

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 1 de 6

SUMÁRIO

- 1_ Objetivo
- 2_ Documento a consultar
- 3_ Princípio do método
- 4_ Definição
- 5_ Aparelhagem
- 6_ Execução do ensaio
- 7_ Resultados
- 8_ Anexo A

1_ OBJETIVO

- 1.1_ Esta recomendação prescreve o método para determinar o teor de bentonita com poder aglomerante existente na areia de moldagem.

2_ DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 2.1_ CEMP E-01 - Areia padrão para ensaio em fundição – Especificação;
- 2.2_ CEMP 063 – Bentonita para fundição – Determinação da absorção de azul de metileno pelo método do pirofosfato de sódio e dispersão da bentonita com vibrador ultrassônico – Método de ensaio;
- 2.3_ CEMP 116 – Materiais para fundição - Determinação do fator da solução de azul de metileno por titulação com solução de cloreto Titanoso (TiCl₃) – Método de ensaio;
- 2.4_ CEMP 126 – Materiais para fundição – Amostragem de material na forma de pó - Procedimento;
- 2.5_ CEMP 206 - Bentonita para fundição – Determinação do teor de umidade – Método de ensaio;
- 2.6_ CEMP 211 - Processo de areia a verde para fundição – Amostragem de material – Procedimento;
- 2.7_ CEMP 216 – Materiais para fundição – Determinação do fator da solução de azul de metileno de forma indireta através de uma bentonita sódica natural – Método de ensaio.

3_ PRINCÍPIO DO MÉTODO

- 3.1_ A bentonita possui a propriedade de se deixar saturar com determinados íons e de mantê-los em estado permutável, isto é, com a capacidade de troca iônica.
- 3.2_ O azul de metileno em meio aquoso, é adsorvido pela argila conferindo-lhe uma coloração azul.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 2 de 6

3.3_ A saturação é atingida quando ocorre um halo ao redor da gota depositada num papel de filtro.

4_ **DEFINIÇÃO**

4.1_ Teor de argila ativa: teor de bentonita com poder aglomerante existente na areia de moldagem.

5_ **APARELHAGEM**

5.1_ Balança analítica;

5.2_ Bureta graduada de 50 ml;

5.3_ Bastão de vidro;

5.4_ Papel de filtro faixa azul;

5.5_ Copo de aço inoxidável ou vidro de 250 ml;

5.6_ Agitador mecânico com uma agitação entre 1500 e 2000 rpm;

5.7_ Vibrador ultrassônico que desenvolva um sinal entre 50 e 55 kHz;

5.8_ Solução aquosa centimolar de azul de metileno, fatorada conforme CEMP 116 ou CEMP 216;

5.9_ Solução aquosa de pirofosfato de sódio a 2 %;

Nota: O pirofosfato de sódio utilizado deve ser P.A. (Para Análise), pois a qualidade do produto pode influenciar diretamente no resultado.

5.10_ Areia de sílica isenta de argila, preferencialmente areia padrão produzida conforme especificação CEMP E-01;

5.11_ Água destilada, deionizada ou equivalente.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 3 de 6



Figura 1 – Imagem ilustrativa de um kit para determinação do azul de metileno

6_ EXECUÇÃO DO ENSAIO

6.1_ Preparação da amostra de areia a verde.

6.1.1_ Coletar uma amostra de areia a verde conforme recomendação CEMP 211;

6.1.2_ Secar uma amostra pesando entre 10 a 50 g em uma estufa a uma temperatura entre 105 e 130 °C até massa constante.

6.2_ Método 1: Determinação do teor de argila ativa pelo método da adsorção de azul de metileno pela bentonita utilizada.

6.2.1_ Pesar 5,0 g da areia (coletada e seca) e transferi-la para o copo de aço inoxidável;

6.2.2_ Adicionar 50 ml da solução de pirofosfato de sódio ao copo de aço inoxidável e levar o conjunto ao vibrador ultrassônico, deixando vibrar durante 10 minutos;

6.2.3_ Agitar a amostra mecanicamente (podendo ser um agitador eletromecânico ou eletromagnético) por 5 minutos;

6.2.4_ Posicionar o copo sob a bureta e adicionar a solução de azul de metileno em quantidade suficiente para reagir com 80 a 90 % do previsto para a saturação;

6.2.5_ Agitar mecanicamente durante 2 minutos;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 4 de 6

6.2.6_ Depositar, com auxílio do bastão de vidro, uma gota da solução sobre o papel de filtro;

6.2.7_ Esperar cerca de 30 segundos e observar se houve formação de um halo azulado ao redor da mancha existente no papel de filtro. Se houver formação do halo, desconsiderar o teste e reiniciar outro com uma quantidade inicial menor da solução de azul de metileno, caso contrário prosseguir o ensaio conforme o item 6.2.8;

Nota: O anexo A deste desta recomendação apresenta um guia para auxiliar na interpretação e aparecimento do halo.

6.2.8_ Adicionar mais 1 ml da solução de azul de metileno, agitar mecanicamente durante 2 minutos e depositar nova gota da solução no papel de filtro, observando se houve formação do halo;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

6.2.9_ Repetir o item 6.2.8 até que haja o aparecimento do halo. Procurar obter o ponto final (aparecimento do halo) com 4 ou 5 gotas no máximo, por papel de filtro, dispondo-as sequencialmente na periferia do mesmo;

6.2.10_ Após o aparecimento do halo, agitar a solução durante 2 minutos e depositar uma gota sobre o papel de filtro observando se houve a persistência do halo;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

6.2.11_ Caso o halo tenha desaparecido, repetir os itens 6.2.8 a 6.2.10 até que a segunda agitação para a mesma quantidade da solução de azul de metileno não faça desaparecer o halo azul;

6.2.12_ Anotar o volume total da solução de azul de metileno gasto.

6.2.13_ Coletar uma amostra da bentonita utilizada na produção da areia verde conforme CEMP 126;

Nota: No caso do processo de areia a verde utilizar mais de uma bentonita, todas a bentonitas utilizadas devem ser coletadas e a proporção de mistura deve ser anotada;

6.2.14_ Determinar a adsorção de azul de metileno da(s) bentonita(s) utilizadas conforme a recomendação CEMP 063;

6.2.15_ Anotar o(s) volume(s) total(ais) da solução de azul de metileno gasto;

6.3_ Método 2: Determinação do teor de argila ativa pelo método da adsorção do volume de azul de metileno pela curva de regressão da bentonita utilizada.

6.3.1_ Pesar 5,0 g da areia (coletada e seca) e transferi-la para o copo de aço inoxidável;

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 5 de 6

6.3.2_ Adicionar 50 ml da solução de pirofosfato de sódio ao copo de aço inoxidável e levar o conjunto ao vibrador ultrassônico, deixando vibrar durante 10 minutos;

6.3.3_ Agitar a amostra mecanicamente (podendo ser um agitador eletromecânico ou eletromagnético) por 5 minutos;

6.3.4_ Posicionar o copo sob a bureta e adicionar a solução de azul de metileno em quantidade suficiente para reagir com 80 a 90 % do previsto para a saturação;

6.3.5_ Agitar mecanicamente durante 2 minutos;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

6.3.6_ Depositar, com auxílio do bastão de vidro, uma gota da solução sobre o papel de filtro;

6.3.7_ Esperar cerca de 30 segundos e observar se houve formação de um halo azulado ao redor da mancha existente no papel de filtro. Se houver formação do halo, desconsiderar o teste e reiniciar outro com uma quantidade inicial menor da solução de azul de metileno, caso contrário prosseguir o ensaio conforme o item 6.3.8;

Nota: O anexo A deste desta recomendação apresenta um guia para auxiliar na interpretação e aparecimento do halo.

6.3.8_ Adicionar mais 1 ml da solução de azul de metileno, agitar mecanicamente durante 2 minutos e depositar nova gota da solução no papel de filtro, observando se houve formação do halo;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

6.3.9_ Repetir o item 6.3.8 até que haja o aparecimento do halo. Procurar obter o ponto final (aparecimento do halo) com 4 ou 5 gotas no máximo, por papel de filtro, dispondos sequencialmente na periferia do mesmo;

6.3.10_ Após o aparecimento do halo, agitar a solução durante 2 minutos e depositar uma gota sobre o papel de filtro observando se houve a persistência do halo;

Nota: Este tempo de agitação vale para o agitador eletromagnético ou eletromecânico.

6.3.11_ Caso o halo tenha desaparecido, repetir os itens 6.3.8 a 6.3.10 até que a segunda agitação para a mesma quantidade da solução de azul de metileno não faça desaparecer o halo azul;

6.3.12_ Anotar o volume total da solução de azul de metileno gasto.

6.3.13_ Coletar uma amostra da bentonita utilizada na produção da areia verde conforme CEMP 126;

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 6 de 6

Nota: No caso do processo de areia a verde utilizar mais de uma bentonita, todas as bentonitas utilizadas devem ser coletadas e a proporção de mistura deve ser anotada;

6.3.14_- Calcular os pesos das amostras de bentonita, sobre 5,00 g da areia base utilizada no processo, conforme tabela:

% Bentonita	Peso da amostra sobre 5,00 g de areia base / areia padrão
5 %	0,25 g
6 %	0,30 g
7 %	0,35 g
8 %	0,40 g
9 %	0,45 g
10 %	0,50 g
11 %	0,55 g

Tabela 1

Nota: Também pode ser utilizada areia padrão, conforme CEMP E-01.

6.3.15_- Pesar três amostras de bentonita para cada percentual conforme a Tabela 1, compensando a umidade de recebimento, que é calculado pela seguinte fórmula:

$$M_B = \frac{P_A \times 100}{100 - U}$$

Onde:

MB = Massa da bentonita c/ compensação da umidade (g);
 PA = Peso da amostra conforme tabela 1 (g);
 U = Teor de umidade de recebimento (%).

6.3.16_ Determinar a adsorção de azul de metileno das três amostras de cada porcentagem de bentonita, conforme recomendação CEMP 063;

Nota: No caso do processo utilizar mais de uma bentonita, todas as amostras devem ser preparadas para cada bentonita em separado e anotados os resultados encontrados para cada uma das amostras.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 7 de 6

7_ RESULTADOS

7.1_ Determinação do teor de argila ativa pelo método 1 (adsorção da bentonita utilizada).

7.1.1_ O resultado é expresso em percentagem e é obtido através da seguinte fórmula:

$$AA = \frac{mlAA \times 10}{mlAd}$$

Onde:

AA = teor de argila ativa, em %;

mlAA = quantidade de azul de metileno gastos na determinação de adsorção da areia a verde, em ml ;

mlAd = quantidade de azul de metileno gastos na determinação de adsorção da bentonita utilizada, em ml.

7.1.2_ No caso de ter sido utilizada mais de uma bentonita no processo de areia a verde, o valor de mlAd deve ser calculado conforme a proporção de cada bentonita utilizada.

7.2_ Determinação do teor de argila ativa pelo método 2 (curva de regressão)

7.2.1_ Calcular a média dos 3 resultados de adsorção de azul de metileno para cada um dos percentuais utilizados;

7.2.2_ Com o valor do azul de metileno médio gasto em cada amostra, será utilizada uma técnica matemática de regressão linear para determinar a equação que caracteriza a adsorção de cada bentonita utilizada;

Nota: No caso do processo de areia a verde utilizar mais de uma bentonita, deverá ser realizada uma curva para cada bentonita;

7.2.3_ Para obtermos a equação que irá determinar o percentual de argila ativa, efetuamos os seguintes cálculos conforme a tabela 2 abaixo:

x	y	x.y	x ²	y ²
.....
Σx =	Σy =	(Σx.y) =	Σx ² =	Σy ² =
(Σx) ² =	(Σy) ² =			
Σx. Σy =				
Média de x = ...	Média de y = ...			

Tabela 2

Onde:

x = É o valor de adsorção de azul de metileno gasto em cada amostra.

y = É o percentual de bentonita de acordo com a Tabela 1.

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 8 de 6

7.2.4_ Calculados os valores da Tabela 2, agora serão calculados os valores para a determinação da equação, através das seguintes fórmulas:

$$a = \frac{n \cdot \sum (x \cdot y) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \bar{y} - a \bar{x}$$

Onde:

a = Coeficiente de regressão;

b = Coeficiente de regressão.

7.2.5_ Calculando os valores de a e b, obtemos a equação que irá determinar o percentual de argila ativa da areia a verde:

$$A.A. = (a \cdot mIAA) + b$$

Onde:

A.A. = Teor de argila ativa em porcentagem;

mIAA = quantidade de azul de metileno gastos na determinação de adsorção da areia a verde, em ml ;

7.2.6_ No caso de ter sido utilizada mais de uma bentonita no processo de areia a verde, deverá ser utilizada uma técnica de interpolação entre as duas curvas, levando-se em conta a proporção de cada bentonita, para poder se chegar ao valor final do teor de argila ativa .

HISTÓRICO DAS REVISÕES		
REVISÃO	ITENS REVISADOS	JUSTIFICATIVA
Fev/2023	Todos 6.2.2 e 6.3.2	Revisão geral do procedimento e alteração do título Tempo passado de 5 para 10 minutos

 ABIFA CEMP Comissão de Estudos de Matérias Primas	PROCESSO DE AREIA A VERDE PARA FUNDIÇÃO – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ARGILA ATIVA PELOS MÉTODOS DE ADSORÇÃO E DA CURVA DE REGRESSÃO DA BENTONITA	Recomendação CEMP 197 Aprovada em: Jun/2004 Revisada em: Fev/2023
	Método de Ensaio	Folha : 9 de 6

8_ ANEXO A: Guia de referência para aparecimento do halo.



**COMISSÃO DE ESTUDOS
DE MATÉRIAS PRIMAS**

GUIA DO HALO PARA AAM



Início

Prepare uma amostra para o teste de Adsorção de Azul de Metileno, conforme descrito nos procedimentos CEMP ou norma ABNT. É recomendado que 4 ou 5 gotas sejam usadas para alcançar um bom halo como ilustrado neste guia.



Sem nenhum halo

Continue adicionando a solução de azul de metileno (AM) de 1 em 1 até que o halo apareça.



Início do aparecimento do halo

Agite mais dois minutos, sem adicionar a solução de AM. Se o halo desaparecer, adicione mais 1 ml e tirar nova gota depois de esperar.



Halo correto

Quando a Adsorção de Azul de Metileno alcançar o ponto ótimo agitar durante mais dois minutos. Após esperar retire nova gota se o halo permanecer registre o volume gasto para obter um halo correto.



Saturação

Excesso de solução de AM adicionada à amostra. Se o halo aumentar este é o primeiro ponto que indica a saturação após o começo do halo ótimo.