



TREINAMENTO

Eu entendo de
CIMENTO!



@CIMENTOCASN

SUMÁRIO

1.	CSN.....	4
2.	TIPOS DE INDÚSTRIAS DE CIMENTO	5
2.1.	FÁBRICA DE MOAGEM	5
2.2.	FÁBRICA MISTURADORA	6
2.3.	FÁBRICA INTEGRADA	6
3.	MATÉRIAS PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO CIMENTO	6
3.1.	CALCÁRIO	6
3.2.	CLÍNQUER.....	7
3.3.	GESSO	7
3.4.	ESCÓRIA	7
3.5.	POZOLANA	8
4.	TIPOS DE CIMENTOS.....	8
4.1	CIMENTO PORTLAND CP III-40 RS - FICHA TÉCNICA	10
4.1.1.	VANTAGENS E APLICAÇÕES DO CP III-32 RS e CP III-40 RS.....	12
4.2.	CIMENTO PORTLAND CP II-F-32 - FICHA TÉCNICA.....	12
4.3.	CIMENTO PORTLAND CP II-E-40 e CP II-E-32 - FICHA TÉCNICA.....	13
4.4.	PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS CIMENTOS CP II	13
4.4.1	VANTAGENS E APLICAÇÕES DOS CIMENTOS CP II	14
5.	PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CIMENTO	14
6.	TIPOS DE CIMENTO E APLICAÇÕES RECOMENDADAS	16
7.	CONTROLE DE QUALIDADE DOS CIMENTOS CSN.....	17
8.	CONCRETO.....	18
8.1.	AGREGADOS PARA O CONCRETO.....	18
8.2.	MELHORES PRÁTICAS PARA EVITAR PATOLOGIAS NO CONCRETO	18
9.	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.....	19
10.	SAÚDE E ERGONOMIA	20
11.	EMBALAGEM.....	20
12.	RECEBIMENTO E ESTOCAGEM	22
13.	PRAZO DE VALIDADE	23
14.	DICAS	23
15.	MINIDICIONÁRIO DE CIMENTOS.....	24
16.	DÚVIDAS MAIS FREQUENTES (FAQ).....	26

17.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
-----	---------------------------------	----

1. CSN

Fundada em 09 de abril de 1941 e com operações iniciadas em 1º de outubro de 1946, a CSN – Companhia Siderúrgica Nacional - desenvolve produtos siderúrgicos de alto valor agregado que abastecem a indústria automobilística, a construção civil, os fabricantes de eletrodomésticos e o setor de embalagens, tanto no mercado interno, como fora do Brasil.

A Companhia atua em toda a cadeia produtiva do aço, desde a extração do minério de ferro, até a produção e comercialização de uma diversificada linha de produtos que incluem cimento, aços planos (laminados a quente e a frio, galvanizados, pré-pintados e folhas metálicas) e aços longos (vergalhões, fio máquina e perfis laminados).

Ocupando um lugar de destaque no segmento Siderúrgico mundial, com tradição e pioneirismo na produção de aços planos no Brasil, e pensando na relação entre os seus negócios - a Companhia utiliza a escória granulada do alto forno, um subproduto do processo de fabricação do aço, para fabricar seu cimento - em maio de 2009 a CSN iniciou a produção do Cimento CSN dentro da UPV (Usina Presidente Vargas), em Volta Redonda, no Rio de Janeiro e, em 2015, iniciou uma nova operação em Arcos, Minas Gerais.

Na fábrica de Arcos se produz o principal insumo na fabricação de cimento, o clínquer. Em operação desde 2016, a segunda unidade de moagem dobrou a capacidade da planta de Arcos e os investimentos da CSN transformaram a região em um dos maiores polos cimenteiros do Brasil.

As unidades têm capacidade para produzir todos os tipos de cimentos: CP I, CP II, CP III, CP IV e CP V.

4

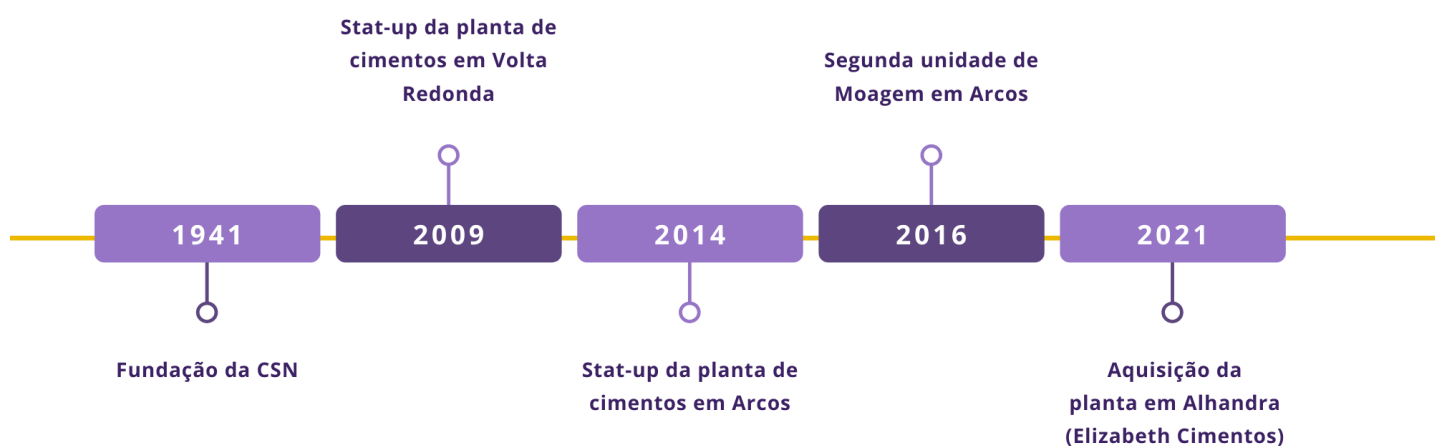


Figura 1: Marcos na história da CSN (Fonte: CSN)

2. TIPOS DE INDÚSTRIAS DE CIMENTO

Para a fabricação do cimento, existem três tipos diferentes de fábricas: fábrica de moagem, fábrica misturadora e fábrica integrada.

2.1. FÁBRICA DE MOAGEM

Na fábrica de moagem as matérias-primas já estão prontas para serem moídas e misturadas, sendo armazenadas em um galpão e o clínquer em um silo¹. Em seguida, são transportadas para os silos dosadores, depois para o moinho, passando pelo filtro e, enfim, são armazenados nos silos de cimento.

Se considerarmos a unidade de cimentos da CSN em Volta Redonda/RJ, isoladamente, poderemos considerá-la uma Fábrica de Moagem, ou seja, o clínquer e o calcário são recebidos da fábrica de Arcos/MG e a escória de alto-forno vem diretamente da Usina Presidente Vargas – UPV em Volta Redonda/RJ.



Figura 2: Fábrica de Moagem em Volta Redonda/RJ (Fonte: CSN)

¹ Silo - Grande depósito, em forma de cilindro, feito de metal ou de concreto armado, destinado a armazenar matérias-primas.

2.2. FÁBRICA MISTURADORA

Uma fábrica misturadora recebe todas as matérias-primas já moídas que ficam armazenadas em silos. De acordo com o tipo de cimento a ser fabricado, estas matérias-primas são transportadas, já na dosagem certa, para os misturadores e, após a mistura, seguem para os silos de cimento. Existem vários tipos de misturadores: horizontais, verticais, helicoidais, processos contínuos, por batelada etc.

2.3. FÁBRICA INTEGRADA

Uma fábrica de cimento é considerada integrada quando tem todos os insumos necessários para a fabricação, desde a exploração do calcário, até a expedição do produto.

Sendo assim, a fábrica do Cimento CSN é integrada, pois tem todos os requisitos inerentes ao processo de fabricação do cimento. Ou seja, a jazida de calcário, a moagem do cru e o forno de clínquer estão localizados todos em Arcos/MG. (INSERIR INFORMAÇÃO CSN ALHANDRA).

3. MATÉRIAS PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO CIMENTO

As propriedades e características do cimento Portland estão diretamente ligados à sua composição. O cimento é composto por clínquer, principal componente presente em todos os tipos de cimento Portland, e de adições, que variam de cimento para cimento e que são as responsáveis por definir seu tipo. É necessário estudar a dosagem ideal dos componentes de forma a determinar a melhor composição, de acordo com a necessidade, respeitando as normas técnicas aplicáveis.

3.1. CALCÁRIO

O calcário é uma rocha sedimentar formada pelo acúmulo, em ambientes marinhos rasos, águas quentes, calmas e transparentes, de fósseis e esqueletos de organismos, tais como: recifes de corais, conchas de moluscos, algas marinhas etc. Quando os seres vivos que habitam estes organismos morrem vão se depositando em um local e, num processo que dura milhares de anos, vão formando a rocha calcária. São materiais finamente divididos, constituídos em sua maior parte de carbonato de cálcio.



CALCÁRIO

3.2. CLÍNQUER

Segundo a norma ABNT NBR 16697, o clínquer constituído em sua maior parte de silicatos² de cálcio com propriedades hidráulicas e que se obtém pela queima a altas temperaturas de misturas convenientemente moídas e dosadas de materiais crus (calcários e argilosos). Esses materiais são aquecidos até próximos da fusão (em torno de 1450°C) em



grandes fornos rotativos que podem ter até 90 metros de comprimento por 3,5 metros de diâmetro. O clínquer que sai desses fornos tem formato esférico com diâmetro em torno de 2 cm.

3.3. GESSO

O gesso é um dos aglomerantes³ mais antigos conhecido pelo homem. O gesso foi utilizado nas pirâmides do Egito e pelos árabes no passado. Trata-se de um material branco e fino que em contato com a água hidrata-se e libera calor. É um aglomerante obtido por meio da desidratação térmica da gipsita (minério de gesso) que, por sua vez, é aquecida em torno de 150°C, perdendo parte de sua água e



transformando-se em gesso. A gipsita é aquecida em fornos cuja temperatura normalmente varia de 100 a 200°C, ocasionando a desidratação parcial e resultando em gesso.

3.4. ESCÓRIA

É utilizada na fabricação do cimento CP II-E e CP III (ABNT NBR 16697). A escória utilizada pela CSN para a fabricação dos cimentos é obtida durante o processo de fabricação do ferro gusa (matéria-prima do aço). Esse processo é realizado em unidades industriais chamadas altos-fornos onde, por



² Silicatos – Constituem a maior e mais importante classe de minerais constituintes das rochas.

³ Aglomerantes - Materiais que tem a função de aglutinação de outros materiais e que promovem o endurecimento.

resfriamento brusco, reduzem-se os óxidos contidos nos minerais de ferro e separam-se as impurezas que os acompanham. A massa composta por esses processos é removida e denominada escória de alto-forno.

A característica mais importante da escória granulada de alto-forno é a capacidade hidráulica potencial, que permite que quando moída e em contato com a água, ela endureça (propriedade cimentante). Isso possibilita a substituição de parte do clínquer na fabricação de cimentos. A escória possui várias aplicações e é frequentemente reprocessada para separar quaisquer metais que possa conter. Dependendo das características das escórias de alto-forno, estas podem ter diversas aplicações, tais como: bases de estrada, asfalto, aterro/terraplanagem, agregado para concreto, cimento e aplicações especiais (lastro ferroviário, material para cobertura, isolamento, vidro, filtros, condicionamento de solo e produtos de concreto). A utilização da escória de alto forno tornou possível obter como resultado um tipo de cimento que, além de atender plenamente aos usos mais comuns, apresenta evolução de algumas propriedades, como maior resistência final e durabilidade.

3.5. POZOLANA

São utilizados nos cimentos CP I, CP II-Z e CP IV (ABNT NBR 16697). Segundo esta norma, são materiais silicosos ou silicoaluminosos, que por si só possuem pouca ou nenhuma atividade hidráulica, mas que, quando finamente divididos e na presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio, a temperatura ambiente, para formar compostos com propriedades cimentícias.



**GRÃOS DE
POZOLANA**

As pozolanas podem ser naturais (materiais de origem vulcânica ou de origem sedimentar) ou artificiais (materiais resultantes de processos industriais ou provenientes de tratamento térmico com argilas calcinadas, cinzas volantes etc.).

4. TIPOS DE CIMENTOS

No Brasil, vários tipos de cimento Portland são produzidos e se diferem, principalmente, com relação à sua composição. O cimento Portland (CP) pode ser classificado por sua resistência: 25 MPa⁴, 32 MPa ou 40 MPa, que representam as

⁴ MPa - Unidade conhecida como Mega Pascal. Utilizada para calcular resistência.

resistências mínimas à compressão⁵, aos 28 dias de idade (período de cura⁶). Todos os tipos são produzidos de acordo com a ABNT NBR 16697.

A tabela 1 apresenta a composição dos cimentos Portland comuns e compostos:

Tabela 1: Tipos de cimentos e composições

SIGLA	TIPO	COMPONENTES (PORCENTAGEM DE MASSA)			
		Clínquer + sulfatos de cálcio (gesso)	Escória granulada de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático (Calcário)
CP I	Comum	95 – 100		0 – 5	
CP I-S	Comum	90 – 94	–	–	6 – 10
CP II-E	Composto com escória granulada de alto forno	51 – 94	6 – 34	–	0 – 15
CP II-Z	Composto com material pozolânico	71 – 94	–	6 – 14	0 – 15
CP II-F	Composto com material carbonático	75 – 89	–	–	11 – 25
CP III	Alto-forno	25 – 65	35 – 75	–	0 – 10
CP IV	Pozolânico	45 – 85	–	15 - 50	0 – 10
CP V-ARI	Alta resistência inicial	90 – 100	–	–	0 – 10
CPB	Estrutural	75 - 100	–	–	0 – 25
	Não estrutural	50 – 74	–	–	26 – 50
CPB – Cimento Portland Branco					

A CSN produz, atualmente, os cimentos ensacados CP II-F-32, CP II-E-32, CP II-Z-32 e CP III-32 RS e modalidade granel CP II-E-40, CP II-F-40 e CP III-40. Trata-se de cimentos com resistência mínima de 32 e 40 MPa.

⁵ Resistência à compressão - Capacidade de suportar uma força de compressão aplicada sobre uma superfície em direção ao seu interior. Pode ser determinada a partir do ensaio de compressão.

⁶ Cura - De acordo com Ungericht e Piovesan (2011), é um processo técnico utilizado para desacelerar a evaporação da água de amassamento e permitir a completa hidratação do cimento.

4.1 CIMENTO PORTLAND CP III-40 RS e CP III-32 RS – FICHA TÉCNICA

O CP III-40 RS e CP III-32 RS são normatizados através da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 16697. As produções industriais são feitas pela moagem do clínquer, gesso, escória granulada de alto-forno, também conhecida como LHS – Ligante Hidráulico Siderúrgico. Pode ser adicionado material carbonático em pequena proporção.

O cimento Portland também pode ser classificado como RS (Resistente a Sulfatos), normatizado através da ABNT NBR 16697, ou seja, resistente à água de esgotos, água do mar e alguns tipos de solos com compostos agressivos⁷.

Segundo a norma ABNT NBR 16697 são considerados resistentes a sulfatos (RS):

a) *Os requisitos de resistência a sulfatos aplicam-se somente aos cimentos Portland comercializados com o sufixo RS;*

b) *Os cimentos Portland resistentes a sulfatos devem apresentar expansão menor ou igual a 0,03 % aos 56 dias, sendo ensaiados para efeito da verificação da conformidade à resistência a sulfatos, de acordo com ABNT NBR 13583*

c) *A resistência a sulfatos deve ser objeto de um controle estatístico, dentro da hipótese de uma distribuição gaussiana, assegurando-se que os valores obtidos cumpram com o estabelecido nos critérios de resistência com 97% de probabilidade de estes limites serem atendidos, isto é, a probabilidade de os limites não serem atingidos é de 3%.*

A adição da escória de alto-forno à composição do cimento CP III contribui para o aumento da resistência final do concreto. E é essa mesma escória que é a responsável pela coloração mais clara do CP III, quando comparado a outros tipos de cimentos. Ou seja, a cor do cimento é determinada pelas matérias-primas componentes do produto, não tendo relação alguma com a resistência ou não do concreto. A mistura de cimento, água e outros materiais de construção civil produzem argamassas⁸ e concretos para as mais diversas aplicações.

10

Tabela 2: Porcentagem de massa para composição do CP III segundo a ABNT NBR 16697

TIPO DE CIMENTO	CLINQUER E GESSO	ESCÓRIA GRANULADA DE ALTO-FORNO	MATERIAL CARBONÁTICO
CP III	25 - 65	35 - 75	0 – 10

A escória de alto-forno tem propriedades hidráulicas que quando misturada ao clínquer reage quimicamente produzindo o endurecimento da argamassa ou concreto, conferindo melhores propriedades aos cimentos.

⁷ Compostos Agressivos – Compostos que promovem uma degradação acelerada dos materiais. Estão presentes em esgotos, armazéns de fertilizantes, ambientes marinhos etc.

⁸ Argamassa - Mistura homogênea de agregados miúdos (areias naturais ou de britagem) com a finalidade de unir materiais, como tijolos e ladrilhos. Pode ser utilizado também para regularizar superfícies.

Algumas das mais importantes características do Cimento CSN CP III-40 RS e CP III-32 RS são as resistências mecânicas, avaliadas no ensaio de compressão de corpos de prova, moldados em uma mistura controlada de cimento areia e água. A ABNT NBR 7215 padroniza a execução deste ensaio.

Tabela 3: Principais características físicas do cimento CP III-40 RS e CP III-32 RS

TIPO DE CIMENTO	Classe	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO				FINURA	TEMPO DE PEGA		EXPANSIBILIDADE	
		MPa 3 dias	MPa 7 dias	MPa 28 dias	MPa 91 Dias	Resíduo na Peneira 75 µm	Início (min.)	Fim (min.)	À frio (mm)	À quente (mm)
CP III	32	≥ 10	≥ 20	≥ 32	≥ 40	≤ 8,0	≥ 60	≤ 720	≤ 5	≤ 5
	40	≥ 12	≥ 23	≥ 40	≥ 48	≤ 8,0	≥ 60	≤ 720	≤ 5	≤ 5

O uso de escória de alto-forno no CP III tem vantagens técnicas que atribuem maior durabilidade, causada por melhorias como a diminuição da porosidade capilar⁹ do concreto e, como consequência, menor permeabilidade. Assim, peças produzidas com o CP III-32 RS e CP III-40 RS têm maior resistência a ataques químicos de águas agressivas, como esgoto e água do mar.

O cimento CP III também deve atender as exigências químicas estabelecidas pela ABNT NBR 16697, conforme tabela 4.

11

Tabela 4: Propriedades do cimento CP III

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS	
Determinações Químicas	Limites (% da massa)
Resíduo insolúvel (RI)	≤ 5,0
Perda ao fogo (PF)	≤ 6,5
Trióxido de enxofre (SO ₃)	≤ 4,5
Anidrido carbônico (CO ₂)	≤ 5,5

A escória de alto-forno se processa mais lentamente, o que conduz a uma hidratação com menor liberação de calor. Esta característica auxilia na execução de peças esbeltas como blocos de fundação e lajes subpressão.

O CP III-32 RS e CP III 40 RS auxiliam na mitigação da Reação Álcali Agregado¹⁰.

⁹ Porosidade Capilar - Quantidade de vazios (ou poros) que existem dentro do concreto.

¹⁰ Reação Álcali Agregado – Patologia que ocorre no concreto endurecido em idades tardias, causando a expansão pela formação de um gel expansivo.

4.1.1. VANTAGENS E APLICAÇÕES DO CP III-40 RS e CP III-32 RS

- Diminuição da probabilidade do surgimento de trincas e fissuras: A cura desse cimento libera pouco calor de hidratação, isso garante maior estabilidade de volume, diminuindo o aparecimento de trincas e fissuras;
- Durabilidade: Resulta em estruturas mais compactas e duráveis, que resistem melhor à ação dos agentes agressivos;
- Impermeabilidade¹⁰: Por ter uma estrutura mais compacta, pode-se dizer que esse tipo de cimento é menos permeável se comparado a outros tipos;
- Alta eficiência em meios agressivos: São muito indicados para obras em ambientes salinos, solos pantanosos, águas sulfatadas e rios com despejos industriais;
- Coloração clara: A cor clara e uniforme deixa o concreto aparente mais bonito;
- Ecologicamente correto: É o cimento mais ecológico de todos os cimentos produzidos no Brasil. Preserva as jazidas naturais, pois aproveita o rejeito das siderúrgicas (escória de alto-forno) - a utilização da escória de alto-forno, que é um subproduto da produção do ferro gusa, tem um efeito de minimização do impacto ambiental tanto na indústria do aço quanto na do cimento -, reduzindo significativamente a emissão de CO₂ para a atmosfera durante o processo. Além de auxiliar na redução da exploração das reservas naturais de calcário, argila e de matérias-primas do clínquer.

12

O CP III-32 RS e CP III-40 RS podem ser utilizados em todas as aplicações da construção civil como:

- Fundação;
- Estruturas de concreto massa ou armado;
- Pavimento de concreto simples ou armado
- Argamassa de diversos tipos;
- Artefatos de concreto;
- Fundações especiais como de obras marítimas;
- Obras de saneamento que estão sujeitas a exposição em águas agressivas.

4.2. CIMENTO PORTLAND CP II-F-32 - FICHA TÉCNICA

Também produzido segundo a norma ABNT NBR 16697, o cimento Portland CP II-F é um cimento composto de silicatos de cálcio, alumínio e ferro, sulfato de cálcio e material carbonático.

¹⁰ Impermeabilidade - Capacidade de impedir a passagem de líquido ou de outras substâncias.

Tabela 5: Porcentagem de massa para composição do CP II-F-32 segundo a ABNT NBR 16697

TIPO DE CIMENTO	CLÍNQUER E GESSO	MATERIAL CARBONÁTICO
CP II-F-32	75 – 89	11 – 25

4.3. CIMENTO PORTLAND CP II-E-40 e CP II-E-32 - FICHA TÉCNICA

Produzido segundo a norma ABNT NBR 16697, o cimento Portland CP II-E é um cimento composto de silicatos de cálcio, alumínio e ferro, sulfato de cálcio, material carbonático e escória de alto-forno.

Tabela 6: Porcentagem de massa para composição do CP II-E segundo a ABNT NBR 16697

TIPO DE CIMENTO	CLÍNQUER E GESSO	ESCÓRIA GRANULADA DE ALTO-FORNO	MATERIAL CARBONÁTICO
CP II-E	51 – 94	6 – 34	0 – 15

Este tipo de cimento tem em sua composição uma quantidade menor de escória de alto-forno, se comparado ao CP III e é indicado para a construção geral, exposta ao ataque moderado do sulfato.

4.4. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS CIMENTOS CP II

13

Na tabela 7 podemos avaliar as características e propriedades físicas dos cimentos CP II quanto ao início e fim de pega¹¹, expansibilidade a quente e a frio, e resistência à compressão com 3, 7 e 28 dias de idade:

Tabela 7: Principais características físicas dos cimentos CP II

TIPO DE CIMENTO	Classe	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO				FINURA Resíduo na Peneira 75 µm	TEMPO DE PEGA		EXPANSIBILIDADE	
		MPa 3 dias	MPa 7 dias	MPa 28 dias	MPa 91 dias		Início (min.)	Fim (min.)	À frio (mm)	À quente (mm)
CP II	32	≥ 10	≥ 20	≥ 32	-	≤ 12,0	≥ 60	≤ 600	≤ 5	≤ 5
	40	≥ 15	≥ 25	≥ 40	-	≤ 10,0	≥ 60	≤ 600	≤ 5	≤ 5

¹¹ Pega - Tempo decorrido após o contato inicial do cimento com a água. É o tempo em que ocorrem as reações que provocam o endurecimento do concreto ou argamassa.

Os cimentos CP II-F-32, CP II-E-32 e CP II-E-40 devem atender às exigências químicas estabelecidas pela norma ABNT NBR 16697, conforme tabela 8.

Tabela 8: Propriedades dos cimentos CP II-E e CP II-F

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS		
Determinações Químicas	Limites (% da massa)	Limites (% da massa)
	CP II-E	CP II-F
Resíduo insolúvel (RI)	≤ 5,0	≤ 7,5
Perda ao fogo (PF)	≤ 8,5	≤ 12,5
Óxido de magnésio (MgO)	–	–
Trióxido de enxofre (SO ₃)	≤ 4,5	≤ 4,5
Anidrido carbônico (CO ₂)	≤ 7,5	≤ 11,5

4.4.1 VANTAGENS E APLICAÇÕES DOS CIMENTOS CP II

- Versatilidade: Pode ser utilizado em praticamente todas as fases da construção;
- Secagem rápida: É um cimento versátil, de secagem rápida, para uso geral em concretos e argamassas;
- Resistência iniciais superiores: Sua composição garante ao CP II resistência inicial superior.

Os cimentos do tipo CP II são indicados para todas as aplicações da construção civil, como:

- Fundações;
- Argamassas de assentamento, revestimento e chapisco;
- Estruturas de concreto armado com função estrutural
- Concreto armado que necessita de desforma rápida
- Pavimento de concreto simples ou armado
- Pisos industriais
- Concreto simples e magro
- Concreto protendido
- Estruturas pré-moldadas
- Artefatos de cimento;

5. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CIMENTO

O cimento da CSN é produzido de forma integrada, como descrito no Item 2.1. As principais etapas durante a produção do cimento são:

1. Extração da matéria-prima – A mina de calcário localizada em Arcos/MG é responsável pelo suprimento de calcário não siderúrgico para produção do clínquer;
2. Trituração, moagem e homogeneização – O calcário é misturado à argila e o composto é reduzido a partículas bastante pequenas para obtenção da “farinha de cru”;
3. Clinquerização - Na planta de Arcos /MG a “farinha de cru” é inserida em um sistema de pré-aquecimento para poupar energia. Em seguida é levada ao forno rotativo à 1450°C para produção do clínquer;
4. Moagem - O clínquer é moído com adições de: gesso, calcário, escória de alto forno siderúrgico ou pozolana, conforme o tipo de cimento Portland;
5. Estocagem - O cimento CSN é armazenado temporariamente em silos de concreto;
6. Ensacamento - A última etapa do processo de produção do cimento consiste no ensacamento para posterior distribuição ou à granel.

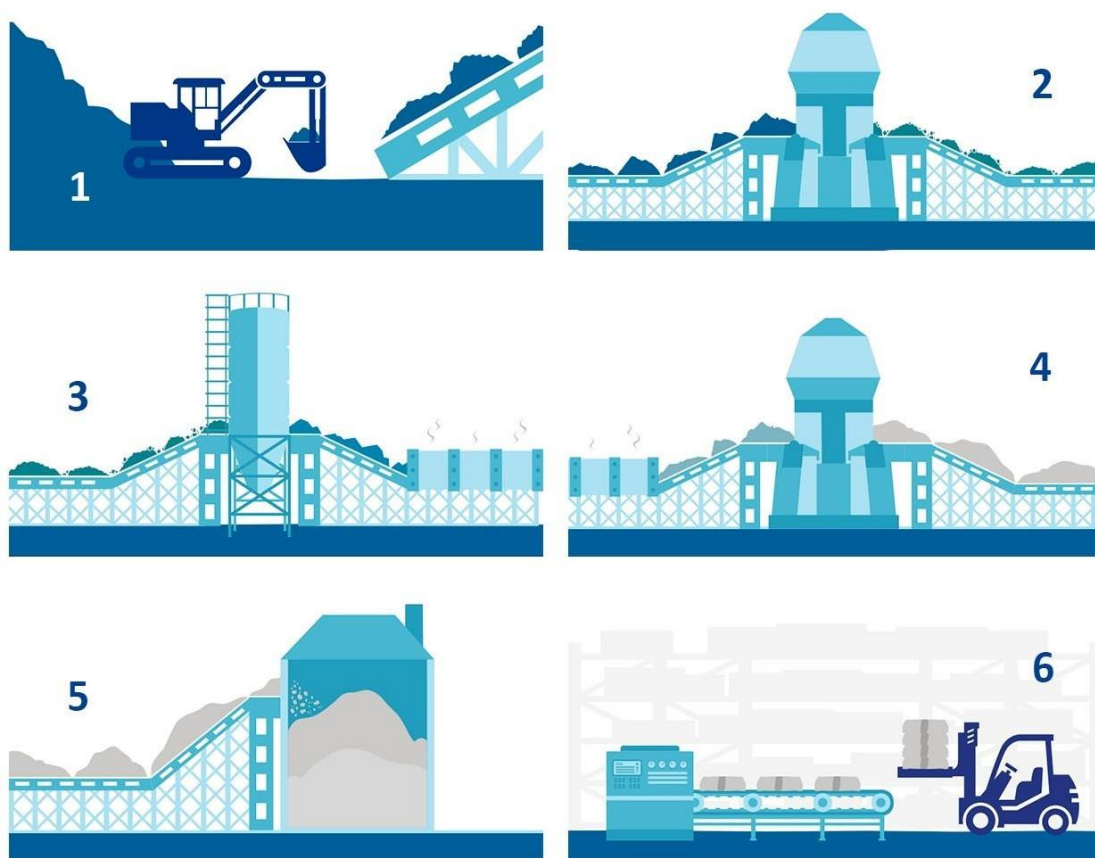


Figura 3 – Processo de Fabricação do Cimento CSN (Fonte: CSN)

6. TIPOS DE CIMENTO E APLICAÇÕES RECOMENDADAS

APLICAÇÕES	CPH-E-40	CPH-F-32 CPH-E-32	CPH-32 RS
Argamassa de revestimento e assentamento de tijolos e blocos			
Argamassa de assentamento de azulejos e ladrilhos			
Argamassa de rejuntamento de azulejos e ladrilhos			
Concreto simples (sem armadura)			
Concreto magro (para passeios e enchimentos)			
Concreto armado com função estrutural			
Concreto protendido com protensão das barras antes do lançamento do concreto			
Concreto protendido com protensão das barras após o endurecimento do concreto			
Concreto armado para desforma rápida, curado por aspersão de água ou produto químico			
Concreto armado para desforma rápida, curado a vapor ou com outro tipo de cura térmica			
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento curados por aspersão de água			
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados a vapor ou com outro tipo de cura térmica			
Pavimento de concreto simples ou armado			
Pisos industriais de concreto			
Solo-cimento			
Argamassas e concretos para meios agressivos (água do mar e de esgotos)			
Concreto-massa			
Concreto com agregados reativos			

 Mais adequado

 Adequado mediante adaptações

7. CONTROLE DE QUALIDADE DOS CIMENTOS CSN

Antes de ir para o cliente, o cimento CSN é submetido a ensaios físicos e químicos para garantir a qualidade de todos os insumos da produção. Por meio de gráficos são acompanhados os índices de qualidade, assim como as resistências à compressão em 1, 3, 7 e 28 dias de idade do cimento. Além disso, é feito o controle do clínquer e da finura da malha #325¹², início e fim de pega, e todos os ensaios químicos necessários: resíduo insolúvel (RI), perda ao fogo (PF), óxido de magnésio (MgO), Trióxido de Enxofre (SO₃) e anidrido carbônico (CO₂).



Foto 4 – Preparação de amostras para ensaio físico (Fonte: CSN)

17

Outras características podem ser exigidas, tais como: calor de hidratação, inibição da expansão devida à reação álcali-agregado¹³, resistência a meios agressivos e tempo máximo de início de pega. Para realizações dos ensaios, conta-se com profissionais altamente capacitados e equipamentos de última geração.

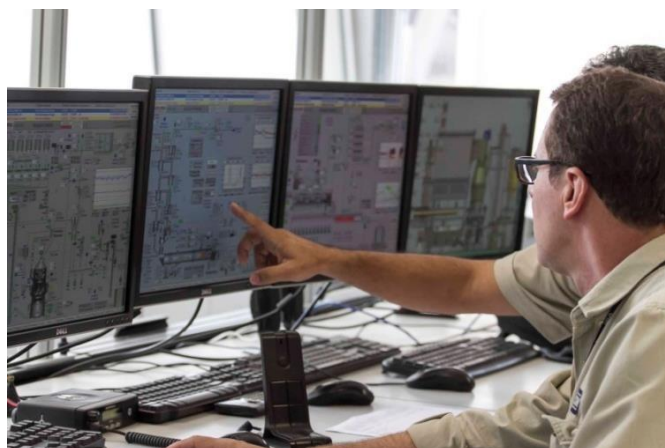


Foto 5 – Sala de controle do processo de produção de cimentos (Fonte: CSN)

¹² Finura da Malha # 325 - Peneira utilizada para teste de finura do cimento com malha de número 325.

¹³ Reação Álcali-Agregado – Ocorre no concreto endurecido em idades tardias devido ao alto teor álcalis presentes no cimento e agregados em conjunto com a água.

8. CONCRETO

8.1. AGREGADOS PARA O CONCRETO

As características dos agregados como areia e brita, podem influenciar no comportamento e aplicação do concreto, através do aumento ou diminuição da quantidade de seus componentes. Além da influência benéfica quanto à retração e resistência, o tamanho dos agregados, densidade e formato podem definir as características de um concreto. Com relação ao tamanho dos grãos, os agregados podem ser divididos em graúdos e miúdos. Agregados graúdos são considerados os materiais cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, conforme especificado pela ABNT NBR 7211. Agregados miúdos cujos grãos passam pela peneira com abertura da malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 150 µm, atendidos pela norma citada anteriormente.



Figura 6 - Tipos de brita, areia e pedriscos (Fonte: Google)

De acordo com o tipo de aplicação é possível escolher qual o agregado mais indicado.

8.2. MELHORES PRÁTICAS PARA EVITAR PATOLOGIAS NO CONCRETO

Como o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil deve-se tomar cuidado durante a sua preparação com o objetivo de aumentar sua vida útil e desempenho.

Patologias podem ocorrer devido a fatores ambientais, utilização de traço incorreto ou de agregados com contaminantes. Para evitar tais problemas, que podem comprometer a segurança e durabilidade da obra, é necessário consultar os padrões normativos para análise da característica do concreto a ser aplicado de acordo com o local da obra.

9. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Tão importante quanto realizar uma obra com qualidade, é realizá-la com segurança. E para isso é essencial que se utilize os Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Segundo a Norma Regulamentadora 6 (NR 6) considera-se EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Tal equipamento só poderá ser colocado à venda ou utilizado se tiver a indicação do Certificado de Aprovação (CA), expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Com relação ao uso de EPI's nas obras e pensando exclusivamente no uso do cimento temos as seguintes indicações (figura 7):



19

Figura 7 – Equipamentos de proteção individual mais comumente utilizados (Fonte: CSN)

Dependendo da atividade/função que se vai exercer, além dos já citados, outros EPI's podem ser necessários. Sua utilização vai depender do grau de periculosidade e exigência da obra:

- EPI's Pedreiro: capacete, óculos, calçado de segurança com biqueira de aço, bota de borracha para concretagens, luvas de látex (borracha), respirador semi-facial PFF2 (descartável) e creme de proteção.

- EPI's Ajudante: capacete, óculos, calçado de segurança com biqueira de aço, bota de borracha para concretagens, luvas de látex (borracha), respirador semi-facial PFF2 (descartável) e creme de proteção.

10. SAÚDE E ERGONOMIA

Entende-se como ergonomia o estudo entre a relação do homem com o trabalho visando planejar a melhor forma que serão realizadas as tarefas e avaliando as limitações de cada indivíduo. Sendo assim, entende-se que a ergonomia é extremamente importante para se prevenir e/ou minimizar os riscos durante o trabalho, proporcionando ao trabalhador integridade física e mental.

Segundo a ERGONOMICS RESEARCH SOCIETY a “ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, é a comunicação entre o homem e a máquina, equipamento, ambiente e, particularmente, da aplicação de conhecimentos de anatomia e fisiologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento”.

Assim como para os EPI's, existem normas regulamentadoras implementadas para reduzir o risco do funcionário na obra. A Norma Regulamentadora 17 (NR – 17) visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho, de modo que seja proporcionado o máximo de conforto, segurança e desempenho ao trabalhador.

20

11. EMBALAGEM

De acordo com a ABNT NBR 16697 deve constar na sacaria a marca do produto e razão social do produtor; a designação normalizada, a sigla, a classe e o sufixo (quando houver); a massa líquida de cimento; o prazo de validade e a data da produção (ou apenas a data da validade); condições apropriadas de manuseio e armazenamento do produto e referência à esta Norma.

O cimento é embalado em sacos de papel *Kraft* de duas folhas. É uma embalagem utilizada no mundo inteiro para proteger o cimento da umidade e do manuseio no transporte. Além disso, este tipo de embalagem é a única que permite às ensacadeiras automáticas ensacar o produto ainda muito quente, processo imprescindível no fluxo de produção.

O saco de cimento não deve apresentar nenhuma avaria na ocasião da inspeção e recebimento.



Figura 8: Frente do saco de cimento CSN (Fonte: CSN)

21



Figura 9: Verso do saco de cimento CSN (Fonte: CSN)

12. RECEBIMENTO E ESTOCAGEM

Para garantir a qualidade do produto alguns cuidados devem ser tomados com a sacaria durante o recebimento:

- Os sacos de cimento não devem estar úmidos, ou com aparência de que já foram molhados;
- Não devem existir pedras, pois isso indica que o cimento absorveu umidade e encontra-se hidratado. Este cimento não deverá ser utilizado, pois sua qualidade foi alterada;
- Caso não tenha sido contaminado, o cimento que está com o saco rasgado pode ser utilizado. A melhor forma de comercializar este cimento é por quilo, comumente chamada de "venda picada";
- O cimento deve ser estocado em local seco, coberto e fechado, longe do contato com água, afastado do chão e das paredes.

É recomendável iniciar a pilha de sacos de cimento sobre palete, montado a cerca de 30 cm do chão ou do piso e a 10 cm de distância das paredes. As pilhas devem ter no máximo 10 sacos, pois o grande peso sobre as primeiras embalagens faz com que os grãos fiquem quase endurecidos, sendo necessário “afofá-los” antes do uso, o que pode levar ao rompimento do saco e à perda do material. Além disso, a pilha de 10 sacos também facilita a contagem no momento da entrega e controle dos estoques.

22

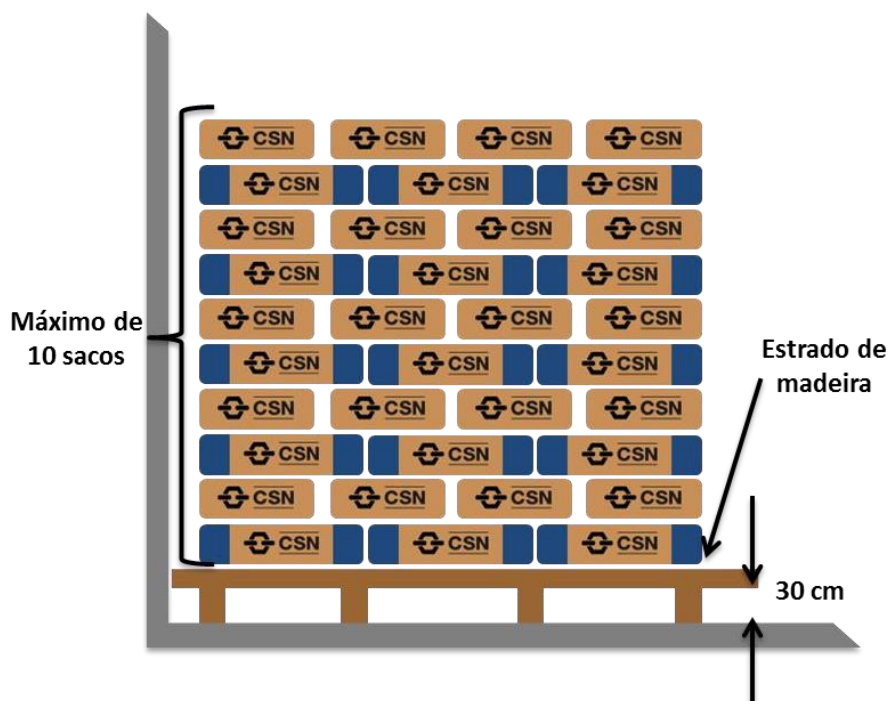


Figura 10: Forma mais adequada de estocagem do cimento

13. PRAZO DE VALIDADE

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 16697 Item 7.4, o prazo de validade do cimento é de 90 dias a partir da data de fabricação e é válido sempre que mantidas as condições de armazenamento citados no item 12, ressalvando-se que durante o transporte os sacos também devem ser protegidos contra os agentes intempéricos.

14. DICAS

É necessário estudar a dosagem ideal dos componentes das argamassas e concretos a partir do tipo de cimento utilizado, de forma a estabelecer uma composição que forneça o melhor resultado ao menor custo. As dosagens devem obedecer a métodos racionais comprovados e que respeitem as normas técnicas aplicáveis.

Existem alguns cuidados que são necessários para fazer um bom concreto:

- A água utilizada tem que ser limpa. Não pode conter açúcar, óleo ou matéria orgânica;
- A areia e a brita não podem conter impurezas (material orgânico, torrões de argila, excesso de material pulverulento). NUNCA adicionar sal ou açúcar na mistura;
- Exposto ao sol e ao vento, o concreto perde a água antes de endurecer, o que ocasiona trincas e fissuras. Por isso, deve ser realizado o processo de cura úmida, pelo menos, três vezes ao dia. Depois de curado o material torna-se 30% mais resistente.

23

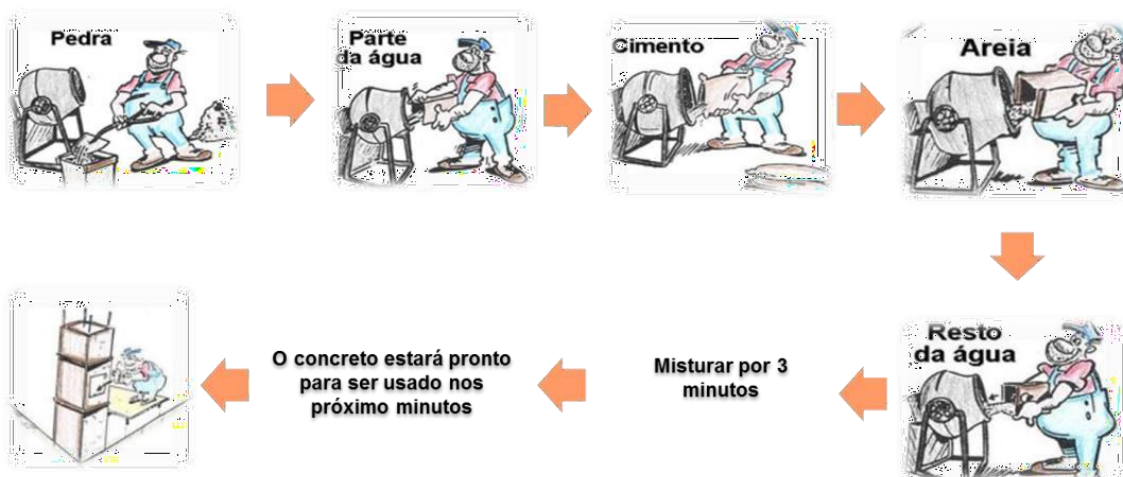


Figura 11: Sequência da produção do concreto (Fonte: CSN)

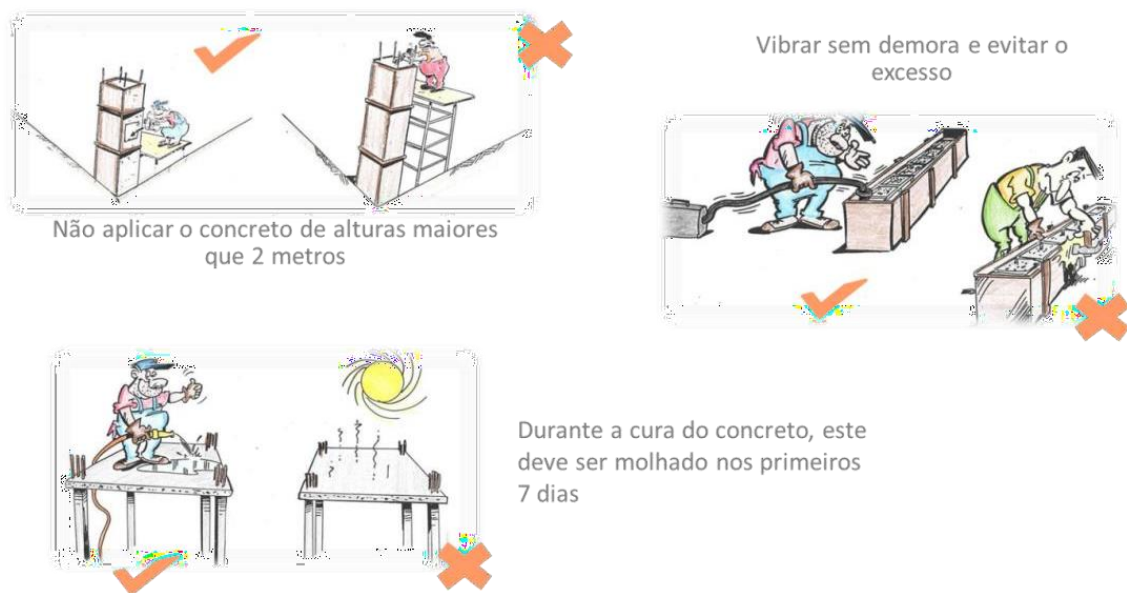


Figura 12: Sequência da utilização do concreto (Fonte: CSN)

15. MINIDICIONÁRIO

Aglomerantes - Materiais que dão liga, ou seja, que unem os outros materiais e promovem o endurecimento. Ex.: cimento, escória de alto-forno, materiais pozolânicos etc.

Agregados reativos - Elementos químicos presentes na areia ou brita que podem reagir com o cimento e água, causando redução na resistência química e física do concreto.

Ambiente agressivo – Ambiente que promove uma degradação acelerada dos materiais devido à presença de certos compostos químicos (esgotos, armazéns de fertilizantes, ambientes marinhos etc.).

Argamassa - Mistura homogênea de agregados miúdos com a finalidade de unir materiais, como tijolos e ladrilhos. Pode ser utilizado também para regularizar superfícies.

Baia - Ambiente separado por divisórias para estoque de agregados graúdos e miúdos.

Brita - Pedra fragmentada utilizada na mistura de concreto com granulometria definida.

Calor de Hidratação - Calor gerado durante a reação química entre o cimento e a água.

Cimento - Aglomerante hidráulico que, em contato com a água, produz reação exotérmica de cristalização de produtos hidratados, ganhando assim resistência mecânica. É o principal material da construção civil.



Concreto - Material utilizado na construção civil composto por cimento, areia, pedra, água. Pode conter aditivos e outros produtos dependendo das propriedades específicas que se deseja alcançar.

Cru - Mistura de calcário e argila utilizados para a produção do clínquer.

Finura da malha #325 - Peneira utilizada para teste de finura do cimento com malha de número 325.

Fundação – Estrutura responsável por transmitir as cargas da construção ao solo.

Impermeabilidade – Capacidade de impedir a passagem de líquido ou de outras substâncias.

Início de pega - Tempo decorrido após o contato inicial do cimento com a água. É o tempo em que se iniciam as reações que provocam o endurecimento do concreto ou argamassa.

Jazida mineral - Concentração de minerais, na superfície ou no interior da terra, que tenham valor econômico.

MPa – Unidade de medida conhecida como Mega Pascal. Utilizada para calcular resistência.

Período de cura – É o período que se permite a completa hidratação do cimento através do processo de desaceleração da evaporação de água, evitando assim o surgimento de fissuras e garantindo o desempenho do concreto ou argamassa.

Porosidade capilar - Quantidade de vazios (ou poros) que existem dentro do concreto.

Produto perecível - Produtos que estão sujeitos a deterioração, decomposição ou perda de validade em virtude da sua natureza. O cimento pode ser considerado um produto perecível uma vez que a água existente na atmosfera pode provocar sua cura ou endurecimento.

Reação álcali-agregado - Reação que ocorre no concreto no estado endurecido em idades tardias entre os álcalis presentes no cimento e agregados quando em contato com a água, gerando um gel expansivo causando a deterioração da estrutura.



Retração por secagem - Diminuição do volume, resultante da perda de água do material quando ele já se apresenta em estado sólido.

Resistência à compressão - Capacidade de suportar uma força de compressão aplicada sobre uma superfície em direção ao seu interior. Pode ser determinada a partir do ensaio de compressão.

Silo - Grande depósito, em forma de cilindro, feito de metal ou concreto, destinado a armazenar matérias-primas.

Silicatos - Materiais compostos principalmente de silício e oxigênio. Ex.: o grosso dos solos, rochas, argilas e areias.

Traço - Indicação das proporções dos componentes da argamassa ou cimento.

16. DÚVIDAS MAIS FREQUENTES (FAQ)

1. Qual a diferença entre os tipos de cimento da CSN que levam escória de alto forno em sua composição?

A principal diferença está na proporção da adição de escória de alto forno. O cimento CP II-E tem de 6 a 34% de escória alto forno, enquanto o CP III possui um teor maior, de 35 a 75% na composição.

26

2. A coloração do cimento tem alguma influência na sua qualidade?

A coloração mais clara ou mais escura não interfere na qualidade do produto, está relacionada com a origem da matéria prima e adições utilizadas. Por isso recomendamos que você utilize a mesma marca e tipo de cimento durante toda obra.

3. Como devo armazenar o cimento?

O cimento deve ser estocado em local seco, coberto e fechado, longe do contato com água e afastado do chão e das paredes. É recomendável iniciar a pilha de sacos de cimento sobre um estrado com empilhamento máximo 10 unidades, caso contrário os grãos dos primeiros sacos ficarão endurecidos, sendo necessário afofá-los antes do uso.

4. O cimento possui prazo de validade?

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 16697 Item 7.4, o prazo de validade do cimento é de 90 dias a partir da data de fabricação e é válido sempre que mantidas as condições de armazenamento citados no item 12, ressalvando-se que durante o transporte os sacos também devem ser protegidos contra os agentes intempéricos.

5. O cimento da CSN é ambientalmente sustentável?

Sim. O CP III-40 RS e o CP III-32 RS CSN que utilizam adição de escória de alto forno em sua composição podem ser considerados os mais ecológicos dentre os cimentos produzidos no Brasil, uma vez que este agregado reduz a exploração das reservas naturais de calcário e argila, e a emissão de CO₂ na atmosfera.

6. Qual a vantagem de ter escória na composição do cimento?

- Evita trincas devido ao ganho de resistência de forma lenta e gradual;
- Apresenta menor porosidade se comparado ao cimento sem escória;
- Alta eficiência em meios agressivos como: esgotos, armazéns de fertilizantes e ambientes marítimos;
- Ganho contínuo de resistência à compressão mesmo após os 28 dias;
- Ambientalmente sustentável uma vez que reduz a exploração de reservas naturais de calcário e argila e a quantidade de CO₂ no meio ambiente.

7. A quantidade de areia e água utilizada na mistura da argamassa tem influência na sua resistência?

Sim. Água a mais ou a menos pode comprometer o comportamento do concreto ou da argamassa, influenciando diretamente na resistência à compressão. Recomenda-se que você utilize sempre areia e brita na quantidade certa de acordo com a indicação da proporção.

27

8. Posso utilizar o cimento da CSN em todas as obras?

Sim. Você pode utilizá-los desde a fundação até o acabamento de suas obras.

9. Preciso comprar cimento para uma obra que terei aqui em casa. É possível comprar direto da CSN?

Para comprar diretamente da CSN, é necessário ser uma empresa do segmento da construção civil (pessoa jurídica) e ter um cadastro na Companhia. Entre em contato por meio do vendas.cimentocsn@csn.com.br ou da nossa central de relacionamento com o cliente (SAC) – 0800 2828-200 para obter informações sobre os revendedores mais próximos a você.

10. Como faço para ser revendedor do Cimento CSN?

É necessário ser uma empresa do segmento da construção civil (pessoa jurídica) e realizar um cadastro na CSN. Entre em contato através do vendas.cimentocsn@csn.com.br ou através da nossa central de relacionamento com o cliente (SAC) – 0800 2828-200 para mais informações.

17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento Portland. 7.ed. São Paulo, 2002. 28 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5732: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991. 5 p.

CIMENTO PORTLAND DE ALTO-FORNO. ABNT NBR 5735: Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991. 6 p.

CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO. ABNT NBR 5736: Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1991. 6 p.

CIMENTOS PORTLAND RESISTENTES A SULFATOS. ABNT NBR 5737: Cimentos Portland resistentes a sulfatos. Rio de Janeiro, 1992. 4 p.

CIMENTO PORTLAND COMPOSTO – ESPECIFICAÇÃO. ABNT NBR 11578: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991. 5 p.

CALLISTER, William d. Jr. Materials Science and Engineering an Introduction. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1991.

AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. Sindibrita. Disponível em: <http://www.sindibrita.org.br/servicos/agregados_para_construcao_civil.pdf>

CORROSÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Disponível em: <http://www.ipt.br/solucoes/272-corrosao_em_construcao_civil.htm>

EVALUATING CONCRETE DEFECTS. Portland Cement Association. Disponível em: <<http://www.cement.org/for-concrete-books-learning/concrete-technology/concrete-design-production/evaluating-concrete-defects>>

CONCRETE SLAB SURFACES DEFECTS. Portland Cement Association. Disponível em: <http://www.cement.org/docs/default-source/fc_concrete_technology/durability/is-177-concrete-slab-surface-defects-causes-prevention-repair.pdf?sfvrsn=4>



COMMON DEFECTS. Building and Construction Authority. Disponível em:
<<http://www.bca.gov.sg/professionals/iqas/others/precastdefect.pdf>>

ESTUDO DAS PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO PROVENIENTES DE ERROS EM ENSAIOS E EM PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS. 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Disponível em:
<http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60094_vf2.pdf>

CONCRETE TOOL REVIEWS. Disponível em: <<http://concretetoolreviews.com/>>

EFLORESCÊNCIA NO CONCRETO APARENTE. Tresuno. Disponível em:
<<http://tresuno.com.br/post/eflorescencia-no-concreto-aparente-patologia/>>

NR 17 - NORMA REGULAMENTADORA 17. Guia Trabalhista. Disponível em:
<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm#17.2._Levantamento,_transporte_e_descarga_individual_de_materiais>

A IMPORTÂNCIA DA ERGONOMIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO. Ceafi. Disponível em:
<<http://www.ceafi.com.br/biblioteca/pagina/34/a-importancia-da-ergonomia-na-construo-civil-uma-reviso>>

ABNT NBR 16697:2018 CIMENTO PORTLAND – REQUISITOS

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
GCeM - Gerência Comercial e Marketing
Revisão nº 08 de 01/12/2021



Companhia Siderúrgica Nacional

Atendimento ao consumidor e Televendas

0800 282 8200

www.csn.com.br

vendas.cimentocsn@csn.com.br