



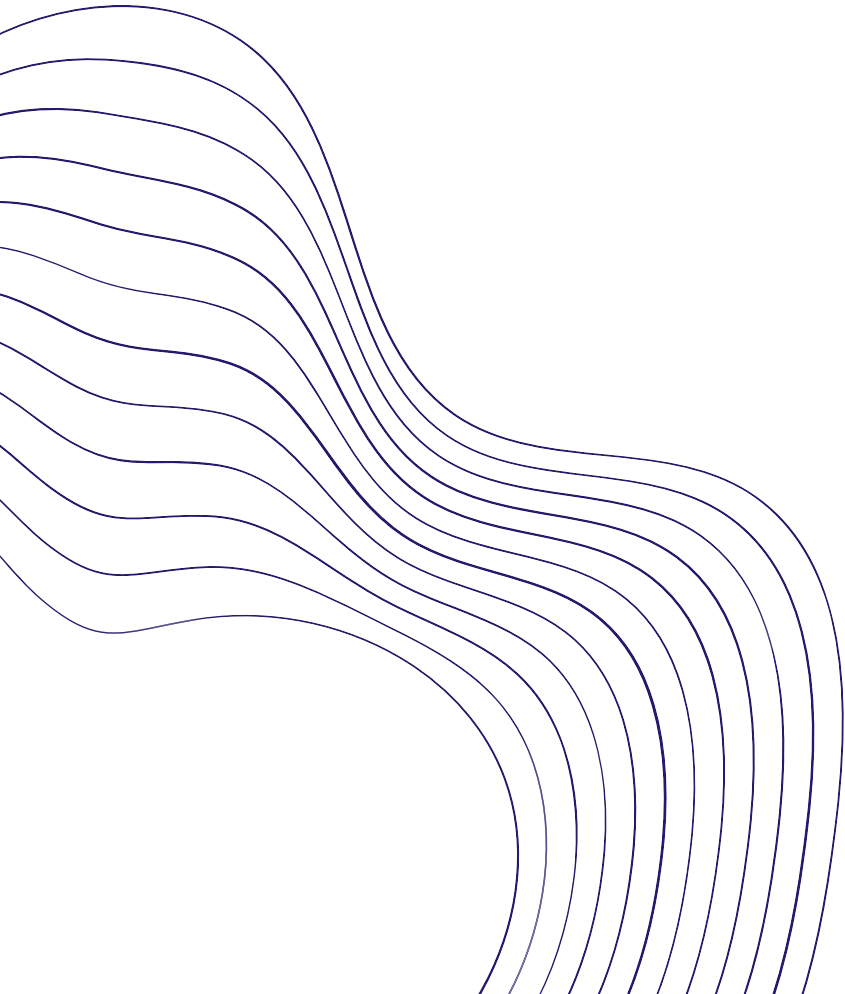
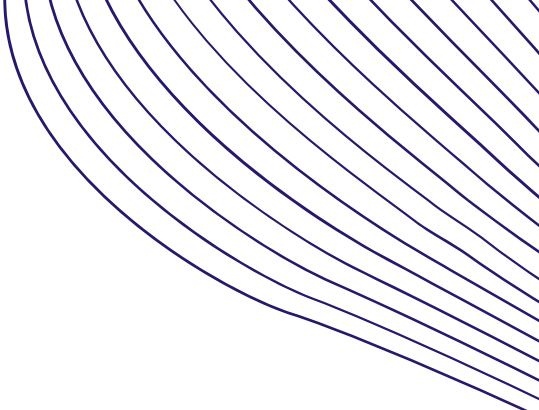
Introdução a ciência dos materiais

Ensaio de impacto

Monitoria (13/06/2025)

João Victor Mendes

ESCOPO

- 
- 
- 01** CONCEITOS BÁSICOS
 - 02** ENSAIO DE IMPACTO
 - 03** EXERCÍCIO

Conceitos básicos - Fratura

A fratura é a separação de um corpo em duas ou mais partes sob a ação de um esforço ou tensão. É o momento em que o material efetivamente se rompe.

Com base na capacidade do material de se deformar plasticamente antes de quebrar, classificamos a fratura em duas categorias principais: fratura dútil e fratura frágil

A fratura frágil ocorre de forma súbita, com pouca ou nenhuma deformação plástica precedente.

O seu mecanismo principal é a propagação de trinca em alta velocidade através do material, geralmente por clivagem — a quebra de ligações atômicas ao longo de planos cristalográficos específicos.

Macroscopicamente, a superfície de fratura apresenta um aspecto plano e brilhante. Análises em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) revelam as "facetas de clivagem", que são as marcas características deste tipo de fratura em escala microscópica.

A fratura dútil é caracterizada por uma extensa deformação plástica antes da ruptura, tornando-a um processo mais lento e que absorve mais energia.

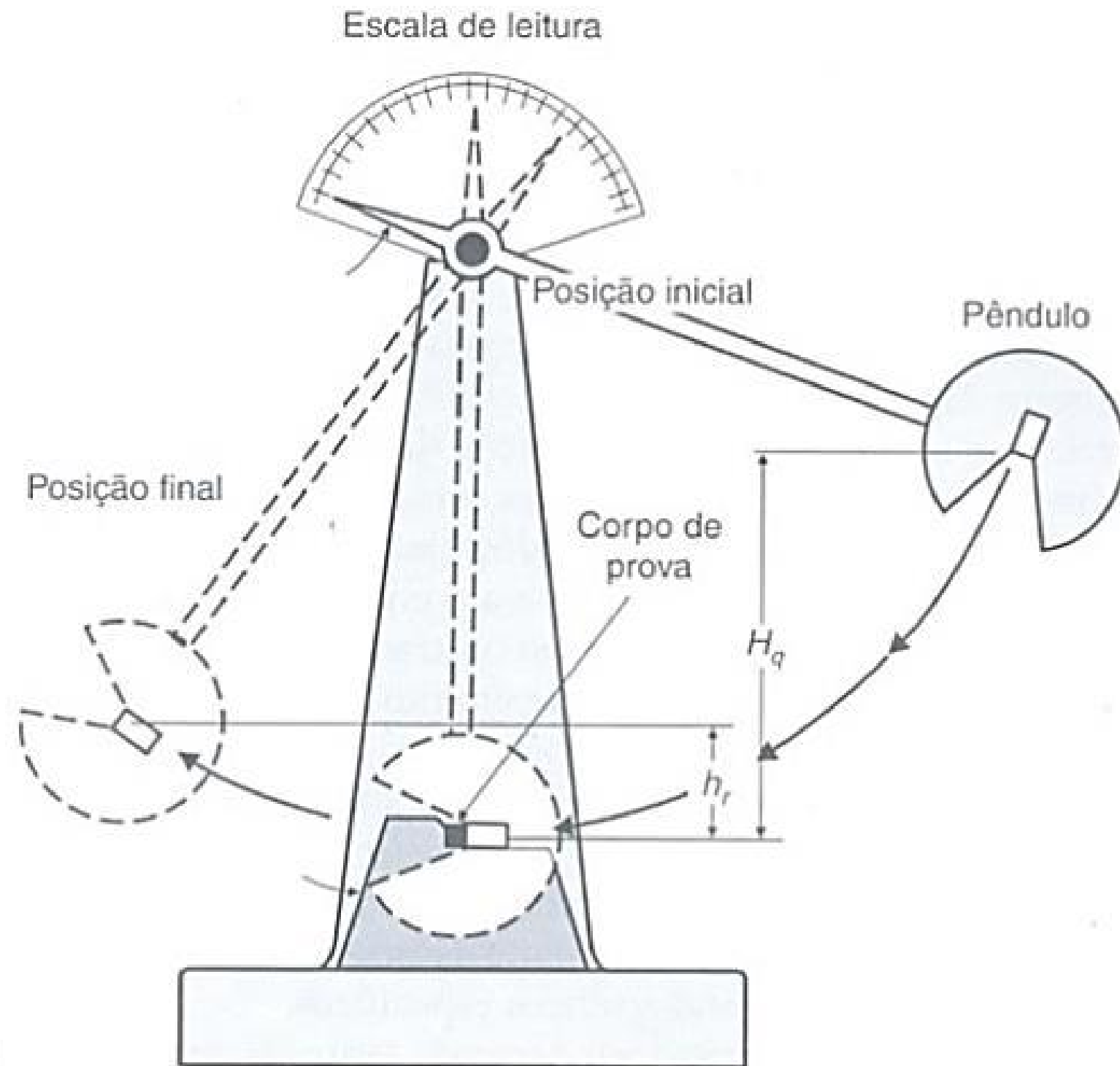
O mecanismo envolve a nucleação, o crescimento e a coalescência de microvazios no interior do material.

Macroscopicamente, a superfície de fratura tem aparência opaca e fibrosa, muitas vezes com a formação de "lábios de cisalhamento", resultando em uma geometria conhecida como "taça e cone". A análise via Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) revela uma superfície coberta por "dimples", que são a assinatura microestrutural deste modo de fratura

Ensaio de impacto - Equipamento



Ensaio de impacto - conceito chave



Energia Potencial Inicial (Ei): Energia total do pêndulo/martelo de massa m , elevado a uma altura inicial h_i .

$$E(i) = m \cdot g \cdot h(i)$$

Energia Potencial final (Ef): Energia total do pêndulo/martelo de massa m , elevado a uma altura final h_f .

$$E(f) = m \cdot g \cdot h(i)$$

Energia Absorvida na Fratura (Eabs): A diferença entre a energia potencial inicial e final representa a energia que foi gasta para fraturar o material. Este valor é a tenacidade ao impacto do material.

$$E(\text{abs}) = E(f) - E(i)$$

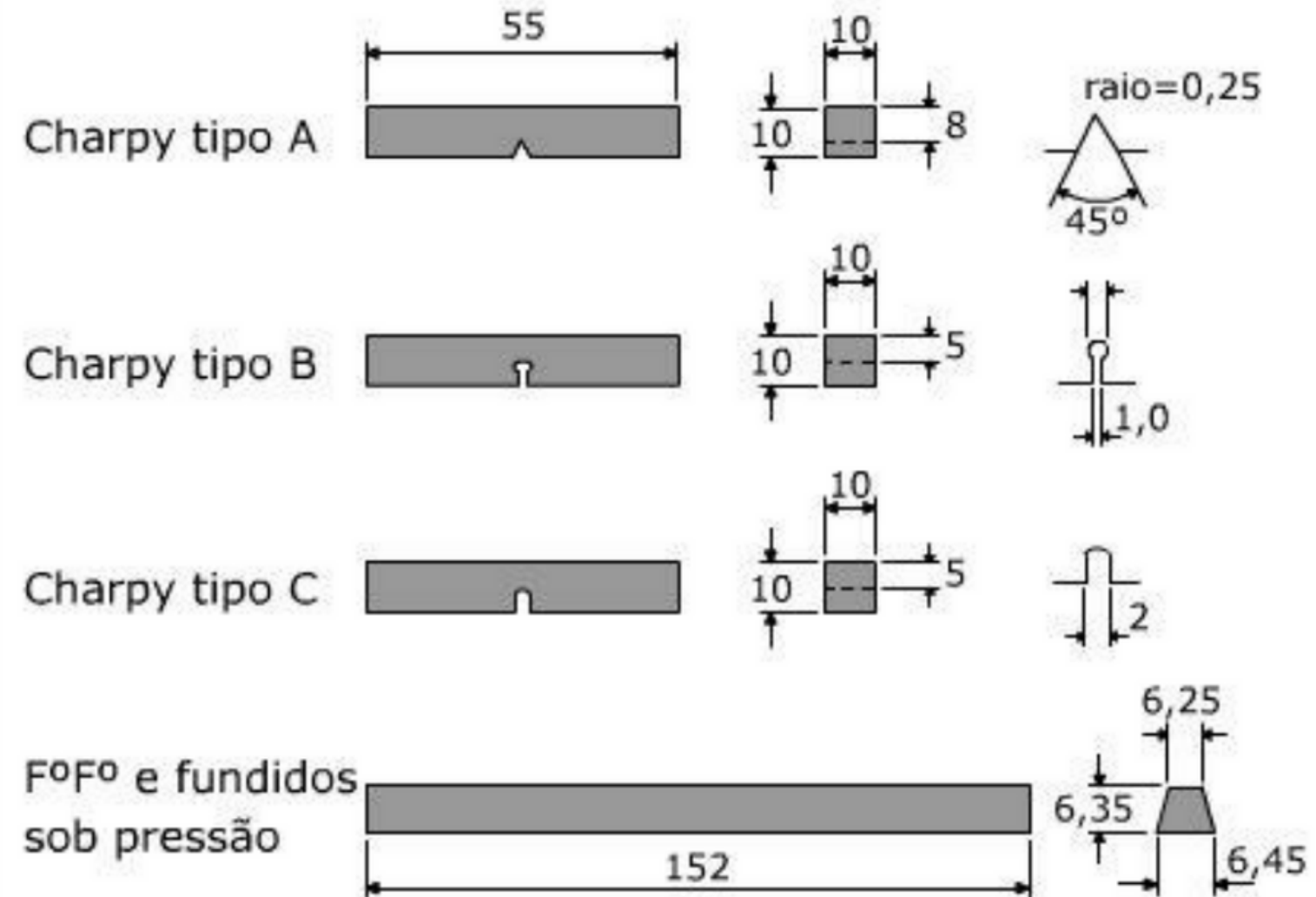
$$E(\text{abs}) = [m \cdot g \cdot h(i)] - [m \cdot g \cdot h(f)]$$

$$E(\text{abs}) = m \cdot g \cdot [h(f) - h(i)]$$

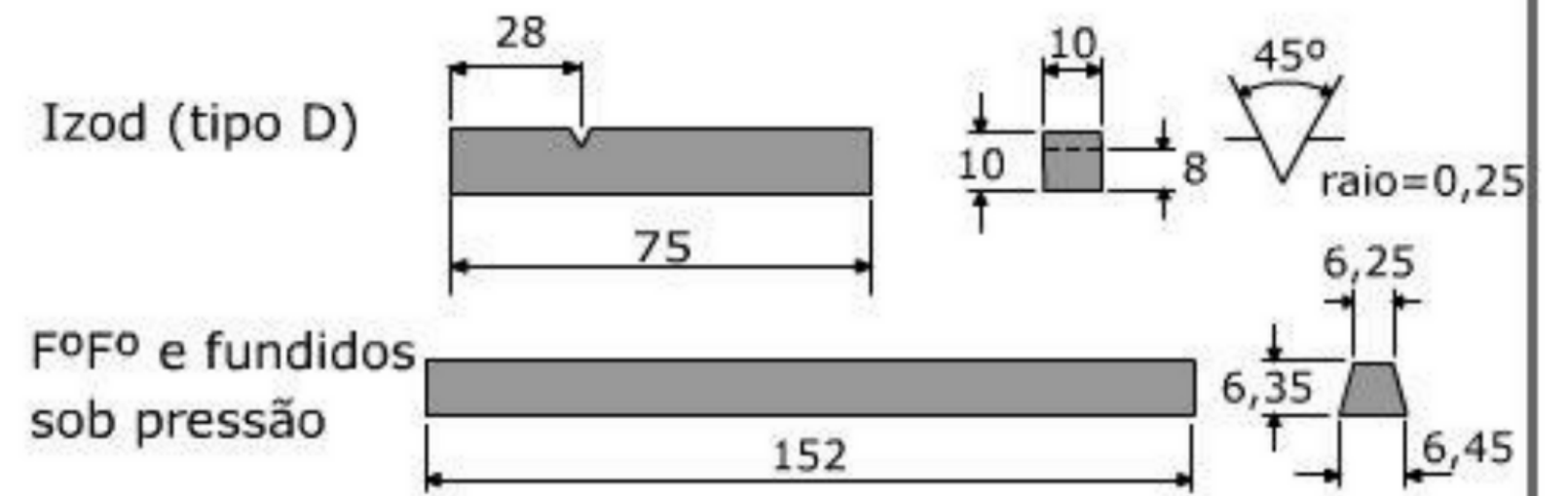
Onde, g é a aceleração da gravidade ($9,8 \text{ m/s}^2$)

Ensaio de impacto - Corpo de prova

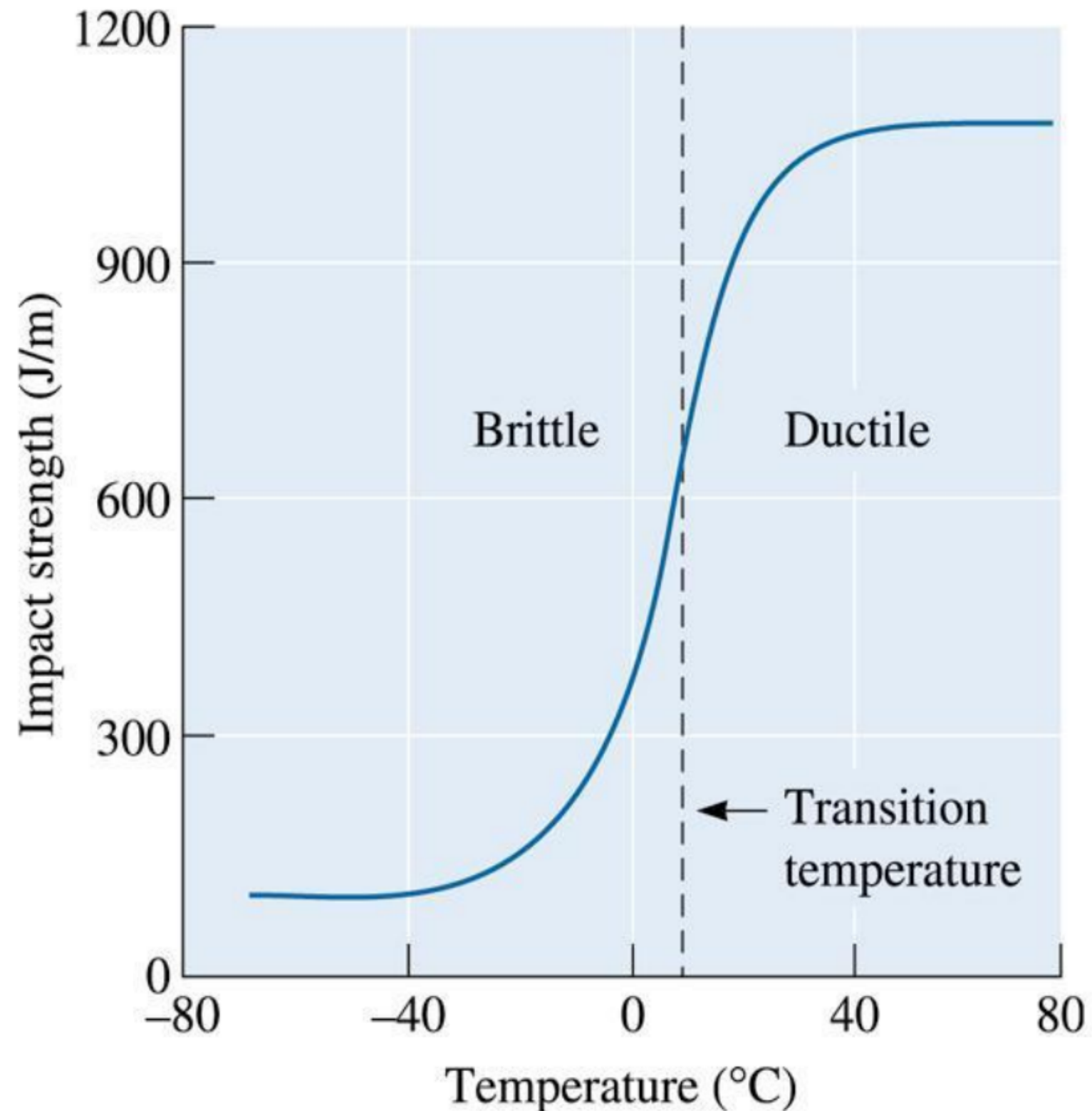
Todas as dimensões em mm



Todas as dimensões em mm



Transição frágil-dúctil



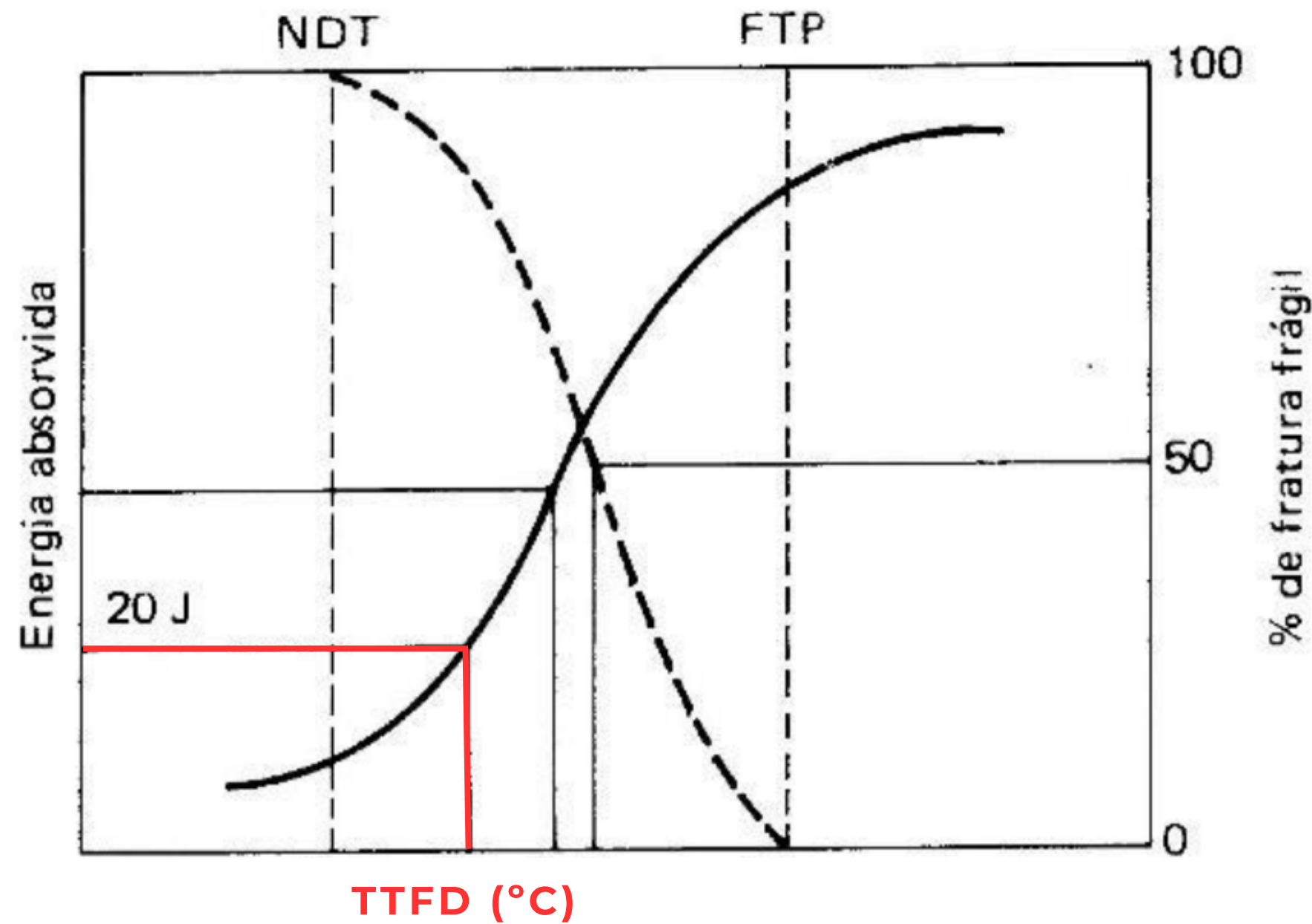
Temperatura de transição frágil-dúctil

A TTDF é uma faixa de temperatura na qual o modo de fratura de um material muda de predominantemente dúctil para frágil com a diminuição da temperatura. Este fenômeno é especialmente crítico em materiais com estrutura cristalina Cúbica de Corpo Centrado (CCC), como a maioria dos aços.

Critério:

- Energia específica
- Critério da Energia Média
- Critério da Aparência da Fratura (FATT)

Transição frágil-dúctil

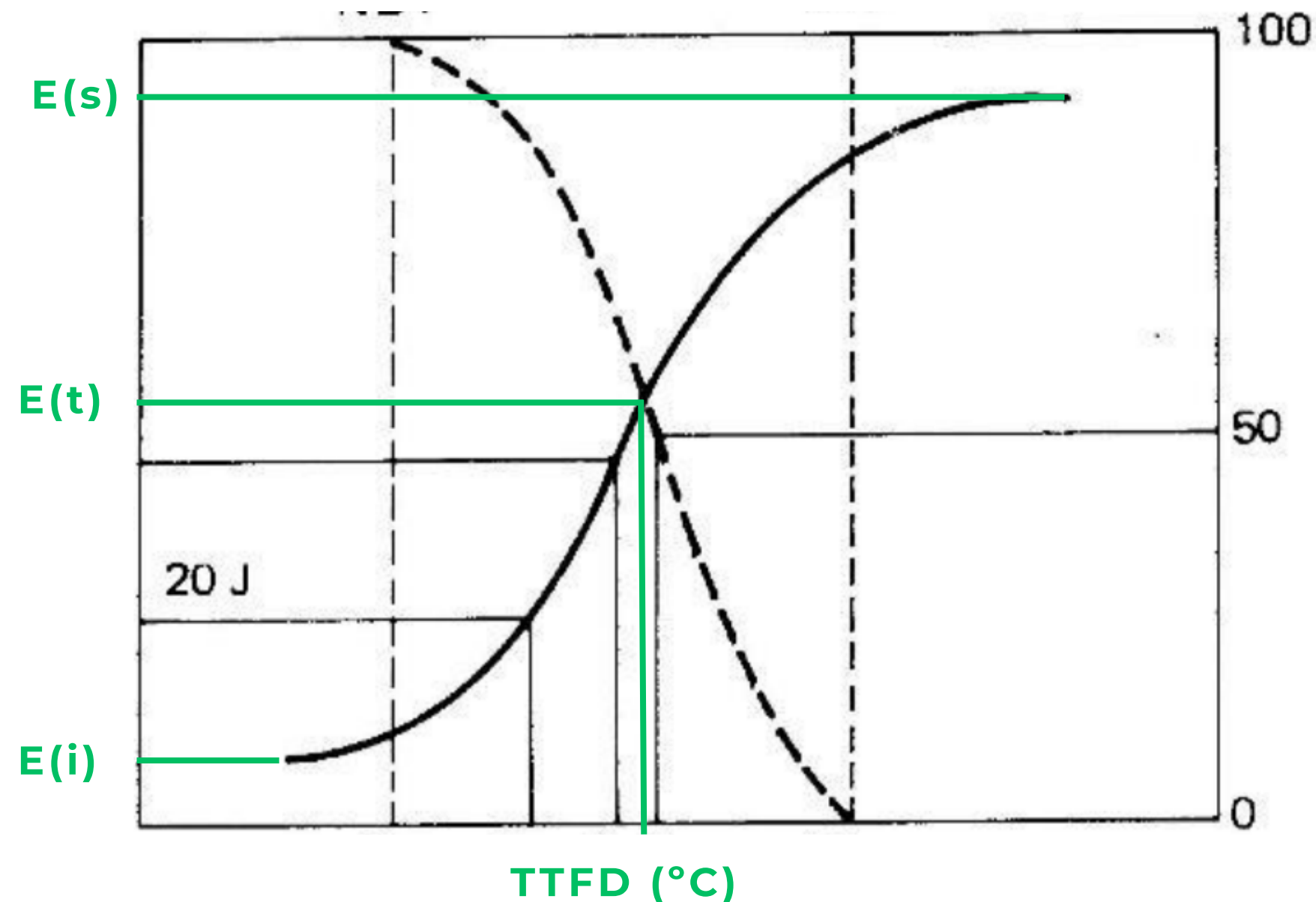


Critério de Energia Específica

Um valor de energia, como 20 J ou 27 J, é fixado como o mínimo aceitável para garantir um comportamento não-frágil.

Traça-se uma linha horizontal nesse valor de energia no gráfico e a temperatura onde essa linha cruza a curva de transição é a TTDF

Transição frágil-dúctil



Critério da Energia Média

Este critério define a TTDF como a temperatura correspondente à média entre a energia do patamar superior e do patamar inferior.

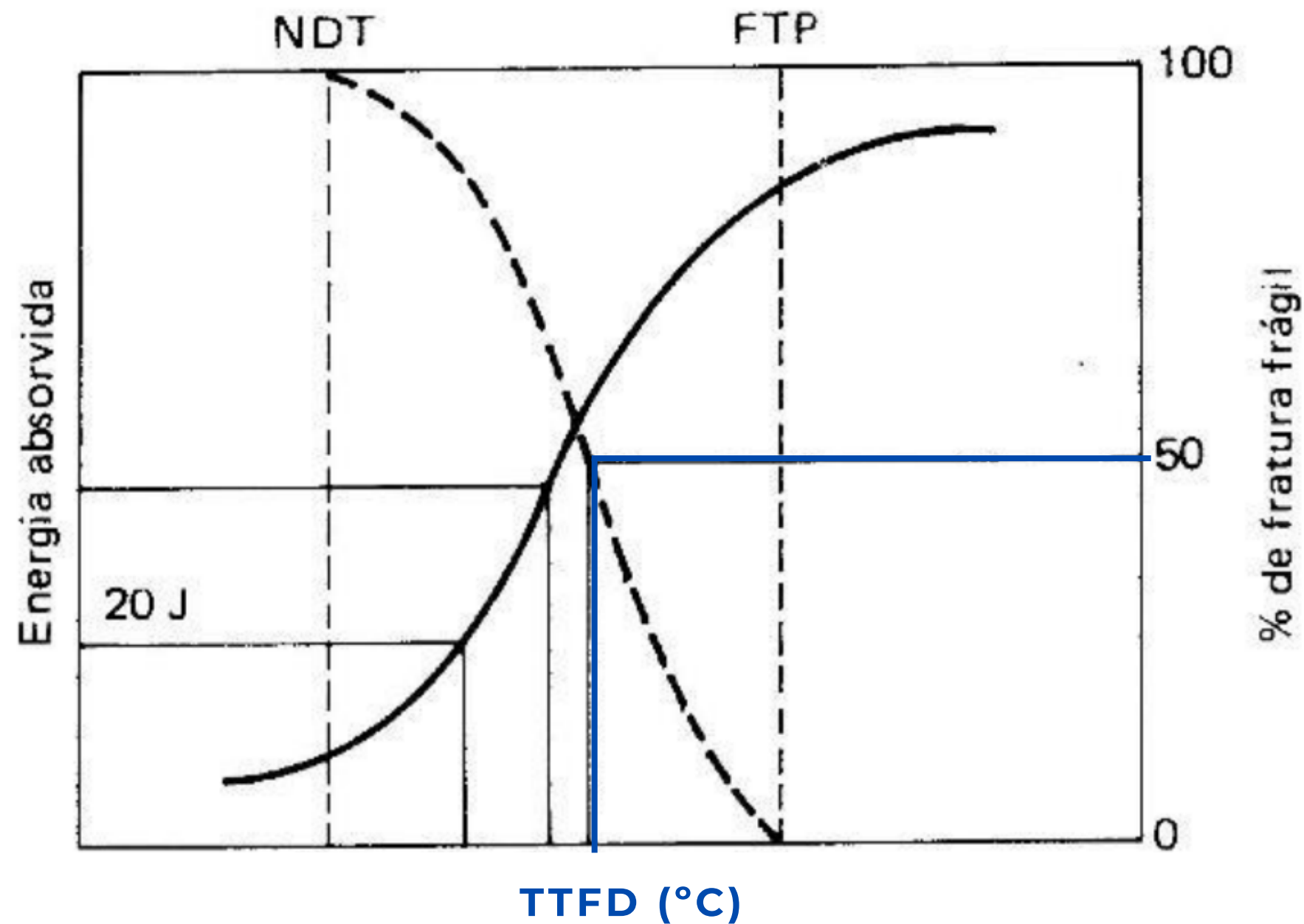
Primeiro, identificam-se os valores médios de energia absorvida nos patamares dúctil (superior) e frágil (inferior).

A energia de transição é então calculada pela fórmula:

$$E(t) = [E(s) - E(i) / 2] + E(i)$$

A TTDF é a temperatura correspondente a este valor de energia de transição no gráfico.

Transição frágil-dúctil



Critério da Aparência da Fratura (FATT)

Este método se baseia na análise visual da superfície de fratura do corpo de prova.

Após cada ensaio, mede-se a porcentagem da área da fratura que possui características frágeis (brilhante, granular, de clivagem) e dúcteis (opaca, fibrosa, com "lábios de cisalhamento").

A FATT (Fracture Appearance Transition Temperature) é definida como a temperatura na qual a fratura apresenta 50% de característica dúctil (ou cisalhamento).

Exercício

11 – Os dados a seguir foram obtidos com uma série de ensaios de impacto Charpy em quatro tipos de aço, cada um deles com um teor de manganês distinto. Trace o gráfico utilizando papel milimetrado de energia absorvida-temperatura e determine:

- a) a temperatura de transição em função do teor de manganês definida pela média das energias absorvidas nas regiões dúctil e frágil;
- (b) a temperatura de transição em função do teor de manganês definida como a temperatura correspondente a 50 J de energia absorvida.
- c) Qual seria o teor mínimo de manganês para que o aço pudesse ser empregado em uma peça usada a 0°C?

Tabela 2 – Energia absorvida de um aço para diferentes teores de Mn.

Temperatura de teste (° C)	Energia Absorvida (J)			
	0,30%Mn	0,39%Mn	1,01%Mn	1,55%Mn
-100	2	5	5	15
-75	2	5	7	25
-50	2	12	20	45
-25	10	25	40	70
0	30	55	75	110
25	60	100	110	135
50	105	125	130	140
75	130	135	135	140
100	130	135	135	140