

The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle, with "Silicon Carbide" written in a smaller white font below it.

Silicon Carbide

# Agenda

- ✓ Aplicação do SiC em ferros fundidos

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or industrial structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a bold, black, sans-serif font.



## FONTE DE SILÍCIO E CARBONO

**SiC** como fonte de **Silício** e **Carbono** no Ferro Fundido

Forno Cubilô

SIKA MET Briquete



Forno Indução

SIKA MET 0x10mm





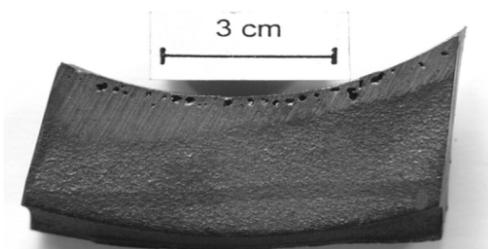
## FONTE DE SILÍCIO E CARBONO

Elemento	Fonte de Silício FeSi 75%		Fonte de Silício e Carbono SiC 85%		Fonte de Carbono Grafite 90%	
Si (%)	70	75	60	65	0	0
Ca (%)	0.8	1.5	0	1.5	0	0
Al (%)	1.5	>3.0	0	0.32	0	0
C (%)	0	0.3	28	30	60	90
P (%)	0	0.05	0	0.002	0	0
S (%)	0	0.01	0	0.07	0	0.1
N (PPM)	0	0	0	300	0	800
H (PPM)	0	0	0	100	0	1300



## EFEITOS DAS IMPUREZAS NO FERRO FUNDIDO

**Alumínio:** Promove a formação de "pinholes" de hidrogênio. Estes " pinholes " na maioria dos casos são produzidos por hidrogênio e alumínio residual que favorecendo a absorção de hidrogênio.



**Hidrogênio:** Promove a formação pinholes superficiais, rachaduras e cavidade grosseira interna devido a gases. Promove a formação de grafite grosseira. Os pinholes de hidrogênio são tipicamente pequenos variando de 1 a 4mm em diâmetro

**Nitrogênio:** Pinholes formam com 80 ppm de nitrogênio em ferro fundidos, nas seções finas podem conter até 120 ppm antes da formação de porosidade.





## NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDOS

O **potencial de nucleação** dos ferros fundidos está normalmente associado à **tendência de grafitação** ou capacidade da solidificação cinzenta. Ela corresponde à quantidade disponível de **germes de nucleação** (J. M. FROST et. al.5, 1992)

O grau de nucleação de um banho metálico é influenciado por inúmeros fatores tais como: (Tavares et. al.4 2003)

- Composição química da carga.
- Grau de oxidação do banho.
- Tipo de carga metálica.
- Sequência do carregamento.
- Tempo e temperatura de manutenção do banho metálico.
- Tipo de forno de fusão.

O grau de nucleação dos banhos influencia diretamente o tipo de grafita formada e as propriedades mecânicas dos ferros fundidos cinzentos. Fuoco et. al.1 (2003)

**Elevado grau de nucleação** levam à **formação de grafita tipo A** associada à matriz perlítica, exibindo **elevadas propriedades mecânicas**.

**Com baixo grau de nucleação**, formam-se grafitas de superresfriamento, **dos tipos B e D**, associados à matriz ferrítica de **baixas propriedades mecânicas e baixa usinabilidade**.





## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

### Análise de Cunha

- Obtenção **rápida** das informações
- Interpretação **fácil** dos dados
- **Baixo** Custo
- **Baixa** precisão

### Análise Térmica

- Obtenção **rápida** das informações
- Interpretação **difícil** dos dados
- **Alto** Custo
- **Alta** precisão

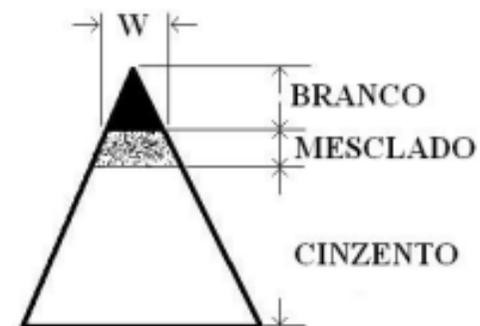
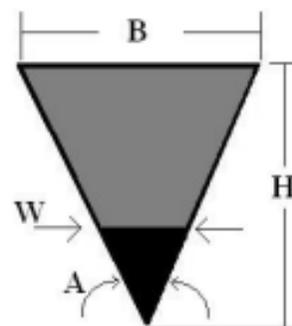
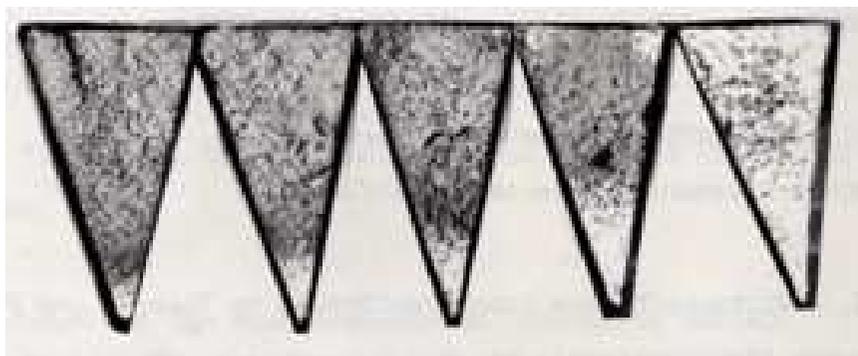
### Análise Metalográfica

- Obtenção **lenta** das informações
- Interpretação **difícil** dos dados
- **Alto** Custo
- **Alta** precisão



# MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

## ANÁLISE DE CUNHA





## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

### ANÁLISE DE CUNHA

FeSi



Ferro Base

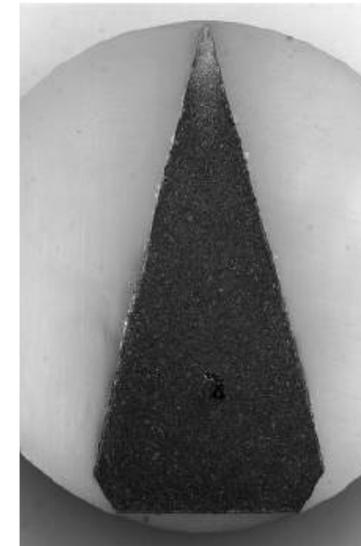


Ferro Nodular

SiC



Ferro Base



Ferro Nodular

**Fonte:** Popescu, M., Zavadil, R., Thompson, J. P., Sahoo, M. "SiC—the Most Efficient Addition To Increase The Nodule Count In Ductile Iron", *International Journal of Metalcasting*, 2009, Canada.





## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

### ANÁLISE DE CUNHA

*1,0% de SiC  
Depois de 8h  
1450°C*



*0,8% de FeSi  
Depois de 8h  
1450°C*



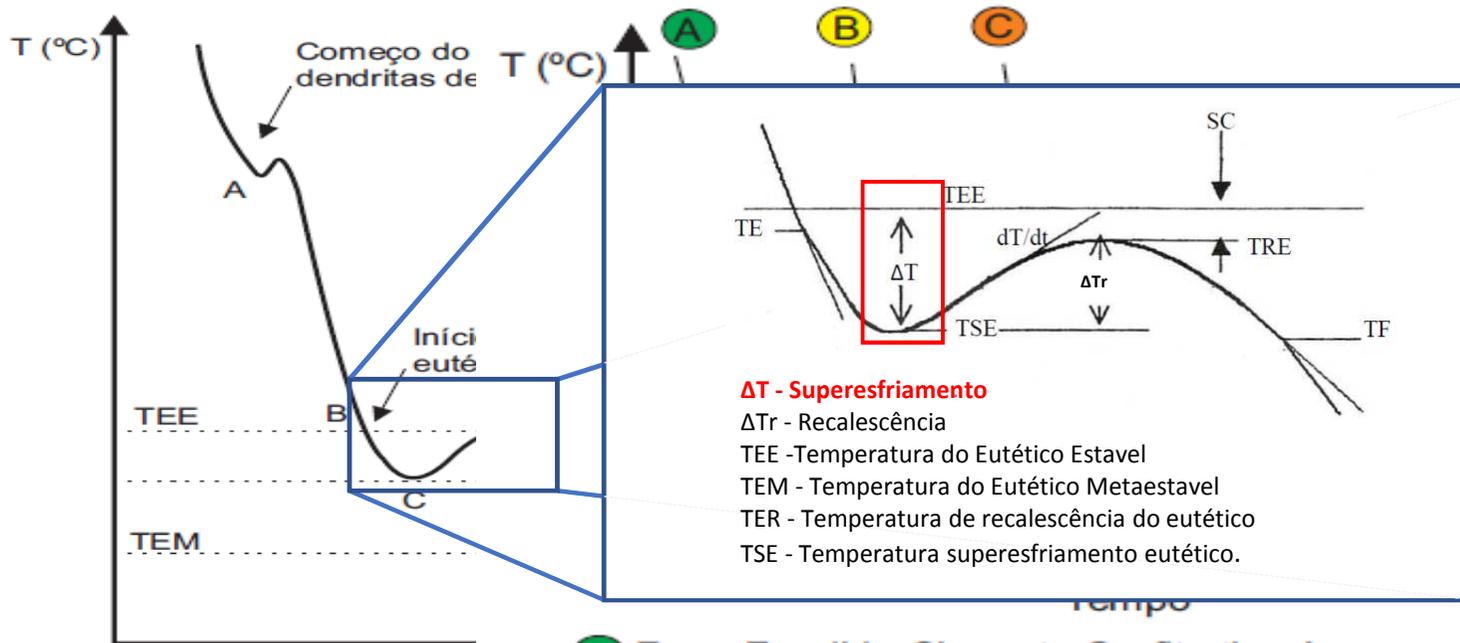
**Fonte:** Teste prático no cliente





# MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

## ANÁLISE TÉRMICA



- A** Ferro Fundido Cinzento Grafita tipo A
- B** Ferro Fundido Cinzento Grafita tipo B
- C** Ferro Fundido Branco

**$\Delta T$  - Superesfriamento**

$\Delta Tr$  - Recalescência

TEE - Temperatura do Eutético Estavel

TEM - Temperatura do Eutético Metaestavel

TER - Temperatura de recalescência do eutético

TSE - Temperatura superesfriamento eutético.



## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

### ANÁLISE TÉRMICA

Additive	Pouring temperature (°C)	Liquidus temperature (°C)	Eutectic temperature (°C)	Undercooling (°C)
SiC	1350	1188	1154	4
SiC	1400	1190	1152	6
SiC	1450	1192	1150	8
SiC	1500	1192	1145	13
FeSi	1350	1180	1144	14
FeSi	1400	1181	1144	14
FeSi	1450	1185	1140	18
FeSi	1500	1189	1132	26

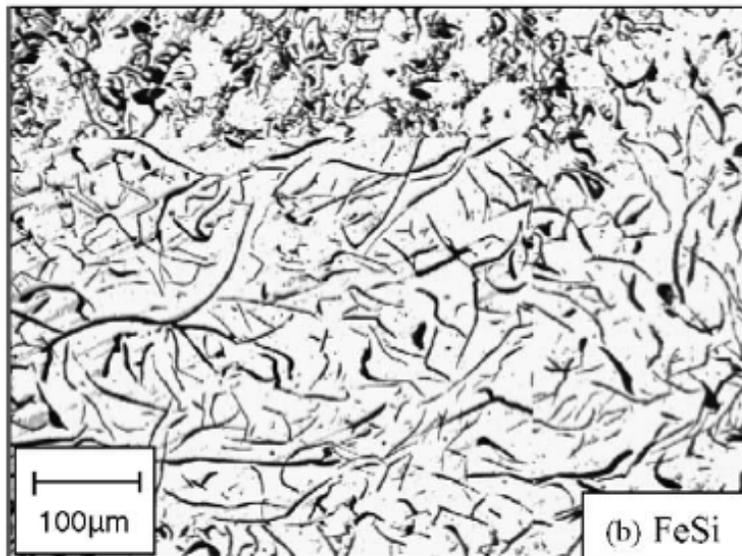
**Fonte:** K. Edalati, F. Akhlaghi\*, M. Nili-Ahmadabadi, "Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures", Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187



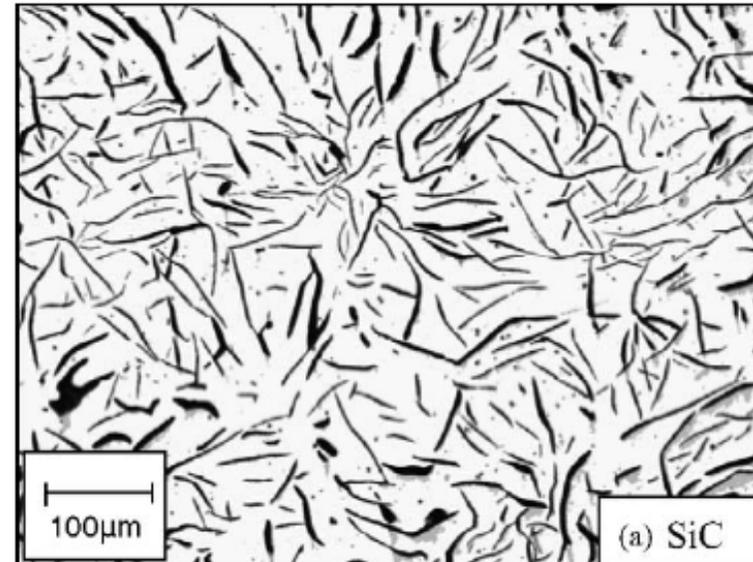


## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRAFICA

FeSi



SiC



**Fonte:** K. Edalati, F. Akhlaghi\*, M. Nili-Ahmadabadi, “Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures”, Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187



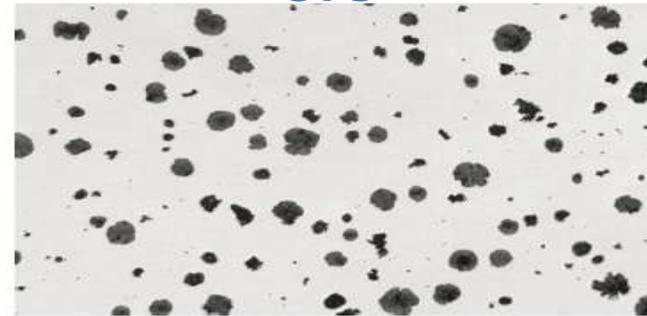
## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRAFICA

FeSi

SiC

156

Nódulos/mm<sup>2</sup>



241

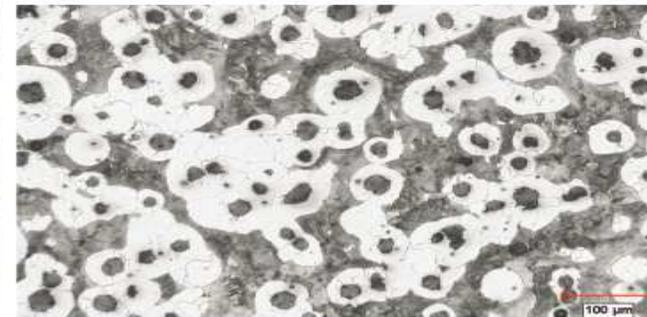
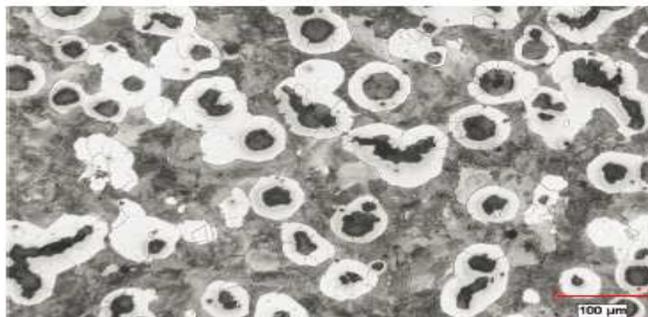
Nódulos/mm<sup>2</sup>

37%

Ferrita

53%

Perlita



51%

Ferrita

39%

Perlita

**Fonte:** Popescu, M., Zavadil, R, Thompson, J. P., Sahoo, M. "SiC—the Most Efficient Addition To Increase The Nodule Count In Ductile Iron", *International Journal of Metalcasting*, 2009, Canada

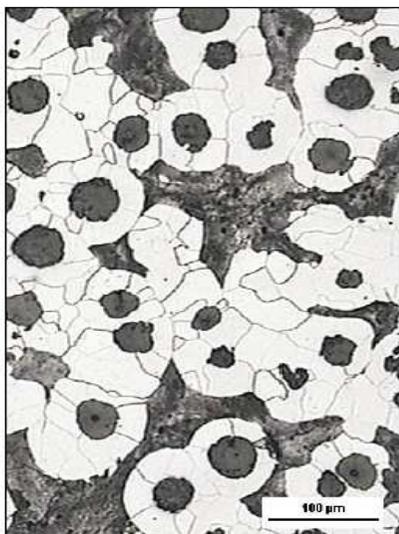




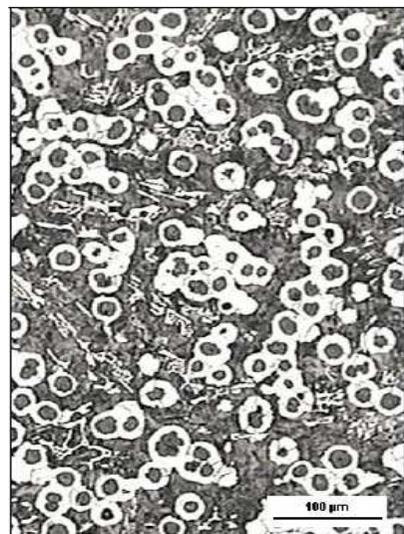
## MÉTODO DE ANÁLISE NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO ANÁLISE METALOGRAFICA

FeSi

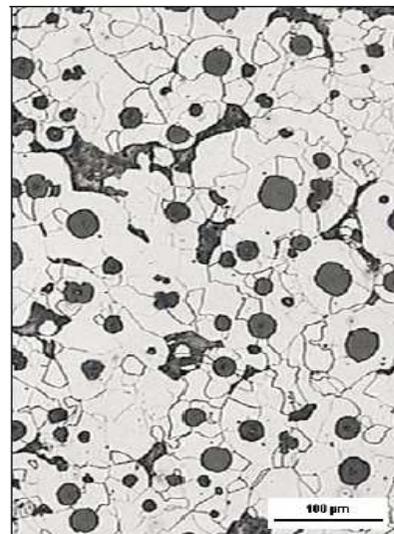
SiC



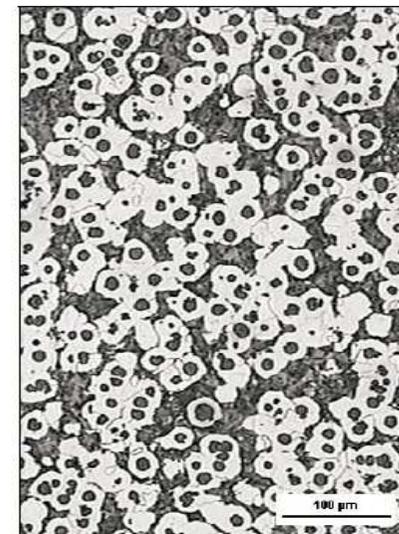
c) 26 mm



d) 3 mm



a) 26 mm



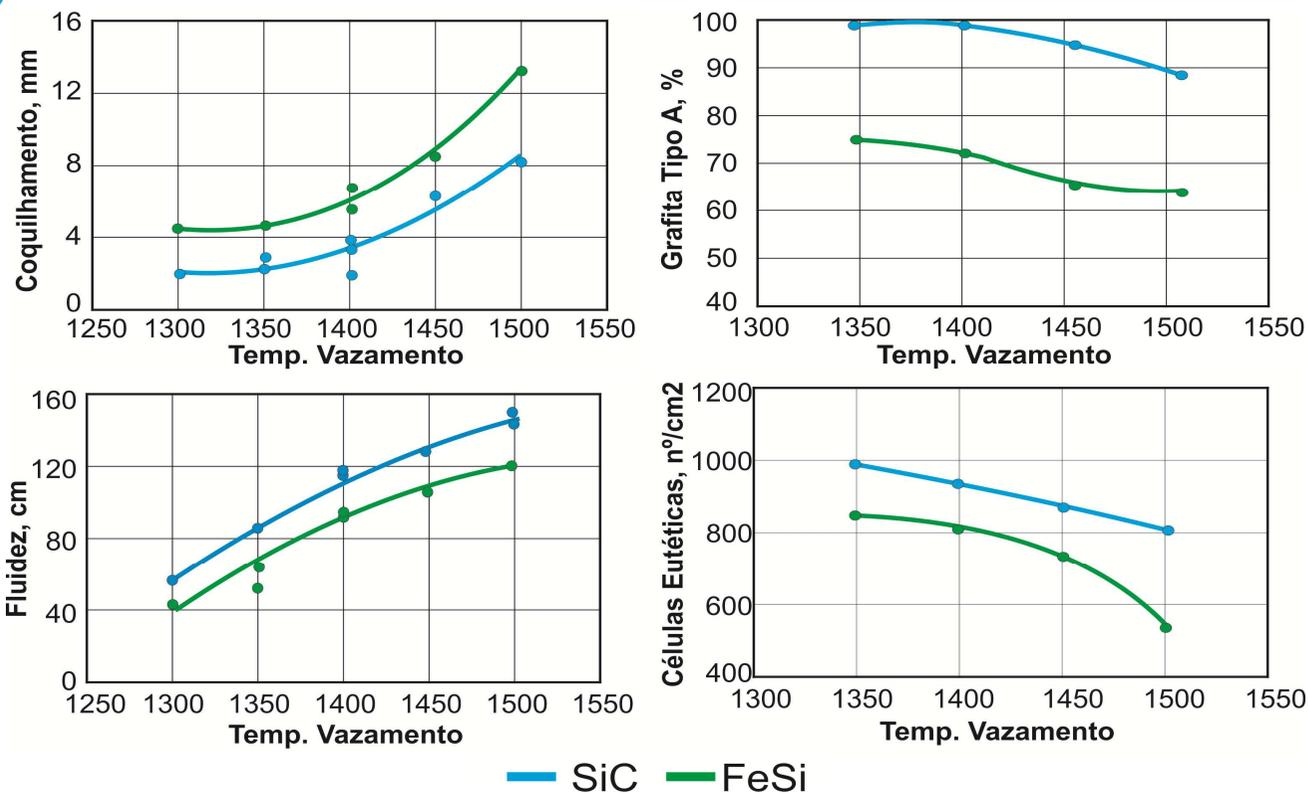
b) 3 mm

Fonte: A. VAŠKO. Microstructure and mechanical properties of synthetic nodular cast iron





## NUCLEAÇÃO EM FERROS FUNDIDO

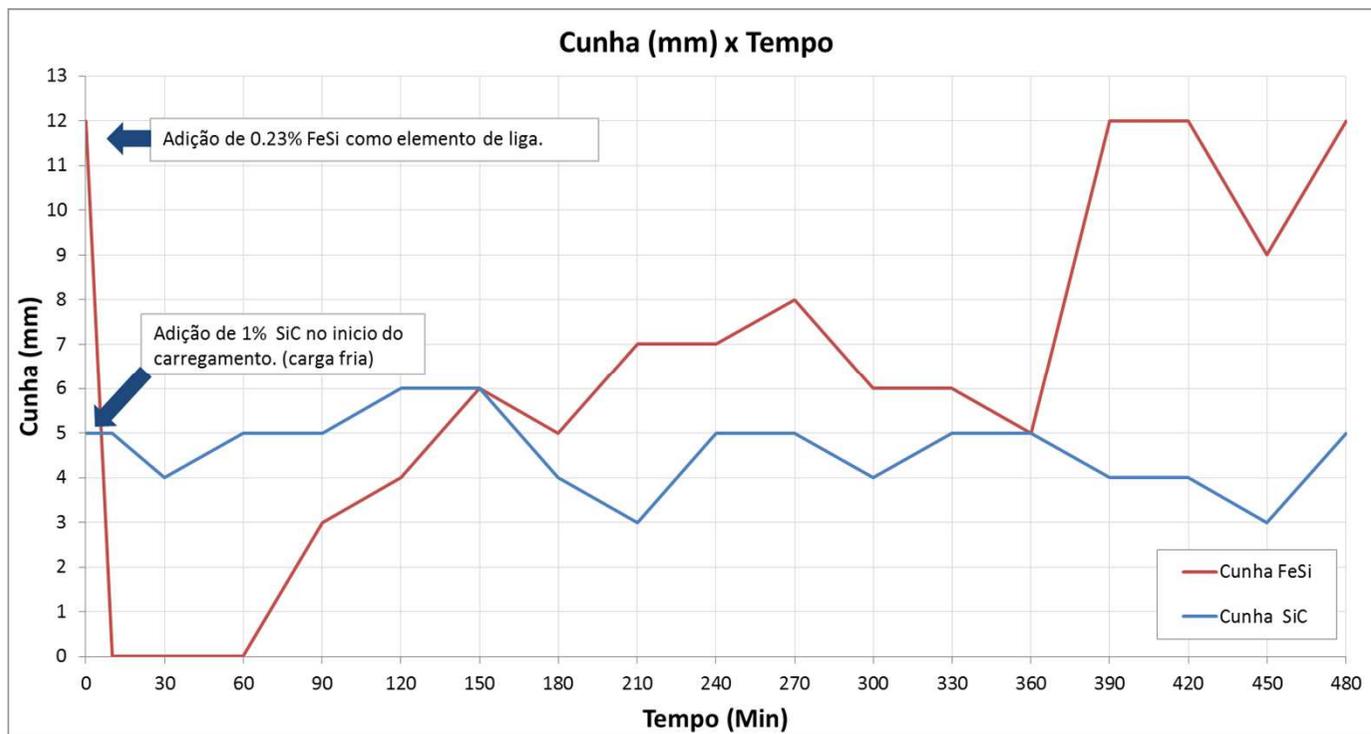


Fonte: K. Edalati, F. Akhlaghi\*, M. Nili-Ahmadabadi, "Influence of SiC and FeSi addition on the characteristics of gray cast iron melts poured at different temperatures", Journal of Materials Processing Technology 160 (2005) 183–187





## TEMPO DE FADING (CASE SAINT-GOBAIN)



Temperatura de 1450°C



The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle, with "Silicon Carbide" written in a smaller white font below it.

Silicon Carbide

# Agenda

- ✓ Simulação de custo

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a bold, black, sans-serif font.



## SIMULAÇÃO DE CUSTO

Produção Anual Fundido **12000t**

Forno **5000Kg**

### FeSi + Carburante

<u>Ligas</u>	kg	Preço sem imposto (R\$/Kg)
FeSi75%	50.0	6.0
Carburante (Grafite)	30.0	2.5

Preço Final de ligas por forno **R\$ 375.00**

### SiC + Carburante

<u>Ligas</u>	kg	Preço sem imposto (R\$/Kg)
SiC 85%	62.5	4.8
Carburante (Grafite)	10.9	2.5

Preço Final de ligas por forno **R\$ 327.17**

Redução de **47.83R\$** por Corrida

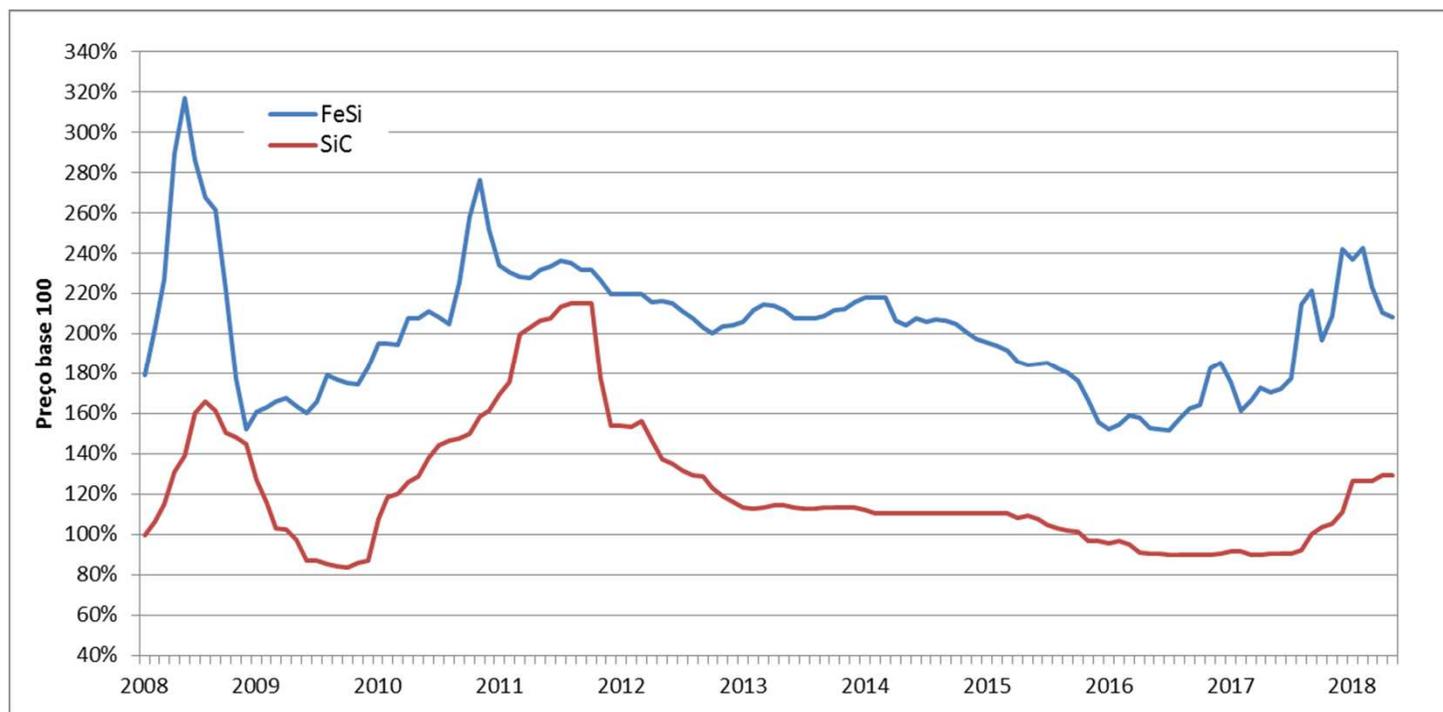
Redução de **9.57R\$/t** ferro fundido

Redução de **114,795 R\$** por ano





## HISTÓRICO DE PREÇO SIC X FESI



Fonte: Asianmetals



The logo for SIKA Silicon Carbide, featuring the word "SIKA" in a bold, white, sans-serif font inside a blue rounded rectangle.

Silicon Carbide

# Agenda

- ✓ Considerações finais

The logo for SAINT-GOBAIN, featuring a stylized graphic of a building or structure in red and blue above the text "SAINT-GOBAIN" in a bold, sans-serif font.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Carbetto de Silício é uma fonte de silício e carbono com **baixo teores de impurezas**.
- Carbetto de Silício proporciona uma **maior nucleação** no ferro fundido resultando em uma melhor propriedade mecânica na peça fundida.
- Carbetto de Silício proporciona uma **redução de custo** no seu processo



# SAINT-GOBAIN CARBETO DE SILÍCIO

## ISO 9001



## ISO 14001



## OHSAS 18001



**WWW.SIC.SAINT-GOBAIN.COM.BR/PT**

**You Tube** [stgoba.in/sika-youtube](https://www.youtube.com/stgoba.in/sika-youtube)

**Klebson Luiz Silva – [klebsonluiz.silva@saint-gobain.com](mailto:klebsonluiz.silva@saint-gobain.com)**  
**(32) 3339 1715 / (32)98424 3928**

