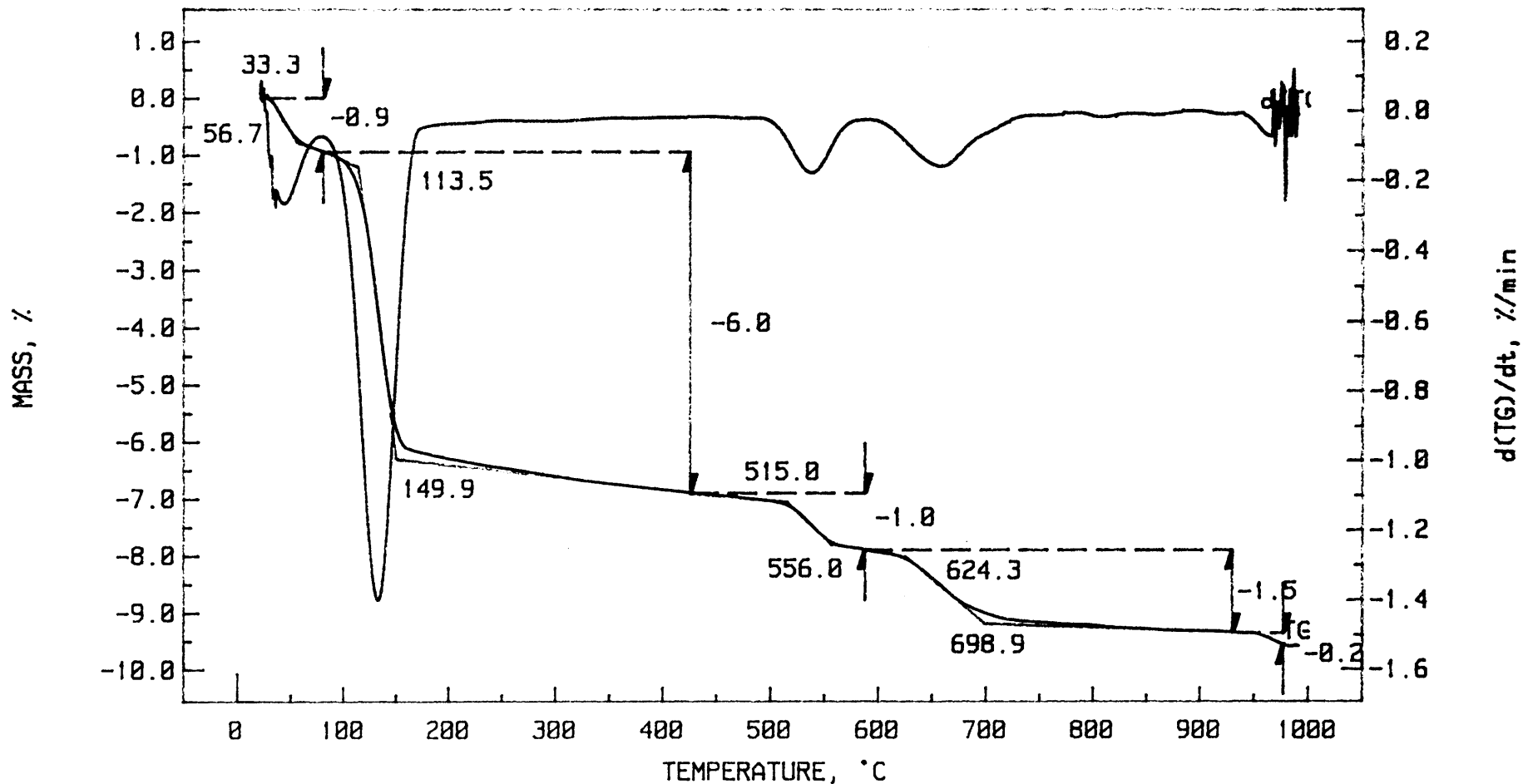
Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma íntegra. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



DATE : 28 Mar 1998
 TIME : 14:22:58
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M47
 SAMPLE : 15% Moldes Rec
 REFERENCE : Nao
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/990
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 10
 INSTRUMENT : NETZSCH TG 209

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	0.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
MASS	32	000001
d(TG)/dt	---	X

Peseiro Amarel
 LEFAT
 Laboratório de Física e Aplicações Tecnológicas





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0115/98
Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 20% moldes recuperados

Processo n° 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-23

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.029

Análise Termogravimétrica (ATG)

Gama de Temperatura (°C)	Perda de Peso (%)
34-56	0,90%
116-151	6,10%
513-555	1,10%
625-700	1,40%
PERDA TOTAL DE PESO : 9,5 %	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 24 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

Rosário Amaral

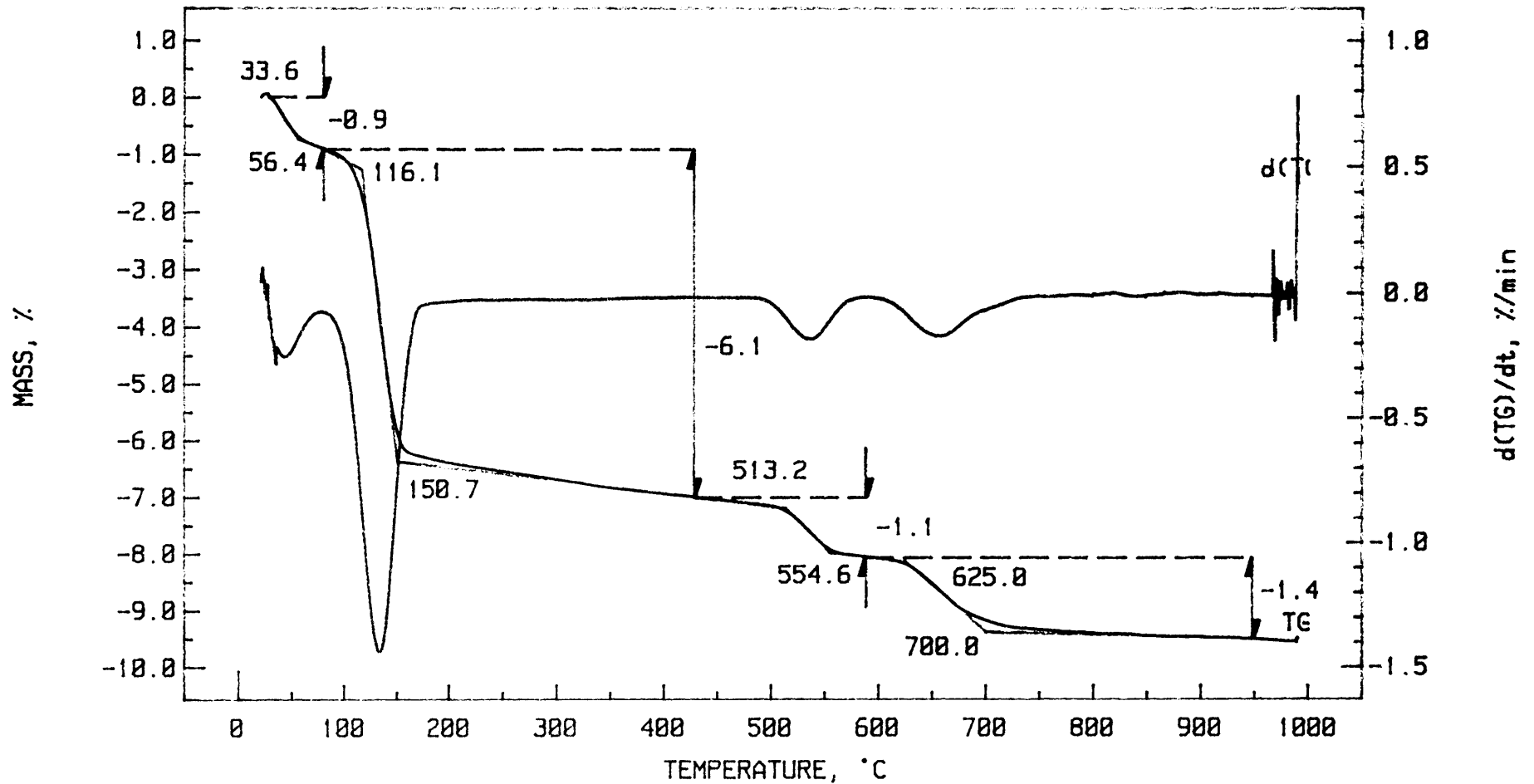
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES
FÍSICAS

M. Rosário Amaral
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

DATE : 23 Mar 1998
 TIME : 13:50:44
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M48
 SAMPLE : 20% Moldes Rec
 REFERENCE : Nao
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/990
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 10
 INSTRUMENT : NETZSCH TG 209

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	0.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
MASS	32	000001
d(TG)/dt	---	X



Análise térmica diferencial – ATD



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0082/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 0% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-13

ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.066

Análise Térmica Diferencial (ATD)

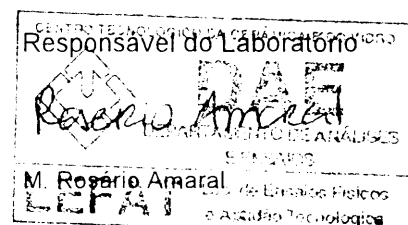
Temperatura (°C)		Tipo de Reacção
Início de reacção	Ponto de inflexão	
-	40	ENDOTÉRMICA
106	130	ENDOTÉRMICA
519	531	ENDOTÉRMICA
616	641	ENDOTÉRMICA

Observações:

- Amostragem:
- Preparação da amostra:

Realizada pelo Cliente
sem preparação

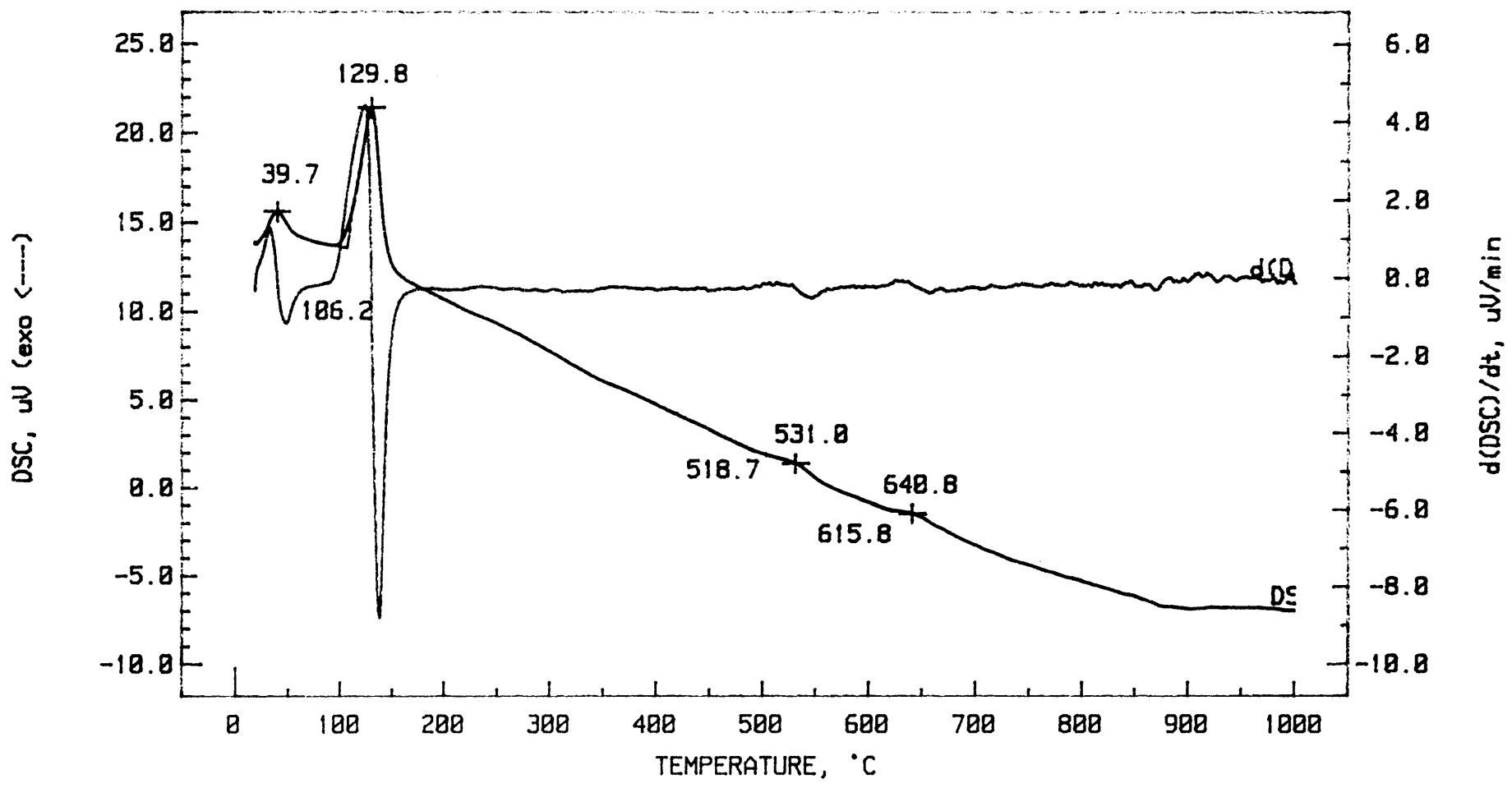
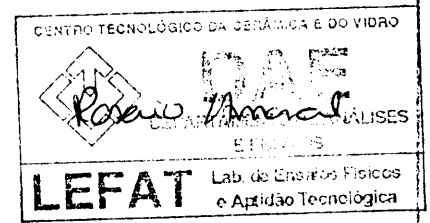
COIMBRA, 22 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

DATE : 13 Mar 1998
 TIME : 18:30:47
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M36
 SAMPLE : 8% Moldeas Rec.
 REFERENCE : Caul. Calcinado
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/1000
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 0
 INSTRUMENT : NETZSCH DSC 404

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	10.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	X	
DSC		000001
d(DSC)/dt	X	





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0090/98
Refª amostra 1998.09.0239/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 5% moldes recuperados

Processo n° 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução 1998-03-19

ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.066

Análise Térmica Diferencial (ATD)

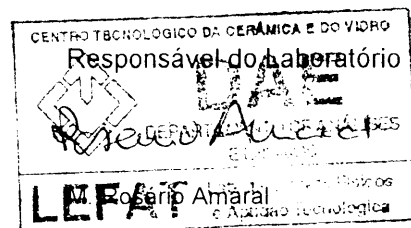
Temperatura (°C)		Tipo de Reacção
Início de reacção	Ponto de inflexão	
-	40	ENDOTÉRMICA
105	129	ENDOTÉRMICA
508	529	ENDOTÉRMICA
623	645	ENDOTÉRMICA

Observações:

- Amostragem:
- Preparação da amostra:

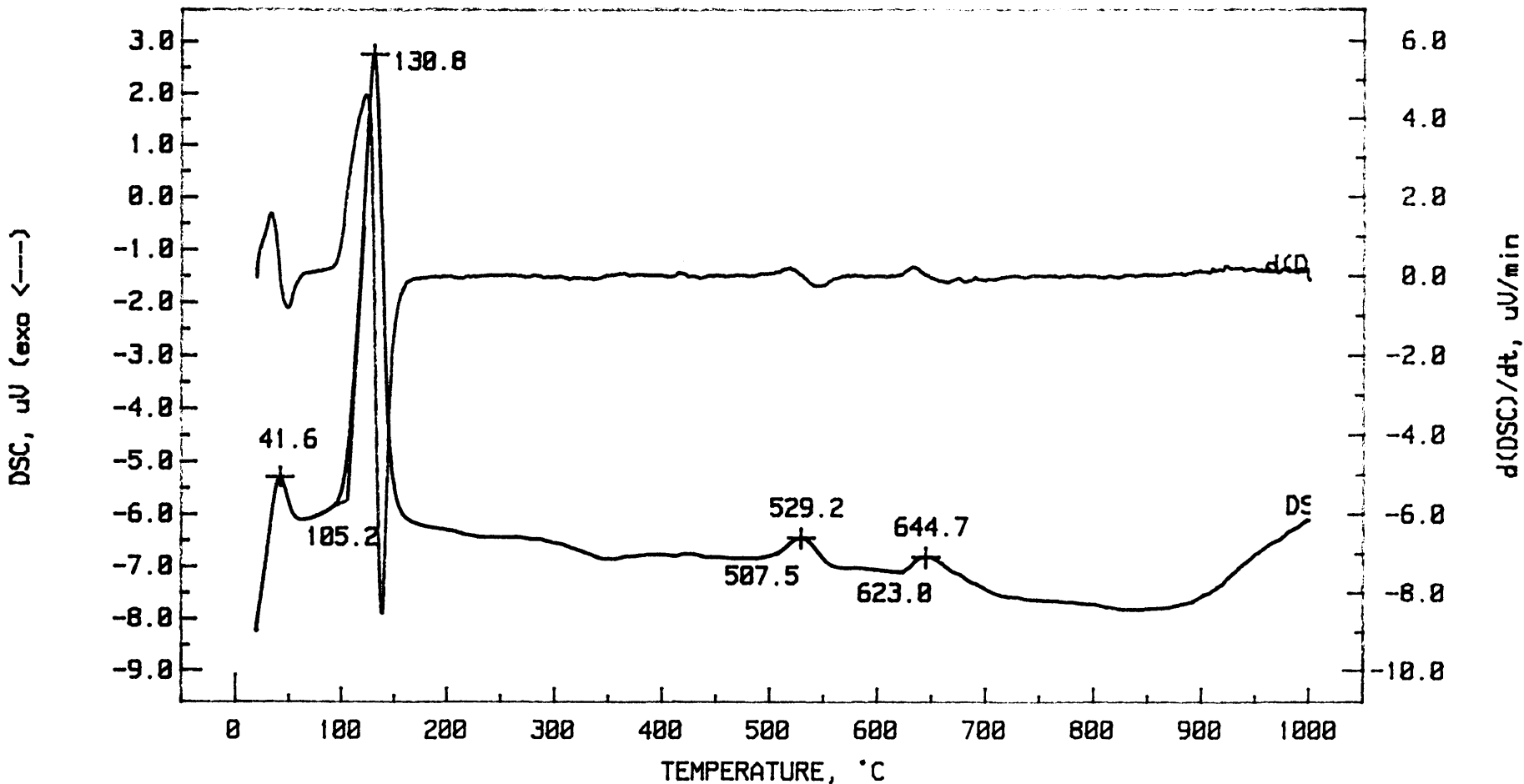
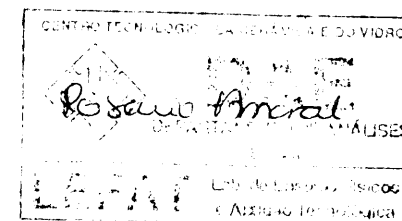
Realizada pelo Cliente
sem preparação

COIMBRA, 22 de Junho de 1998



DATE : 18 Mar 1998
 TIME : 18:29:08
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M37
 SAMPLE : 5% Moldes Rec.
 REFERENCE : Caul. Calcinado
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/1000
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 0
 INSTRUMENT : NETZSCH DSC 404

DESCRIPTION	WEIGHT	SAMPLE	REFERENCE
	mg	10.0	10.0
CHANNEL	RANGE	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X	
DSC	500		000001
d(DSC)/dt	----	X	





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0098/98
Refª amostra 1998.09.0240/GE

Cliente Engª Maria Carlos Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 1998-02-10
Material Gesso
Refª cliente 10% moldes recuperados Data execução: 1998-03-19

ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.066

Análise Térmica Diferencial (ATD)

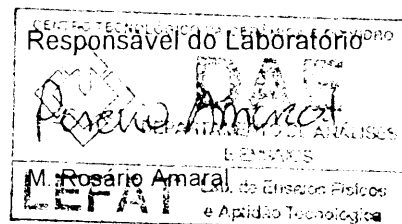
Temperatura (°C)		Tipo de Reacção
Início de reacção	Ponto de inflexão	
-	40	ENDOTÉRMICA
105	129	ENDOTÉRMICA
504	526	ENDOTÉRMICA
618	644	ENDOTÉRMICA
-	773	EXOTÉRMICA

Observações:

- Amostragem:
- Preparação da amostra:

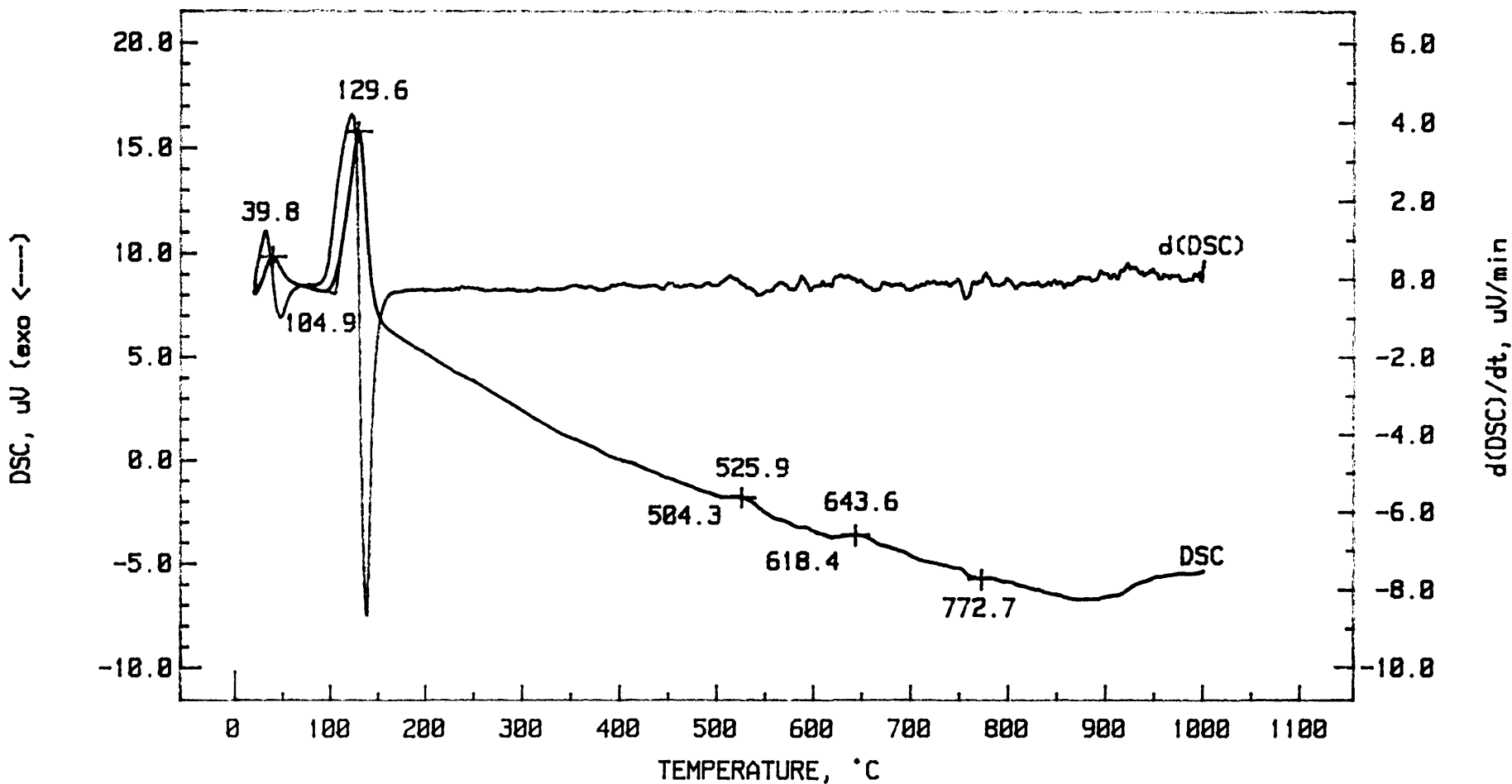
Realizada pelo Cliente
sem preparação

COIMBRA, 22 de Junho de 1998



DATE : 19 Mar 1998
 TIME : 18:27:02
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M38
 SAMPLE : 18% Moldea Rec
 REFERENCE : Caul. Calcinado
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/1000
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 0
 INSTRUMENT : NETZSCH DSC 404

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	10.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
DSC	500	000001
d(DSC)/dt	---	X





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0106/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente Engª Maria Carlos
Endereço CTCV
Material Gesso
Refª cliente 15% moldes recuperados

Processo nº 99953
Data entrada 1998-02-10
Data execução: 1998-03-20

ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.066

Análise Térmica Diferencial (ATD)

Temperatura (°C)		Tipo de Reacção
Início de reacção	Ponto de inflexão	
-	43	ENDOTÉRMICA
107	131	ENDOTÉRMICA
498	523	ENDOTÉRMICA
623	647	ENDOTÉRMICA

Observações:

- Amostragem:
- Preparação da amostra:

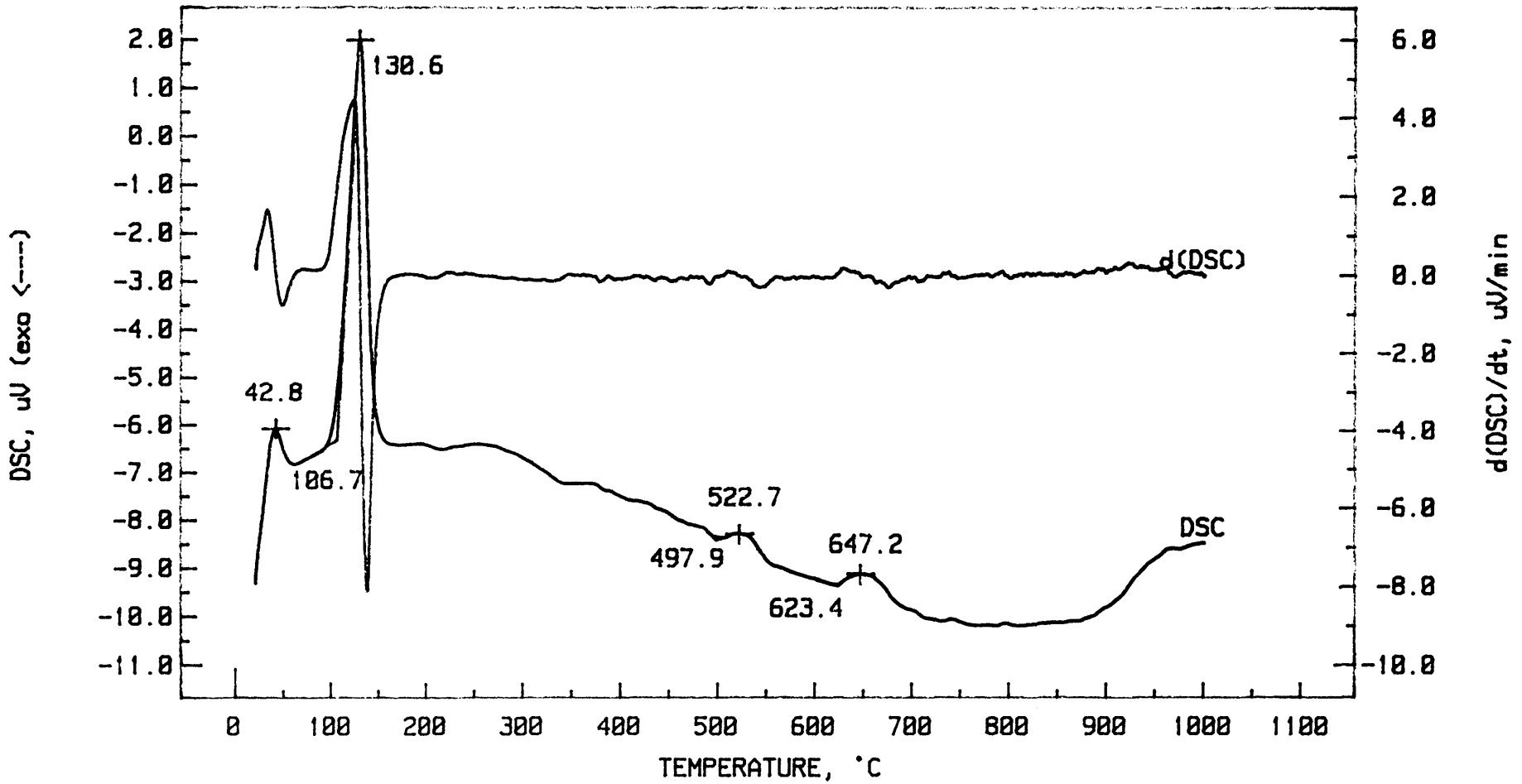
Realizada pelo Cliente
sem preparação

COIMBRA, 22 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório
Rosário Amaral
M. Rosário Amaral
LAB. DE ENSAIOS FÍSICOS
E APTIDÃO TECNOLÓGICA

DATE : 28 Mar 1998
 TIME : 18:35:25
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M39
 SAMPLE : 15% Moldes Rec
 REFERENCE : Caul. Calcinado
 HEATING RATE : 10
 TEMP RANGE : 20/1000
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 0
 INSTRUMENT : NETZSCH DSC 404

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0	10.0
CHANNEL	RAW	COR.
TEMPERATURE	4000	X
DSC	500	000001
d(DSC)/dt	---	X





Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0114/98
Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente Engª Maria Carlos Processo n° 99953
Endereço CTCV Data entrada 1998-02-10
Material Gesso
Refª cliente 20% moldes recuperados Data execução 1998-03-23

ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.066

Análise Térmica Diferencial (ATD)

Temperatura (°C)		Tipo de Reacção
Início de reacção	Ponto de inflexão	
-	42	ENDOTÉRMICA
108	131	ENDOTÉRMICA
498	524	ENDOTÉRMICA
624	649	ENDOTÉRMICA

Observações:

- Amostragem:
- Preparação da amostra:

Realizada pelo Cliente
sem preparação

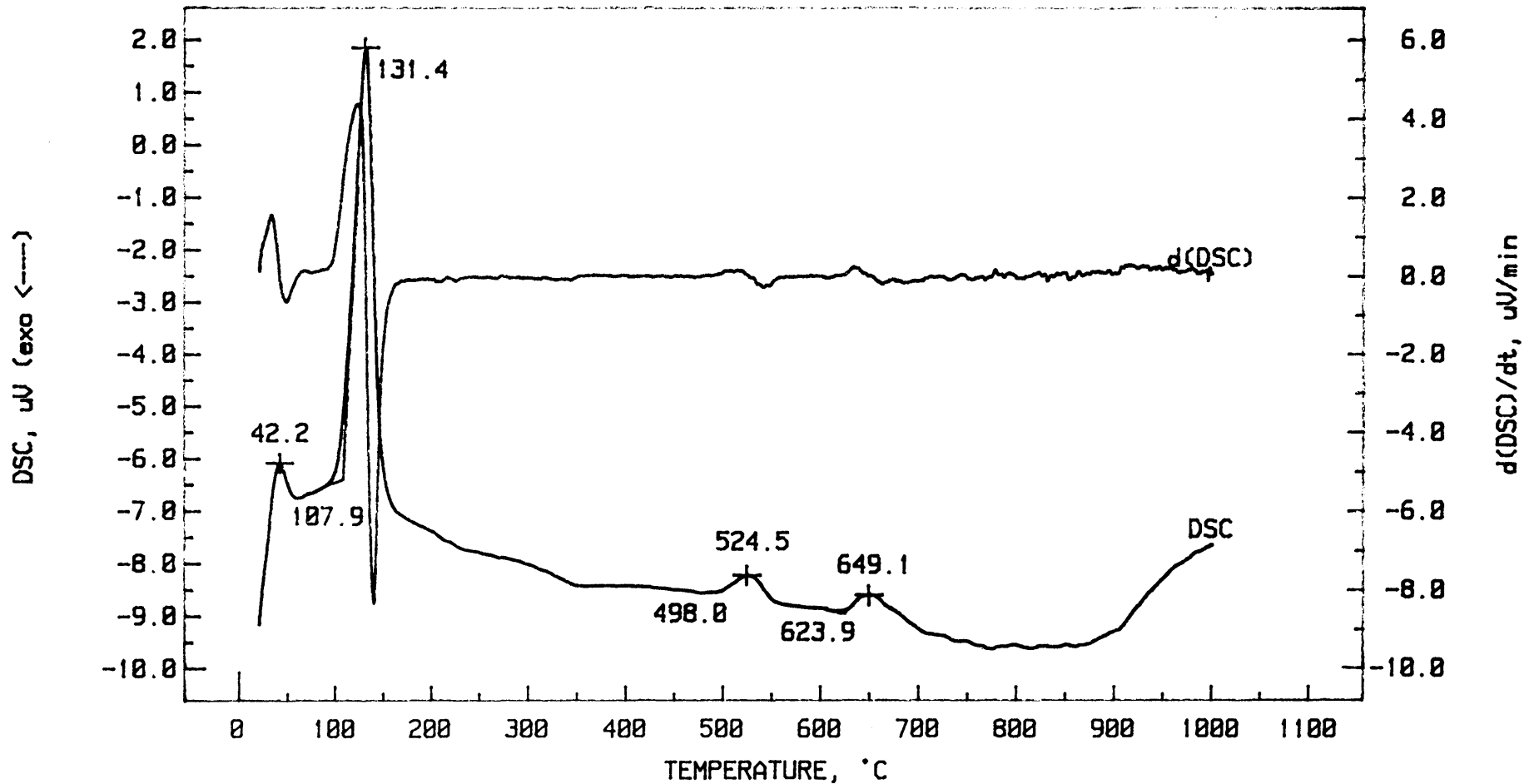
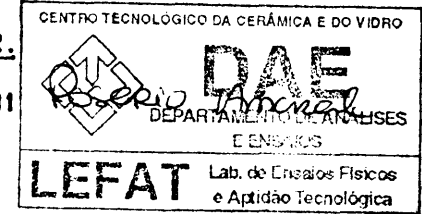
COIMBRA, 22 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório
Rosário Amara
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES E ENSAIOS
LEFAT Lab. de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

DATE : 23 Mar 1998
 TIME : 18:28:39
 PROJECT I.D. : MARIA CARLOS
 TEST I.D. : M48
 SAMPLE : 28% Moldea Rec
 REFERENCE : Caul. Calcinado
 HEATING RATE : 18
 TEMP RANGE : 20/1000
 ATMOSPHERE : Ar
 FLOW RATE : 8
 INSTRUMENT : NETZSCH DSC 404

DESCRIPTION	SAMPLE	REFERENCE
WEIGHT	10.0 mg	10.0
CHANNEL	RANGE	RAW
TEMPERATURE	4000	X
DSC	500	
d(DSC)/dt	---	X



Água de presa e relação gesso/água



Departamento de Análises e Ensaios

BOLETIM N°

3.1.4.0084/98

Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Refª amostra

1998.09.0238/GE

Cliente

Engª Maria Carlos

Processo n°

99953

Endereço

CTCV

Data entrada

1998-02-10

Material

Gesso

Refª cliente

0% moldes recuperados

Data execução

1998-05-12

DETERMINAÇÃO DE ÁGUA DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.049 - Baseado na Norma NP 318

Água de Presa (%)

1º Ensaio : 65%

2º Ensaio : 66%

3º Ensaio : 65%

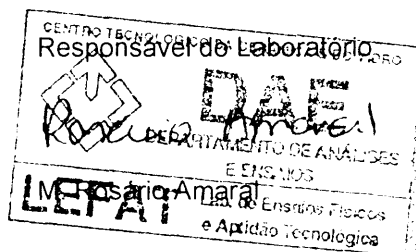
Média : 66 ± 1

Relação Gesso / Água : 1,53

Observações:

- Amostragem: - Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: - sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM N°	3.1.4.0092/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0239/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	5% moldes recuperados	Data execução	1998-05-12

DETERMINAÇÃO DE ÁGUA DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.049 - Baseado na Norma NP 318

Água de Presa (%)	
1º Ensaio : 72%	
2º Ensaio : 73%	Média : 72 ± 1
3º Ensaio : 72%	
Relação Gesso / Água : 1,38	

Observações:

- Amostragem: - Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: - sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

Rosário Amaral

DAE

DEPARTAMENTO DE ANÁLISES E ENSAIOS

LEFAT

M. Rosário Amaral
Lab. de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica



Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM Nº	3.1.4.0100/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0240/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	10% moldes recuperados	Data execução	1998-05-12

DETERMINAÇÃO DE ÁGUA DE PRESA

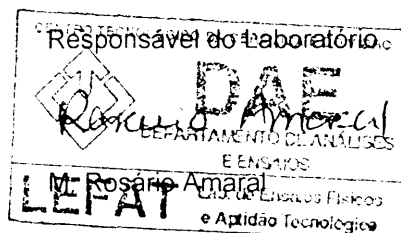
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.049 - Baseado na Norma NP 318

Água de Presa (%)	
1º Ensaio : 71%	Média : 71 ± 1
2º Ensaio : 71%	
3º Ensaio : 72%	
Relação Gesso / Água : 1,40	

Observações:

- Amostragem: - Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: - sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção da responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios

Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N°

3.1.4.0108/98

Refª amostra

1998.09.0241/GE

Cliente

Engª Maria Carlos

Processo n°

99953

Endereço

CTCV

Data entrada

1998-02-10

Material

Gesso

Refª cliente

15% moldes recuperados

Data execução

1998-05-12

DETERMINAÇÃO DE ÁGUA DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.049 - Baseado na Norma NP 318

Água de Presa (%)

1º Ensaio : 71%

2º Ensaio : 72%

3º Ensaio : 72%

Média : 72 ± 0

Relação Gesso / Água : 1,39

Observações:

- Amostragem: - Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: -sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

Rosário Amaral

M. Rosário Amaral



Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM N°	3.1.4.0116/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0242/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	20% moldes recuperados	Data execução	1998-05-12

DETERMINAÇÃO DE ÁGUA DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.049 - Baseado na Norma NP 318

Água de Presa (%)	
1º Ensaio : 70%	
2º Ensaio : 71%	Média : 71 ± 1
3º Ensaio : 72%	
Relação Gesso / Água : 1,40	

Observações:

- Amostragem: - Realizada pelo Cliente
- Preparação da amostra: -sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exatidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Início de presa e tempo de presa



Departamento de Análise e Ensaios
Laboratório de Física dos Materiais

BOLETIM N° 3.1.4.0569/98
Refª amostra 1998.30.1227/DV

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	3.1.2.99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-07-22
Material	Gesso		
Refª cliente	0 % de Moldes Recuperados	Data execução	1998-09-14

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRESA

C.T.C.V. - PE-314.109 - Baseado em Norma NP 321

Princípio de Presa : 4 minutos

Fim de Presa: 38 minutos

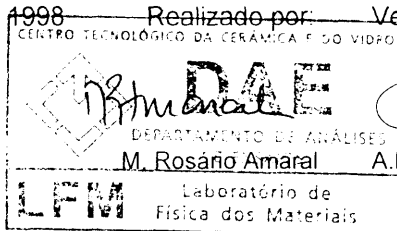
Tempo de Presa: 34 minutos

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
- *Preparação da amostra:* sem preparação

Nota: O Laboratório de Física dos Materiais englobou as actividades dos Laboratórios LEFAT e LAEM, mantendo o âmbito da acreditação destes laboratórios

COIMBRA, 15 de Setembro de 1998 Realizado por: Verificado por:



M. Rosário Amáral A.M. Sousa Correia

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

REPRODUCIÇÃO DESTE DOCUMENTO É PROIBIDA SEM A AUTORIZAÇÃO DO CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0093/98
Refª amostra 1998.09.0239/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	5% moldes recuperados	Data entrada	1998-05-21

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.050 - Baseado em Norma NP 321

<p>Princípio de Presa : 4 minutos</p> <p>Fim de Presa: 43 minutos</p> <p>Tempo de Presa: 39 minutos</p>
--

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
- *Preparação da amostra:* sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

Responsável do Laboratório

Rosário Amara

DEPARTAMENTO DE ANÁLISES

M. Rosário Amara de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0101/98
Refª amostra 1998.09.0240/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo n°	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	10% moldes recuperados	Data entrada	1998-05-21

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.050 - Baseado em Norma NP 321

<p>Princípio de Presa : 4 minutos</p> <p>Fim de Presa: 46 minutos</p> <p>Tempo de Presa: 42 minutos</p>
--

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
 - *Preparação da amostra:* sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
 Responsável do Laboratório

 M. Rosário Amaral
 LEFAT Lab. de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exatidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Covilhã, Vila Verde - Vila Verde, 4800-000 - Vila Verde, Portugal - Tel. (351) 391 25417 Fax (351) 391 25010



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0109/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	15% moldes recuperados	Data entrada	1998-05-21

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.050 - Baseado em Norma NP 321

Princípio de Presa : 4 minutos

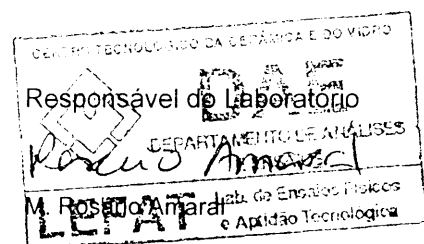
Fim de Presa: 44 minutos

Tempo de Presa: 40 minutos

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
- *Preparação da amostra:* sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Celestino Magalhães, Apartado 805 - 3031 Coimbra, Portugal - Tel. (351 39) 254174x (30) 8910



Departamento de Análises e Ensaios

BOLETIM N° 3.1.4.0117/98

Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente Engª Maria Carlos

Processo nº 99953

Endereço CTCV

Data entrada 1998-02-10

Material Gesso

Refª cliente 20% moldes recuperados

Data entrada 1998-05-21

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRESA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.050 - Baseado em Norma NP 321

Princípio de Presa : 5 minutos

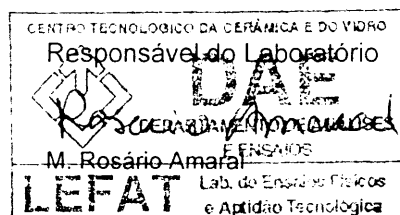
Fim de Presa: 43 minutos

Tempo de Presa: 38 minutos

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
- *Preparação da amostra:* sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Capacidade de absorção de água



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM N° 3.1.4.0086/98
Refª amostra 1998.09.0238/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo n°	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	0% moldes recuperados	Data execução	1998-05-20

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

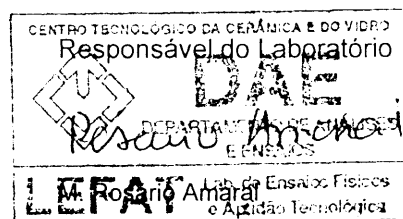
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.051 - Baseado na Norma NP 762

Absorção de Água (%)		
1º ensaio:	35%	Média: 35 ± 0
2º ensaio:	35%	
3º ensaio:	35%	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção responsável do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0094/98
Refª amostra 1998.09.0239/GE

Cliente Engª Maria Carlos Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 1998-02-10
Material Gesso
Refª cliente 5% moldes recuperados Data execução 1998-05-20

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.051 - Baseado na Norma NP 762

Absorção de Água (%)		
1º ensaio:	42%	Média: 42 ± 0
2º ensaio:	42%	
3º ensaio:	41%	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório
Rosário Amaral
M. Rosário Amaral



Departamento de Análises e Ensaios

BOLETIM Nº

3.1.4.0102/98

Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Refª amostra

1998.09.0240/GE

Cliente

Engª Maria Carlos

Processo nº

99953

Endereço

CTCV

Data entrada

1998-02-10

Material

Gesso

Refª cliente

10% moldes recuperados

Data execução

1998-05-20

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.051 - Baseado na Norma NP 762

Absorção de Água (%)

1º ensaio: 40%

2º ensaio: 41%

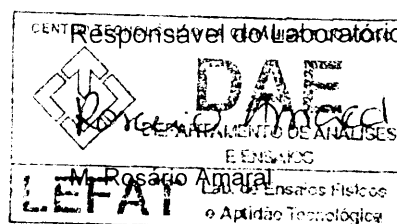
3º ensaio: 40%

Média: 40 ± 0

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção responsável do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0110/98
Refª amostra 1998.09.0241/GE

Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	15% moldes recuperados	Data execução	1998-05-20

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

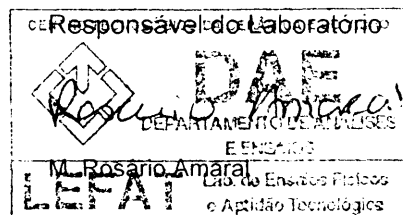
C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.051 - Baseado na Norma NP 762

Absorção de Água (%)		
1º ensaio:	40%	Média: 39 ± 1
2º ensaio:	39%	
3º ensaio:	39%	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

BOLETIM Nº 3.1.4.0118/98
Refª amostra 1998.09.0242/GE

Cliente Engª Maria Carlos Processo nº 99953
Endereço CTCV Data entrada 1998-02-10
Material Gesso
Refª cliente 20% moldes recuperados Data execução 1998-05-20

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.051 - Baseado na Norma NP 762

Absorção de Água (%)

1º ensaio:	40%	Média: 40 ± 1
2º ensaio:	41%	
3º ensaio:	41%	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 9 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório

Rosário Amarel
M. Rosário Amarel

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção responsável do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Resistência mecânica à flexão



Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM Nº	3.1.4.0087/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0238/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	0% moldes recuperados	Data execução	1998-05-22

RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.076

Resistência Mecânica à Flexão (kgf/cm²)

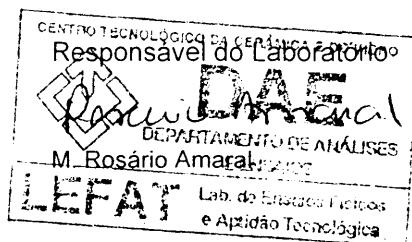
- 1º Ensaio : 50
- 2º Ensaio : 60
- 3º Ensaio : 53
- 4º Ensaio : 55
- 5º Ensaio : 61
- 6º Ensaio : 58
- 7º Ensaio : 46
- 8º Ensaio : 46
- 9º Ensaio : 41
- 10º Ensaio : 55

Média : 53 ± 7 kgf/cm²

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998





Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM Nº	3.1.4.0095/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0239/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	5% moldes recuperados	Data execução	1998-05-22

RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.076

Resistência Mecânica à Flexão (kgf/cm²)

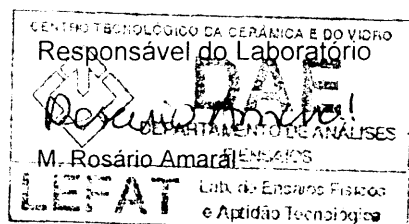
1º Ensaio : 51
 2º Ensaio : 51
 3º Ensaio : 54
 4º Ensaio : 46
 5º Ensaio : 52
 6º Ensaio : 42
 7º Ensaio : 50
 8º Ensaio : 56
 9º Ensaio : 51
 10º Ensaio : 54

Média : 51 ± 4 kgf/cm²

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exatidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção responsável do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Celoso Vago, 100 - Apartado 100 - 3000-000 Coimbra - Portugal - Tel. (351.09) 25417 Fax (351.09) 64010



Departamento de Análises e Ensaios	BOLETIM Nº	3.1.4.0103/98	
Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica	Refª amostra	1998.09.0240/GE	
Cliente	Engª Maria Carlos	Processo nº	99953
Endereço	CTCV	Data entrada	1998-02-10
Material	Gesso		
Refª cliente	10% moldes recuperados	Data execução	1998-05-22

RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.076

Resistência Mecânica à Flexão (kgf/cm²)

1º Ensaio : 44	
2º Ensaio : 53	
3º Ensaio : 47	
4º Ensaio : 52	
5º Ensaio : 60	Média : 50 ± 6 kgf/cm²
6º Ensaio : 46	
7º Ensaio : 47	
8º Ensaio : 51	
9º Ensaio : 54	
10º Ensaio : 52	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998



Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a direcção da responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua Cooper Viana, 100 - 3004-506, Coimbra - Portugal Tel: (351) 392 25417 Fax: (351) 392 33010



Departamento de Análises e Ensaios

BOLETIM Nº

3.1.4.0111/98

Laboratório de Ensaios Físicos e Aptidão Tecnológica

Refª amostra

1998.09.0241/GE

Cliente

Engª Maria Carlos

Processo nº

99953

Endereço

CTCV

Data entrada

1998-02-10

Material

Gesso

Refª cliente

15% moldes recuperados

Data execução

1998-05-22

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.076

Resistência Mecânica à Flexão (kgf/cm²)

1º Ensaio : 46	
2º Ensaio : 44	
3º Ensaio : 42	
4º Ensaio : 55	
5º Ensaio : 51	Média : 48 ± 5 kgf/cm²
6º Ensaio : 56	
7º Ensaio : 48	
8º Ensaio : 49	
9º Ensaio : 39	
10º Ensaio : 47	

Observações:

- Amostragem: Realizada pelo cliente
- Preparação da amostra: sem preparação

COIMBRA, 8 de Junho de 1998

Responsável do Laboratório
Rosário Amaral
 M. Rosário Amaral
 Eng.ª Técnica



Departamento de Análises e Ensaios
Laboratório de Física dos Materiais

BOLETIM N° 3.1.4.0570/98
Refª amostra 1998.30.1228/DV

Cliente Engª Maria Carlos

Processo n° 3.1.2.99953

Endereço CTCV

Data entrada 1998-07-22

Material Gesso

Refª cliente 20% de Moldes recuperados

Data execução 1998-09-14

Resistência Mecânica à Flexão

C.T.C.V. - P.E. 3.1.4.111

Resistência Mecânica à Flexão (kgf/cm²)

- 1º Ensaio : 65
- 2º Ensaio : 50
- 3º Ensaio : 49
- 4º Ensaio : 48
- 5º Ensaio : 39 **Média : 49 ± 7 kgf/cm²**
- 6º Ensaio : 46
- 7º Ensaio : 52
- 8º Ensaio : 47
- 9º Ensaio : 39
- 10º Ensaio : 51

Observações:

- *Amostragem:* Realizada pelo cliente
- *Preparação da amostra:* sem preparação

Nota: O Laboratório de Física dos Materiais englobou as actividades dos Laboratórios LEFAT e LAEM, mantendo o âmbito da acreditação destes laboratórios

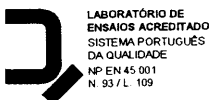
COIMBRA, 15 de Setembro de 1998

Realizado por: *M. Rosário Amaral* Verificado por: *A.M. Sousa Correia*

DAE
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES E ENSAIOS
M. Rosário Amaral A.M. Sousa Correia
LFM Laboratório de Física dos Materiais

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se apenas às amostras ensaiadas. Não se assume qualquer responsabilidade relativa à exactidão da amostragem, a menos que seja efectuada sob a directa responsabilidade do CTCV. A reprodução deste trabalho é autorizada apenas na sua forma integral. Para qualquer reprodução parcial será indispensável autorização do CTCV por escrito.

Rua C. de S. João, 100 - 3000-063 Coimbra - Portugal - Tel. (351 39) 241714 (Ext. 80) - Fax (351 39) 241715



LABORATÓRIO DE ENSAIOS ACREDITADO SISTEMA PORTUGUÊS DA QUALIDADE
NP EN 45 001
N 93/L 109



LABORATÓRIO DE ENSAIOS ACREDITADO SISTEMA PORTUGUÊS DA QUALIDADE
NP EN 45 001
N 93/L 111