

SUMÁRIO

SUMÁRIO	1
INTRODUÇÃO	1
DEFINIÇÃO	2
FABRICAÇÃO DO CIMENTO	3
A) - DOSAGEM, SECAGEM E HOMOGENEIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS	4
B) - CLINQUERIZAÇÃO	5
C) - MINERALOGIA DO CLÍNQUER.....	6
D) - ADIÇÕES FINAIS E MOAGEM.....	7
FUNÇÕES DAS ADIÇÕES	8
GESSO.....	8
FÍLER CALCÁRIO	8
POZOLANA.....	8
ESCÓRIA DE ALTO-FORNO.....	9
TIPOS E APLICAÇÕES DO CIMENTO	9
A) - DEFINIÇÃO DA NOMENCLATURA	9
B) - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	9
C) - COMPOSIÇÃO	10
D) - TIPOS DE CIMENTO DA ITAMBÉ	10
D) - APLICAÇÕES PARA OS CIMENTOS DA ITAMBÉ	13
FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO	13
A) - A GRANEL.....	13
B) - ENSACADO.....	14
DICAS PRÁTICAS	15
A) - RECEBIMENTO DO CIMENTO ADQUIRIDO.....	16
B) - ARMAZENAMENTO DO CIMENTO.....	16
C) - PRAZO DE VALIDADE	17
D) - UTILIZAÇÃO.....	17
E) - NOÇÕES DE EMPREGO DO CIMENTO	17
F) - TEMPO DE PEGA.....	18
ESPECIFICAÇÕES DO CIMENTO	18
O CIMENTO PORTLAND É FABRICADO CONFORME AS ESPECIFICAÇÕES DA ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

Introdução

*Na busca do desenvolvimento dos profissionais da
construção civil,
a Cia. de Cimento Itambé criou o TIMÃO.
Através de treinamentos no próprio local de trabalho,
profissionais recebem informações sobre o uso correto de
cimentos,
concretos, argamassas, ferramentas e equipamentos para
construção civil.
Acompanhados de um carro oficina, instrutores apresentam na
prática
diversos temas e esclarecem dúvidas existentes na aplicação
dos materiais.
A cada aula percebe-se a melhoria da qualidade
na execução dos serviços realizados pelos clientes Itambé.
Para conhecer mais informações, entre em contato
com os Assessores Técnicos da Itambé.*

Curitiba, abril de 2010.



Definição

O cimento Portland é um dos mais importantes materiais de construção e altamente empregado pela humanidade. Por

definição, é um "aglomerante hidráulico resultante da mistura homogênea de clínquer Portland, gesso e adições normalizadas finamente moídos".

Aglomerante porque tem a propriedade de unir outros materiais.

Hidráulico porque reage (hidrata) ao se misturar com água e depois de endurecido ganha características de rocha artificial, mantendo suas propriedades, principalmente se permanecer imerso em água por aproximadamente sete dias.

A combinação do cimento com materiais de diferentes naturezas como areia, pedra, cal, aditivo e outros, origina a formação das pastas, argamassas e concretos.



Figura 01 - Jazida e britador

Fabricação do cimento

Sua fabricação é de acordo com as especificações da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O cimento depende, principalmente, para sua fabricação, dos seguintes materiais: calcário, argila, minério de ferro e gesso.

Durante o processo de fabricação, os materiais são analisados por diversas vezes, de forma a alcançar a composição química desejada.

A fabricação do cimento envolve as seguintes operações:

a)- Dosagem, secagem e homogeneização das matérias-primas

O calcário é a matéria-prima básica, contribui de 85 a 95% na fabricação do clínquer, é constituído basicamente de carbonato de cálcio (CaCO_3) e, dependendo de sua origem geológica, pode conter várias impurezas como magnésio, silício, alumínio e ferro. A rocha calcária é extraída de jazidas com auxílio de explosivos.

Os grandes blocos de pedra fragmentadas obtidos através da explosão são submetidos ao processo de britagem, sendo reduzidos ao tamanho de grão menor ou igual a 25 mm.

Para melhorar a qualidade do clínquer, o calcário recebe algumas correções complementares de:

FILITO (argila): este material colabora com o alumínio Al_2O_3 ;

QUARTZITO (material arenoso): este colabora com SiO_2 ;

MINÉRIO DE FERRO: este colabora com Fe_2O_3 .

Este conjunto de materiais é enviado para moagem no moinho vertical de rolos, em proporções pré determinadas, onde se processa o início da mistura íntima, secagem e a homogeneização necessária, formando-se a farinha crua.

TABELA DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DIFERENTES CALCÁRIOS			
COMPONENTE	CALCÁRIO I	CALCÁRIO II	CALCÁRIO III
CaO	47,82	52,46	49,80
SiO_2	6,00	3,76	6,75
Al_2O_3	1,83	1,10	0,71
Fe_2O_3	0,92	0,66	1,47
MgO	2,08	1,23	1,48
K_2O	0,40	0,18	0,10
Na_2O	0,06	0,22	0,12
SO_3	0,37	0,01	1,10
P.F.	40,52	40,38	38,55
TOTAL	100,00	100,00	100,00

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DIFERENTES ARGILAS				QUARTZITO
COMPONENTE	ARGILA I	ARGILA II	ARGILA III	(areia)
SiO_2	63,45	67,29	52,30	85,67

Al ₂ O ₃	16,70	8,97	24,70	9,02
Fe ₂ O ₃	8,81	4,28	8,20	2,38
CaO	0,35	7,27	4,40	2,40
K ₂ O	2,85	1,2	0,80	0,51
Na ₂ O	0,12	1,51	0,00	0,01
P.F.	5,35	7,19	10,40	***
Outros	2,01	2,29	0,00	0,01
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Figura 02 - Moinho de rolos



b)- Clinquerização

A farinha crua moída é calcinada até fusão incipiente, a uma temperatura de 1450° C em um forno rotativo, onde então obtem-se o clínquer.

Figura 03 - Matérias-primas do cimento

Calcário
(Pedra)



Filito
(Argila)



Quartzito
(Saibro)

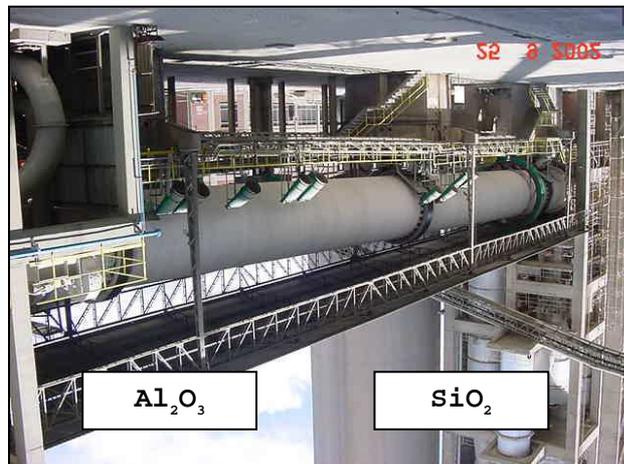


Magnetita
(Minério de ferro)



Figura 04 - Forno de clínquerização

CaO



Al₂O₃

SiO₂

Fe₂O₃

c)- Mineralogia do clínquer

A sílica, alumina, ferro e cal reagem no interior do forno, dando origem ao clínquer, cujos compostos principais são os seguintes:

- 01)- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ Silicato tricálcico = (C_3S) 18 a 66% no cimento
- 02)- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ Silicato dicálcico (C_2S) 11 a 53% no cimento
- 03)- $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ Aluminato tricálcico = (C_3A) 05 a 20% no cimento
- 04)- $4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ Ferro aluminato tetracálcico = (C_4AF) 04 a 14% no cimento

Obs.: Resultados de centenas de ensaios de trinta cimentos nacionais realizados pela ABCP.

Figura 05 - Moinho de bolas



d)- Adições finais e moagem

Para a obtenção do cimento Portland, faz-se a moagem do clínquer com diversas adições, como o gesso (até 5%), calcário, pozolana e escória, onde assegura-se ao produto a finura e homogeneidade convenientes, de acordo com as normas da ABNT.

O processo de moagem do clínquer e de suas adições é um fator importante, pois irá influenciar em algumas características, como a hidratação e as resistências inicial e final do cimento.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA POZOLANA	
SiO ₂	59,87%
Al ₂ O ₃	28,32%
Fe ₂ O ₃	5,91%
CaO	2,09%
Na ₂ O	0,23%
K ₂ O	2,17%
MgO	0,73%
SO ₃	0,31%
TOTAL	99,63%

Funções das adições

GESSO

A gipsita, sulfato de cálcio di-hidratado, é comumente chamada de gesso. É adicionada na moagem final do cimento, com a finalidade de regular o tempo de pega, permitindo com que o cimento permaneça trabalhável por pelo menos uma hora e trinta minutos, conforme ABNT. Sem a adição de gipsita, o cimento tem início de pega em aproximadamente quinze minutos, o que tornaria difícil a sua utilização em concretos.

FÍLER CALCÁRIO

A adição de calcário finamente moído é efetuada para diminuir a porcentagem de vazios, melhorar a trabalhabilidade, o acabamento e pode até elevar a resistência inicial do cimento.

POZOLANA

A pozolana é a cinza resultante da combustão do carvão mineral utilizado em usinas termoelétricas. Também há possibilidade de se produzir pozolana artificial queimando-se argilas ricas em alumínio a temperaturas próximas de 700° C.

A adição de pozolana propicia ao cimento maior resistência a meios agressivos como esgotos, água do mar, solos sulfurosos e a agregados reativos. Diminui também o calor de hidratação, permeabilidade, segregação de agregados e proporciona maior trabalhabilidade e estabilidade de volume, tornando o cimento pozolânico adequado a aplicações que exijam baixo calor de hidratação, como concretagens de grandes volumes.

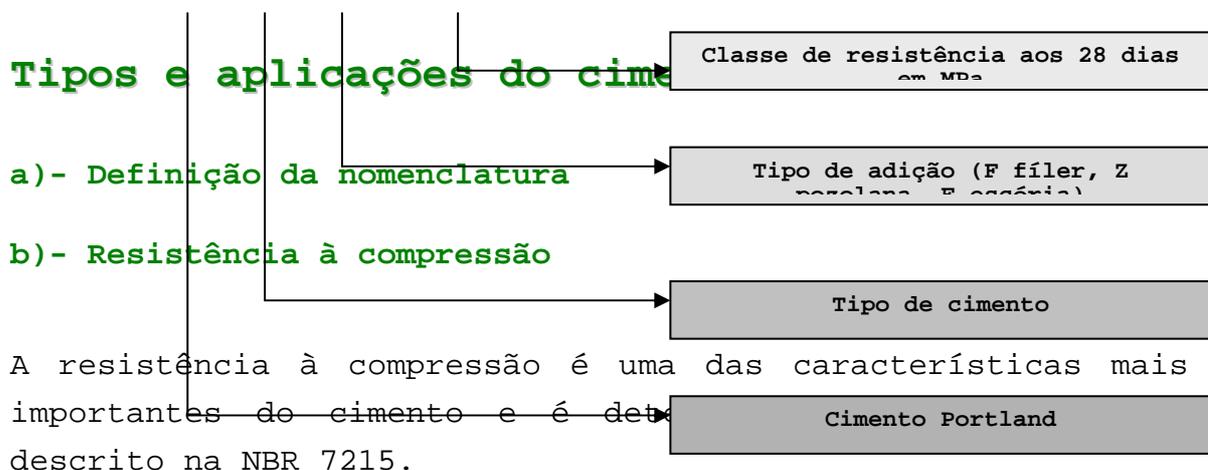
ESCÓRIA DE ALTO-FORNO

A escória de alto-forno, é sub-produto da produção de ferro em alto-forno, obtida sob forma granulada por resfriamento brusco.

Os diferentes tipos e teores de adições usados na moagem do clínquer permitem que se obtenham cimentos de características diversas, possibilitando ao construtor conseguir sempre um cimento mais adequado ao concreto e argamassa a que se destina.

TABELA DE COMPONENTES DOS CIMENTOS PORTLAND BRASILEIROS	
Composição química	Porcentagem
CaO	58,0 a 66,0%
SiO ₂	19,0 a 25,0%
AlO ₃	3,0 a 9,0%
Fe ₂ O ₃	1,5 a 4,5%
MgO	0,3 a 6,1%
	0,8 a 3,0%

CP II – F - 32



O ensaio é realizado em corpo-de-prova cilíndrico de 05 cm x 10 cm, feito com argamassa de traço 1: 3: 0,48, com areia padronizada e submetido a ruptura em idades pré-definidas.

As classes de resistência do cimento são 25 MPa, 32 MPa e 40 MPa. Os cimentos de alta resistência inicial, CP V, têm resistência mínima aos 07 dias de 34 MPa

c)- Composição

Cada tipo de cimento tem os teores de adições e clínquer determinados pela ABNT, conforme a tabela a seguir.

d)- Tipos de cimento da Itambé

Tipo	Classe	Cl+Gesso (%)	Escória (%)	Pozolana (%)	F. Calcário (%)
CP I CP I-S	25	100	1 - 5		
	32	95 - 99			
	40				
CP II-E	25	56 - 94	6 - 34	-	0 - 10
CP II-F	32	90 - 94	-	-	6 - 10
CP II-Z	40	76 - 94	-	6 - 14	0 - 10
CP III	25	25 - 65	35 - 70	-	0 - 5
	32			-	
	40			-	
CP IV	25	45 - 85	-	15 - 50	0 - 5
	32		-	-	
CP V-ARI	-	95 - 100	-	-	0 - 5
CP V-ARI RS	-	75 - 85	-	-	0 - 5

Cimento Portland composto com fíler, com teor de adição entre 6 e 10%. Tem diversas possibilidades de aplicação, por isto é um dos cimentos mais utilizados no Brasil.

Suas propriedades atendem desde estruturas em concreto armado até argamassas de assentamento e revestimento, concreto massa e concreto para pavimentos.

Recomenda-se não utilizar na necessidade de desforma rápida, sem cura térmica, concreto protendido pré-tensionado e meios fortemente agressivos.

CP IV - 32

CP II - F - 32

Cimento Portland composto com pozolana, pode conter de 6 a 14% desta adição, além de até 10% de fíler. Suas propriedades atendem desde as estruturas em concreto armado, argamassas de assentamento, revestimento, concreto massa e concreto para pavimento.

A pozolana colabora para a redução do calor de hidratação e aumento da resistência a meios agressivos. Recomenda-se não utilizar na necessidade de desforma rápida sem cura térmica e concreto protendido pré-tensionado.

O cimento Portland pozolânico tem baixo calor de hidratação, o que o torna bastante recomendável na concretagem de grandes volumes e sob temperaturas elevadas. Além disto, o alto teor de pozolana, entre 15 e 50%, proporciona estabilidade no uso

CP II - Z - 32

ativos e em ambientes de ataque ácido, em especial de ataque por sulfatos. Em consequência do seu baixo ganho de resistência nas primeiras idades, não é recomendado para uso em argamassa armada, concreto de desforma rápida sem

CP V – ARI RS

cura térmica e concreto protendido pré-tensionado. Em contra partida, é altamente eficiente em argamassas de assentamento e revestimento, em concreto magro, concreto armado, concreto para pavimentos e solo-cimento.

O cimento Portland de alta resistência inicial tem alta reatividade em baixas idades, em função do grau de moagem a que é submetido. O clínquer é o mesmo utilizado para a fabricação de um cimento convencional, mas permanece no moinho por um tempo mais prolongado, tornando mais fino, com maior superfície específica.

O cimento continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto.

É largamente utilizado em produção industrial de artefatos, **CP V - ARI** ma rápida, concreto protendido pré e pós-tensionado, pisos industriais e argamassa armada. Devido ao alto calor de hidratação, não é indicado para concreto massa. Contém adição de até 5% de fíler calcário. A ausência de pozolana não o torna indicado para concreto com agregados reativos.

O cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sultatos tem alta reatividade em baixas idades em função do grau de moagem a que é submetido. O clínquer é o mesmo utilizado para a fabricação de um cimento convencional, mas permanece no moinho por um tempo mais prolongado, tornando mais fino, com maior superfície específica. O cimento continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto. É largamente utilizado em produção industrial de artefatos, concreto protendido pré e pós-

tensionado, pisos industriais, argamassa armada e concreto dosado em central.

Sua resistência a sulfatos é devida à adição de cinza pozolânica e é comprovada por ensaios laboratoriais, tornando-o indicado para a produção de estruturas em ambientes agressivos. Também pode ser utilizado com alguns agregados reativos

d)- Aplicações para os cimentos da Itambé

😊 IDEAL

😐 NEUTRO

☹️ NÃO RECOMENDADO

C A Ç Õ E S	A P L I	TIPO E CLASSE				
		CP II- F-32	CP II- Z-32	CP IV- 32	CP V- APT	CP V-ARI PS
Argamassa armada		😊	😊	☹️	😊	😊
Argamassa de assentamento e revestimento		😊	😊	😊	😐	😐
Argamassa e concretos para meios agressivos		😊	😊	😊	☹️	😊
Concreto com agregados reativos		☹️	😊	😊	☹️	😊
Concreto magro para passeios e revestimentos		😊	😊	😊	☹️	☹️
Concreto massa		😊	😊	😊	☹️	☹️
Concreto p/ desf. rápida, cura aspersão ou guím		☹️	☹️	☹️	😊	😊
Concreto para desforma rápida, cura térmica		😊	😊	😐	😐	😊
Concreto protendido pós-tensionado		😊	😊	😊	😊	😊
Concreto protendido pré-tensionado		😊	😊	☹️	😊	😊
Concreto simples ou armado		😊	😊	😊	😊	😊
Elementos pré-moldados, cura acelerada		😊	😊	😊	😊	😊
Elementos pré-moldados, cura convencional		😊	😊	😐	😊	😊
Pavimentos de concreto simples ou armado		😊	😊	😐	☹️	😐
Pisos industriais de concreto		😊	😊	😐	😊	😊
Solo - cimento		😊	😊	😊	☹️	☹️

As indicações baseiam-se em critérios técnicos e econômicos. Não significa que determinado tipo não possa ser utilizado mediante estudos específicos.

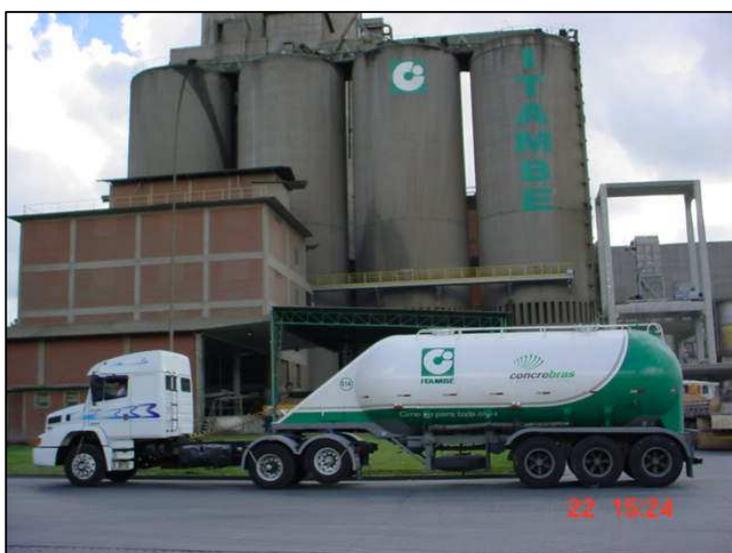
Formas de comercialização

a)- A granel

O cimento a granel destina-se a consumidores de grande porte, normalmente consumidores industriais e concreteiras, onde suas instalações são dotadas de silos de

armazenagem. O cimento é entregue ao cliente em caminhões, usualmente conhecidos como "cebolão".

Figura 07 - Caminhão silo

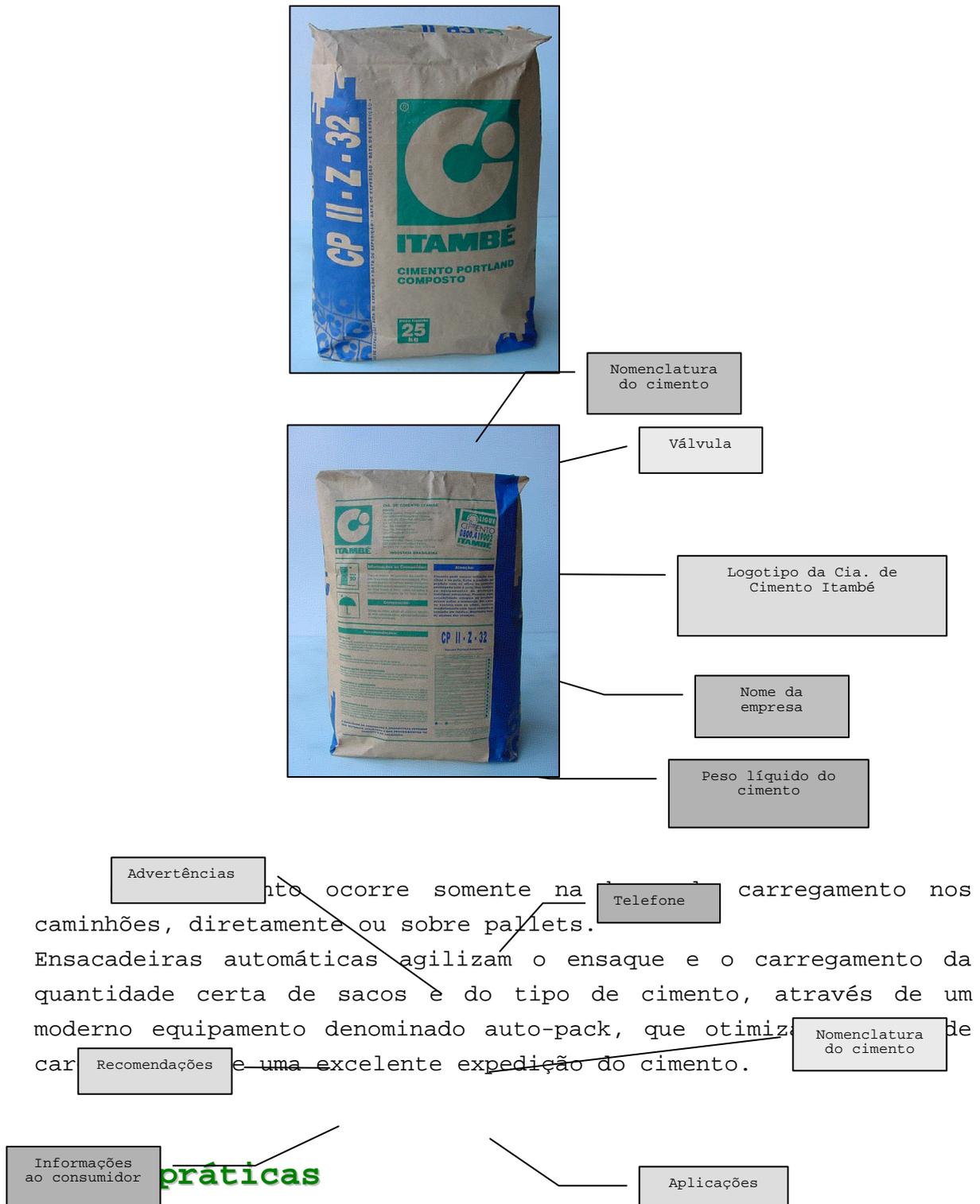


b)- Ensacado

O cimento ensacado destina-se a clientes de menor consumo ou que não possuam silo de armazenagem. O cimento CP II-Z-32 é comercializado em embalagens de 50 kg e de 25 kg, permitindo maior versatilidade ao consumidor que compra pequenas quantidades de cimento. Os demais cimentos são expedidos em embalagens de 50 kg. As embalagens são confeccionadas em papel kraft, que permitem a garantia da qualidade do cimento. São estampadas diversas informações como: composição do produto, cuidados com o manuseio, data de fabricação e validade, indicação para melhor utilização e dicas de armazenagem.

As sacarias do cimento Itambé são diferenciadas por cores que facilitam a identificação dos tipos, conforme apresentado na figura 08.

Figura 08 - Informações da sacaria de cimento



a)- Recebimento do cimento adquirido

Quando do recebimento do cimento na obra, antes da descarga do caminhão, devem ser observados os seguintes itens:

- * nota fiscal: local de entrega, empresa, quantidade, tipo de cimento, data;
- * se a carga está devidamente protegida;
- * condições dos sacos: se não estão rasgados;
- * condições do cimento: se não está empedrado ou apresenta sinais de que entrou em contato com a umidade.

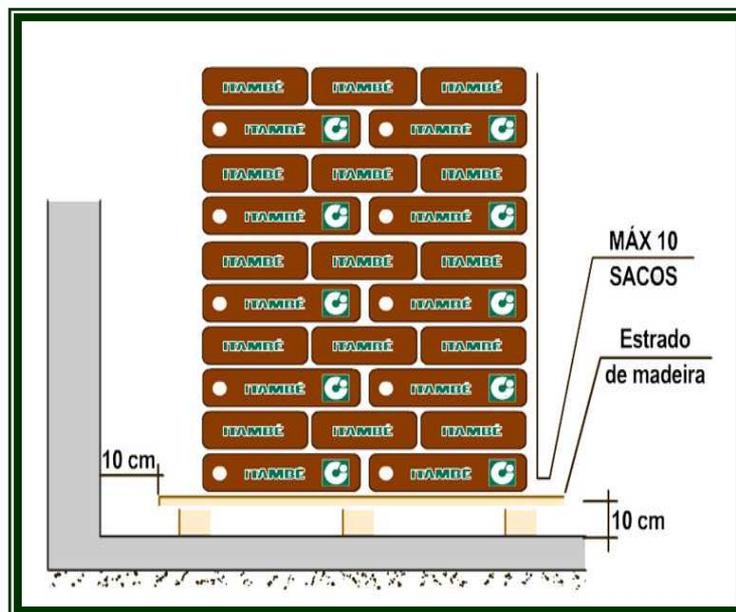
Caso ocorra alguma irregularidade, deve-se registrar no verso do conhecimento de frete, solicitar ao motorista que assine a mesma e comunicar a Cia. de Cimento Itambé para que as providências sejam tomadas.

b)- Armazenamento do cimento

O cimento ensacado deve ser armazenado sobre estrados de madeira, mantendo as pilhas de cimento afastadas das paredes e do piso. O empilhamento máximo de sacos é de 10 (dez) unidades (figura 09). Poderão ser empilhados 15 (quinze) sacos, se o período de estocagem não ultrapassar quinze dias. O local de estocagem deve ser coberto e protegido das intempéries, sem umidade excessiva e outros fatores que prejudiquem a qualidade do cimento.

As pilhas deverão ser formadas de maneira que permita com que os sacos de cimento mais velhos sejam utilizados primeiro.

Figura 09 - Armazenagem



c)- Prazo de validade

Observar o prazo de validade do cimento. Segundo as normas brasileiras o prazo de validade é de noventa dias. A Itambé adota um prazo de validade de sessenta dias, atendendo às condições climáticas da região.

d)- Utilização

O cimento não poderá sofrer contaminação, mesmo que seja com os agregados e outro material que venha a ser utilizado para obtenção do concreto e da argamassa. Quando o cimento ainda ensacado entra em contato com a umidade, acaba se hidratando, perdendo as características de resistência, comprometendo seu uso.

e)- Noções de emprego do cimento

Na construção civil, o cimento é empregado na produção de natas, pastas, argamassas, concretos e outros.

f)- Tempo de pega

O tempo de início de pega determinado de acordo com a NBR 7215 deve ser, no mínimo, de uma hora. Este dado permite avaliar o tempo em que se iniciam as reações que provocam o endurecimento do concreto, devido ao cimento empregado. Na fase de pega, o concreto não deve ser perturbado por operações de transporte, colocação nas formas e adensamento. O fim de pega é o momento em que se conclui a solidificação do concreto ou da pasta de cimento e se inicia o endurecimento passando a adquirir resistência da mistura. Entre o início e o final da pega o concreto ou argamassa não deverá sofrer choque ou vibração para não impedir a cristalização da pasta, caso os compostos cristalinos de hidratação sejam interrompidos, ocorrerá perda de qualidade do concreto ou argamassa.

Especificações do cimento

O Cimento Portland é fabricado conforme as especificações da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

EXIGÊNCIAS FÍSICAS											
Tipos	Classe (MPa)			Tempo de pega		Expansibilidade de		Resistência à compressão			
		#200 (75 μm)	Blaine (m/kg)	Início (h)	Fim (h)	A frio (mm)	A quente (mm)	1 Dia (MPa)	3 Dias (MPa)	7 Dias (MPa)	28 Dias (MPa)
CP I CP I - S	25	≤ 12,0	≥ 240	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 12,0	≥ 260	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 10,0	≥ 280	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0
CP II - E CP II - Z CP II - F	25	≤ 12,0	≥ 240	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 12,0	≥ 260	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 10,0	≥ 280	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0
CP III	25	≤ 8,0	-	≥ 1	≤ 12,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 8,0	-	≥ 1	≤ 12,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 8,0	-	≥ 1	≤ 12,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 12,0	≥ 23,0	≥ 40,0
	25	≤ 8,0	-	≥ 1	≤ 12,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0

CP IV	32	≤ 8,0	-	≥ 1	≤ 12,0	≤ 5,0	≤ 5,0	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
CP V - ARI		≤ 6,0	≥ 300	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	≥ 14,0	≥ 24,0	≥ 34,0	-
CP V - ARI RS		≤ 6,0	≥ 300	≥ 1	≤ 10,0	≤ 5,0	≤ 5,0	≥ 11,0	≥ 24,0	≥ 34,0	-

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS					
Tipos	Resíduo insolúvel %	Perda ao fogo %	MgO %	SO ₃ %	CO ₂ %
CP I	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 1,0
CP I - S	≤ 5,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP II - E	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II - Z	≤ 16,0	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II - F	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP III	≤ 1,5	≤ 4,5	---	≤ 4,0	≤ 3,0
CP IV	---	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP V - ARI	≤ 1,0	≤ 4,5	≤ 6,5	* *	≤ 3,0
CP V - ARI RS	---	≤ 4,5	≤ 6,5	* *	≤ 3,0

* * < 3,5% para C₃A < 8,0% e < 4,5% para C₂A > 8,0%

Referências Bibliográficas

ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland, "Guia básico de utilização do cimento Portland". São Paulo: ABCP, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 5732/91: cimento Portland comum". Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 11578/91: cimento Portland composto". Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 5735/91: cimento Portland de alto-forno". Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 5733/91: cimento Portland de alta resistência inicial". Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 5736/91: cimento Portland pozolânico". Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, "NBR 5737/92: cimentos resistentes a sulfatos". Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

CIA. DE CIMENTO ITAMBÉ, "Noções de fabricação do cimento". Material interno. Curitiba: Itambé, 2000.

CIA. DE CIMENTO ITAMBÉ, "*Cimento: fabricação e características*".
Material interno. Curitiba: Itambé, 2002.

DUDA, W. H, "*Manual tecnologico del cemento*". Barcelona: Editores
Tecnicos Asociados, 1977.

LEA, F. M, "*The chemistry of cement and concrete*". New York: Chemical
Publishing Co., 1971.

Participaram da reelaboração desta apostila:

Aline Martins, Suzana Ramos Mercadé, Jorge Aoki, Fábio Madi, Carlos Gustavo Marcondes e
Idécio França Neves.

22.02.2007