

CURSO DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Matheus Carini

FLUXOGRAMAS DE CÁLCULO



2020

v20200530

LISTA DE SIGLAS

AA	Apoiado-Apoiado
AL	Apoiado-Livre
FLA	Flambagem Local da Alma
FLM	Flambagem Local da Mesa
FLT	Flambagem Lateral com Torção

LISTA DE SÍMBOLOS

Letras romanas maiúsculas

A_g	área bruta da seção transversal
C_b	fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme
C_w	constante de empenamento da seção transversal
E	módulo de elasticidade do aço, igual a 200.000 MPa
G	módulo de elasticidade transversal do aço, igual a 77.000 MPa
I_x	momento de inércia da seção em relação ao eixo x
I_y	momento de inércia da seção em relação ao eixo y
J	constante de torção da seção transversal
L_b	distância entre duas seções contidas à FLT (comprimento destravado)
M_{cr}	momento fletor de flambagem elástica
M_p	momento fletor de plastificação da seção transversal
M_r	momento fletor correspondente ao início do escoamento, incluindo a influência das tensões residuais em alguns casos
M_{Rdx}	momento fletor resistente de cálculo em relação ao eixo x
M_{Rdy}	momento fletor resistente de cálculo em relação ao eixo y
$N_{c,Rd}$	esforço normal de compressão resistente de cálculo
N_e	força axial de flambagem elástica
N_{ex}	força axial de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo central x
N_{ey}	força axial de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo central y

N_{ez}	força axial de flambagem elástica por torção em relação ao eixo longitudinal z
Q	fator de redução associado à flambagem local
V_p	esforço cortante de plastificação
W_x	módulo de resistência elástico mínimo da seção em relação ao eixo x
W_y	módulo de resistência elástico mínimo da seção em relação ao eixo y
Z_x	módulo plástico da seção em relação ao eixo x
Z_y	módulo plástico da seção em relação ao eixo y

Letras romanas minúsculas

a	distância entre enrijecedores de alma
b	largura
b_f	largura total da mesa
d	altura externa da seção, medida perpendicularmente ao eixo de flexão
f_y	resistência ao escoamento do aço
h	altura da alma, tomada igual à distância entre faces internas das mesas nos perfis soldados e igual a esse valor menos os dois raios de concordância entre mesa e alma nos perfis laminados e igual ao comprimento da parte plano nas seções tubulares retangulares
r_x	raio de giração em relação ao eixo x
r_y	raio de giração em relação ao eixo y
t	espessura
t_f	espessura da mesa

t_w espessura da alma

Letras gregas

γ_{a1} coeficiente de ponderação da resistência do aço, igual a 1,10 para combinações normais

λ índice de esbeltez

λ_0 índice de esbeltez reduzido

λ_p índice de esbeltez correspondente à plastificação

λ_r índice de esbeltez correspondente ao início do escoamento

σ_r tensões residuais de compressão nas mesas, igual a 30% da resistência ao escoamento do aço

χ fator de redução associado à resistência à compressão

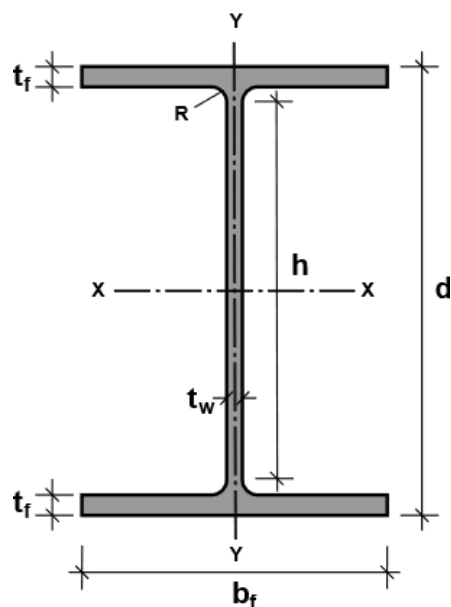
SUMÁRIO

1 SEÇÕES I DUPLAMENTE SIMÉTRICAS	5
1.1 MOMENTO FLETOR EIXO X.....	6
1.2 ESFORÇO CORTANTE EIXO Y	11
1.3 MOMENTO FLETOR EIXO Y.....	12
1.4 ESFORÇO CORTANTE EIXO X	14
1.5 COMPRESSÃO	15
2 SEÇÕES C/U	19
2.1 MOMENTO FLETOR EIXO X.....	20
2.2 ESFORÇO CORTANTE EIXO Y	25
2.3 MOMENTO FLETOR EIXO Y.....	26
2.4 ESFORÇO CORTANTE EIXO X	29
2.5 COMPRESSÃO	30

1 SEÇÕES I DUPLAMENTE SIMÉTRICAS

Os perfis W (*wide flange*) tem formato de seção I com mesas de faces paralelas e os perfis HP possuem mesas de faces paralelas e espessura constante. Esses perfis são designados pela sua altura nominal em milímetros seguida da massa em kg/m. Por exemplo, o perfil W 250 x 25,3 possui 257 mm de altura e 25,3 kg/m de massa. A Figura 1 apresenta a sua geometria.

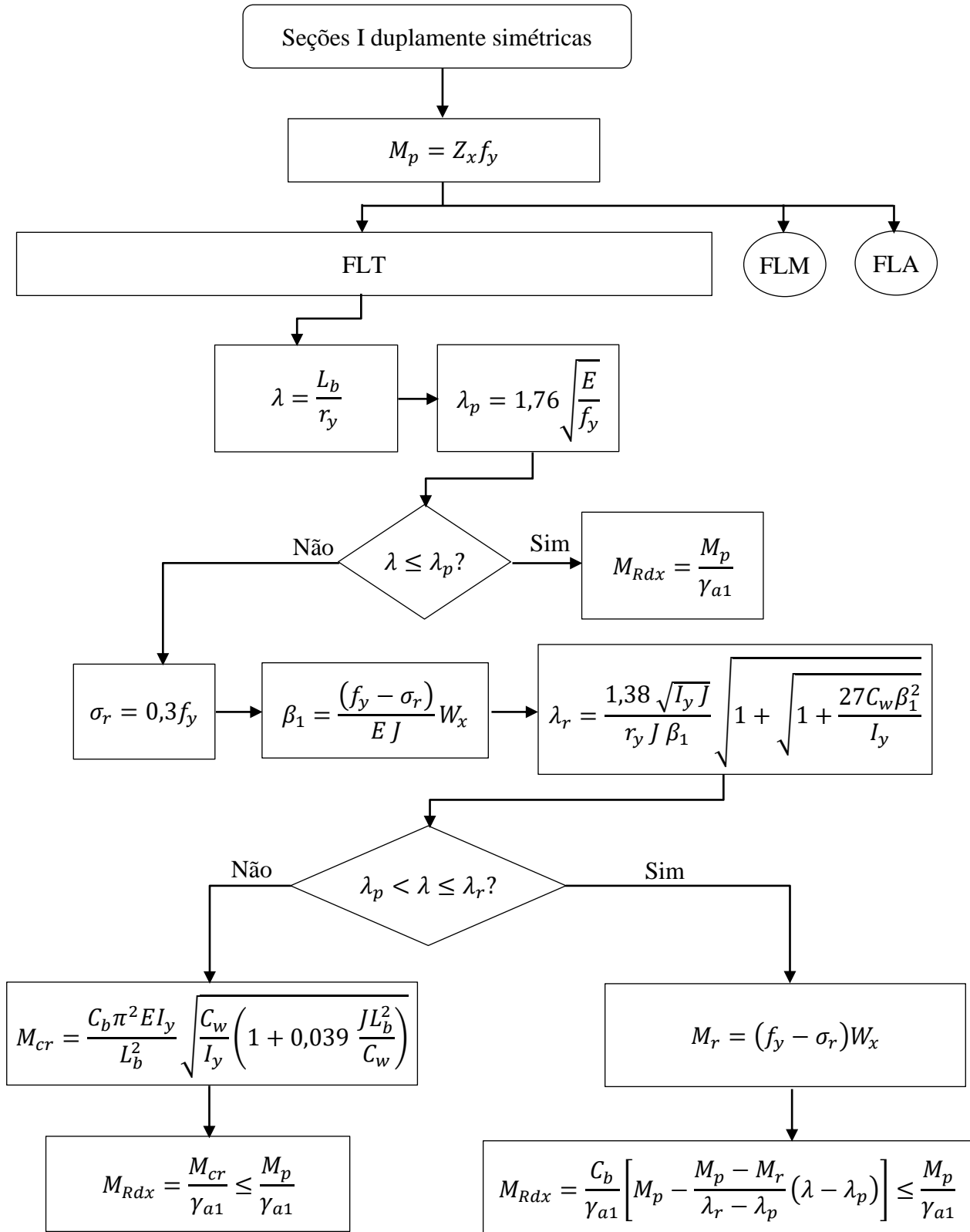
Figura 1 – Geometria da seção transversal

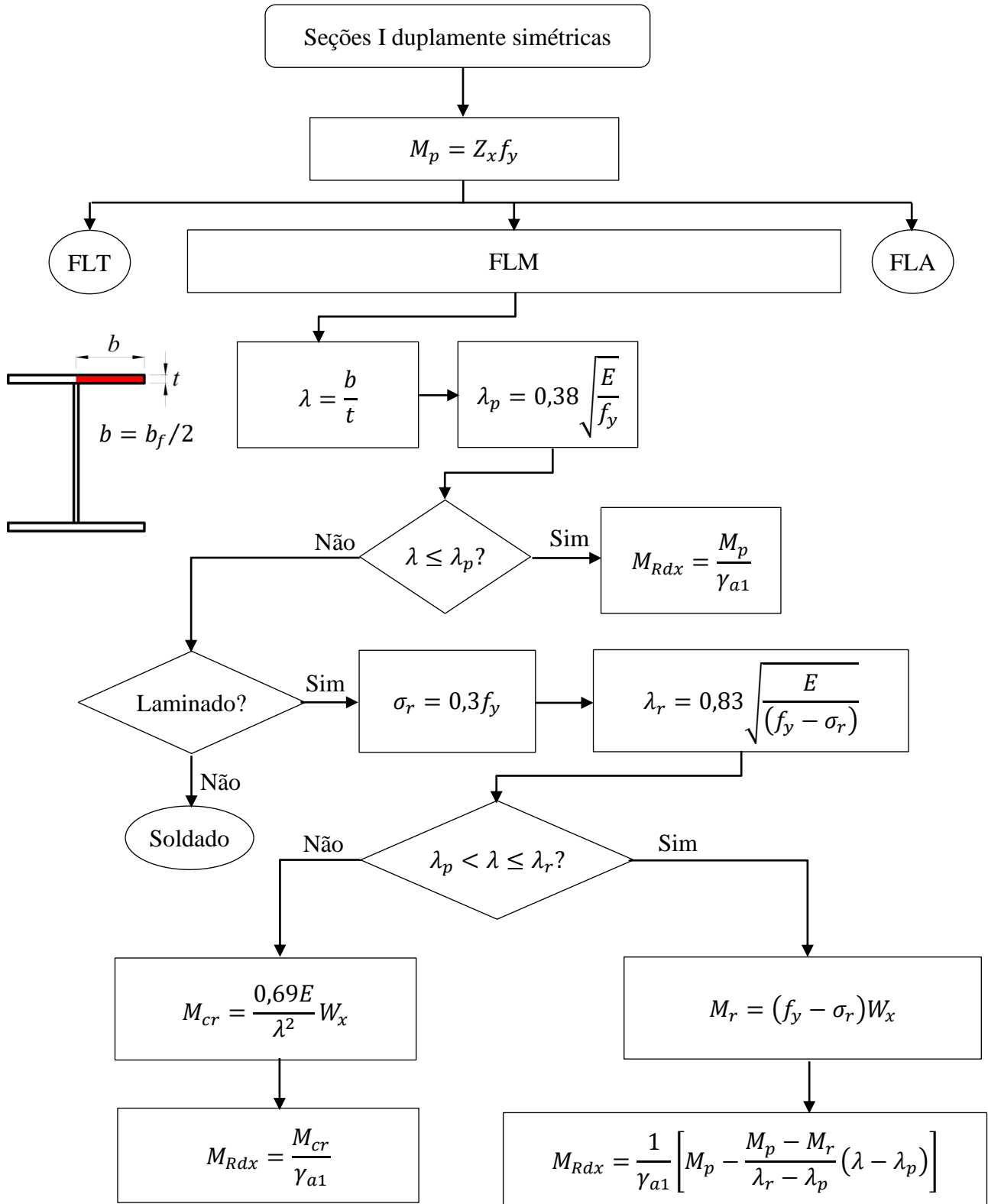


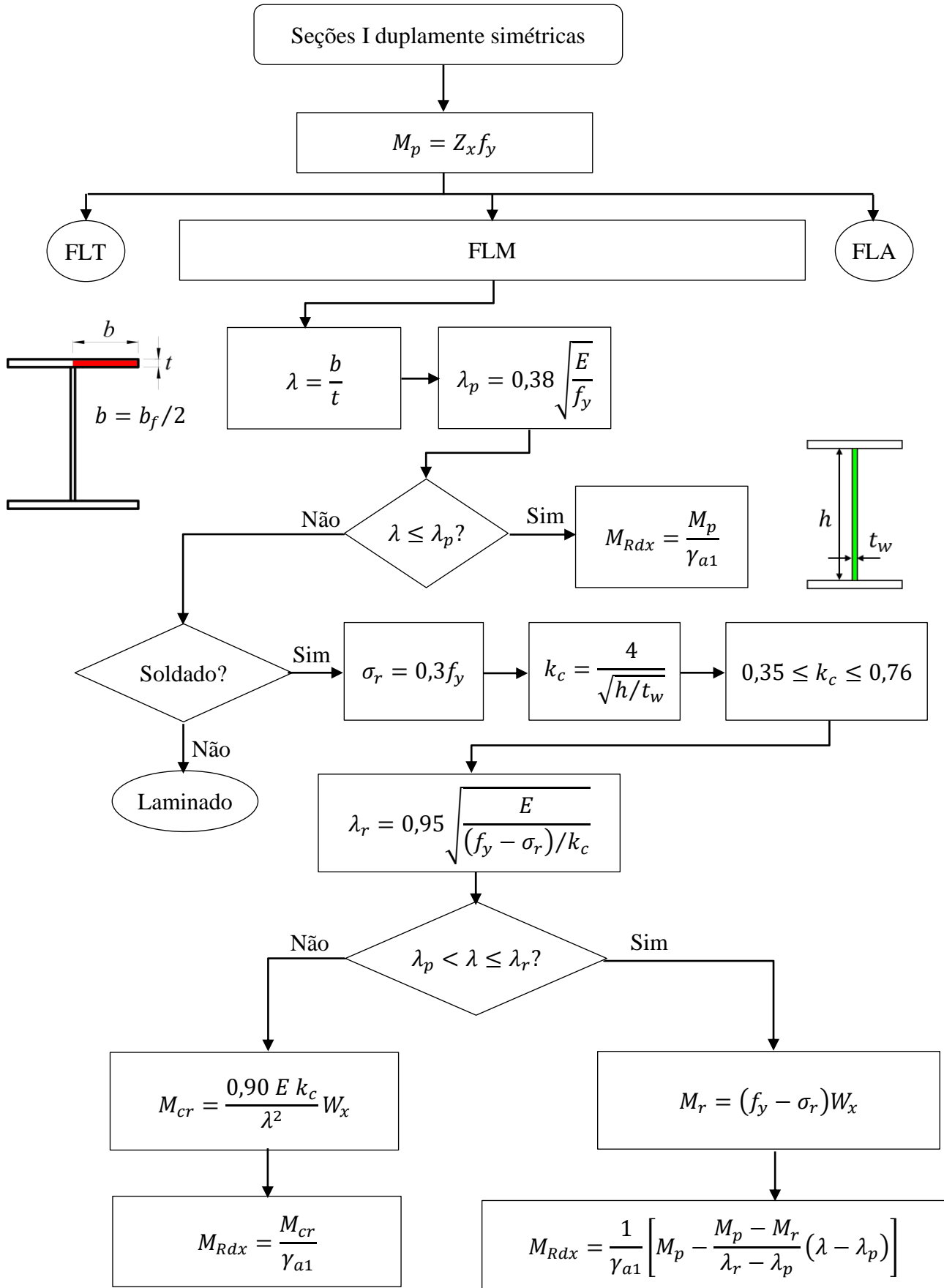
(fonte: adaptada de GERDAU S.A., 2018, p. 1)

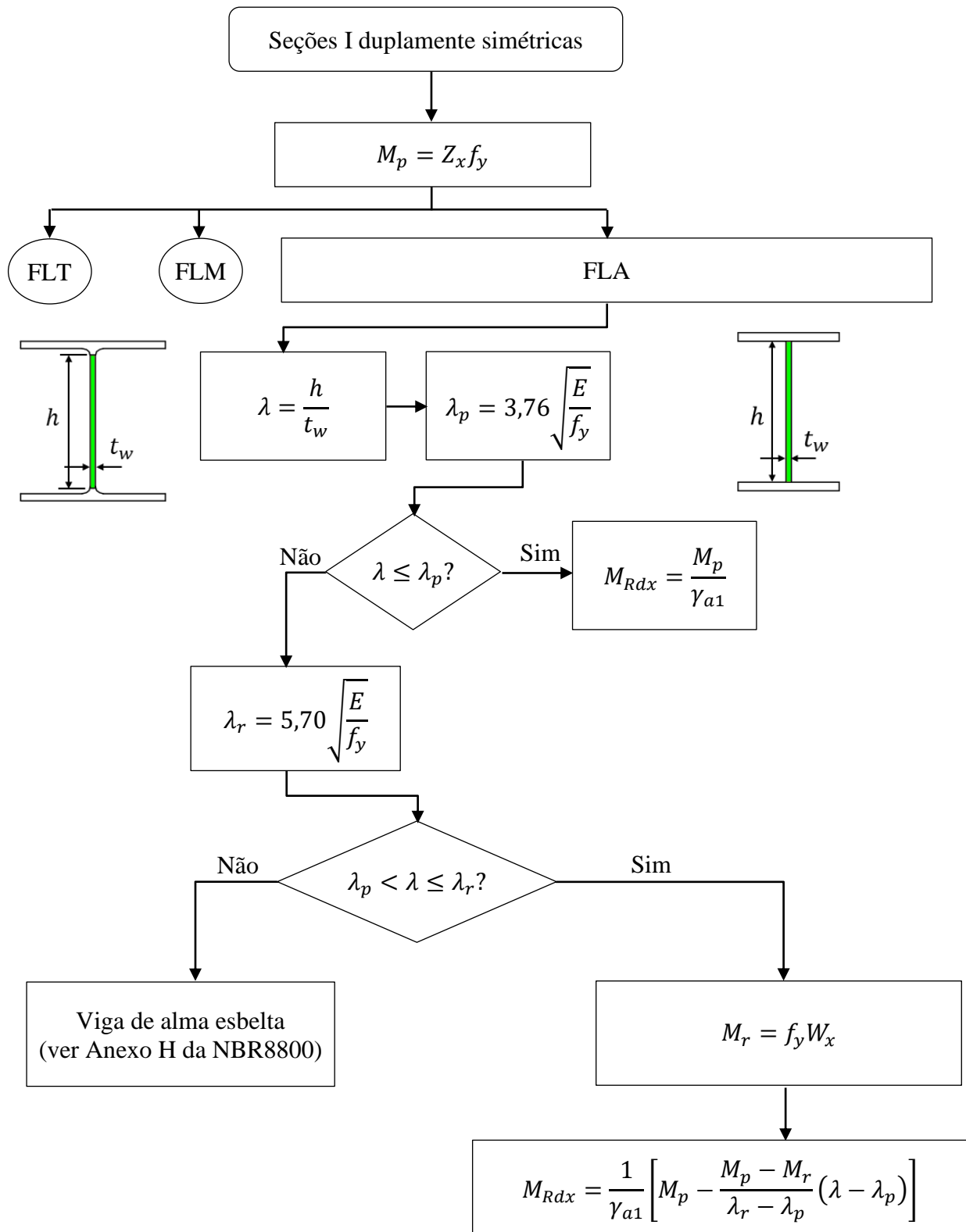
Os perfis soldados são padronizados pela NBR 5884:1980 e recebem a designação CS (colunas soldadas), VS (vigas soldadas) e CVS (colunas e vigas soldadas).

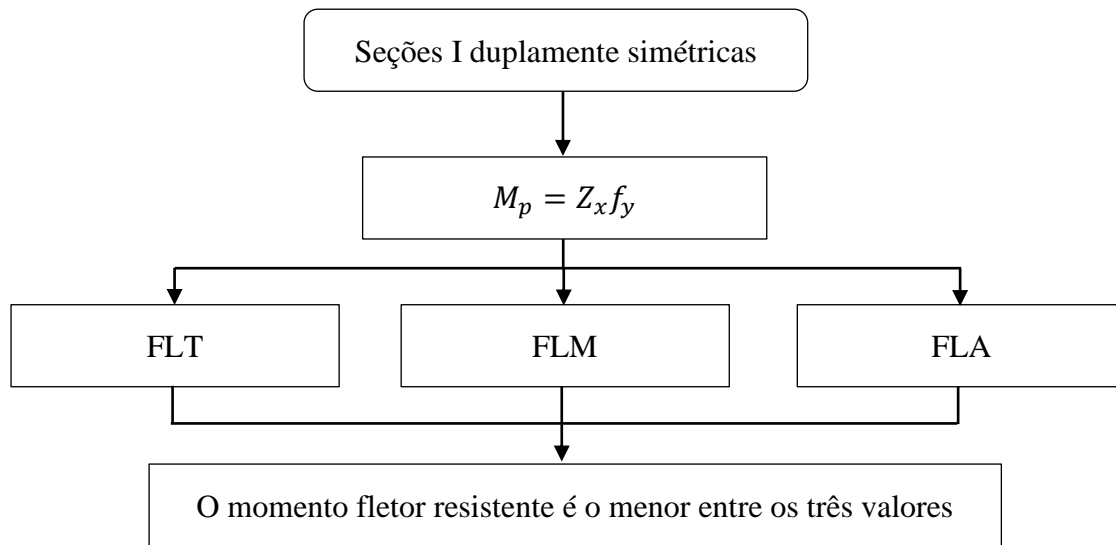
1.1 MOMENTO FLETOR EIXO X



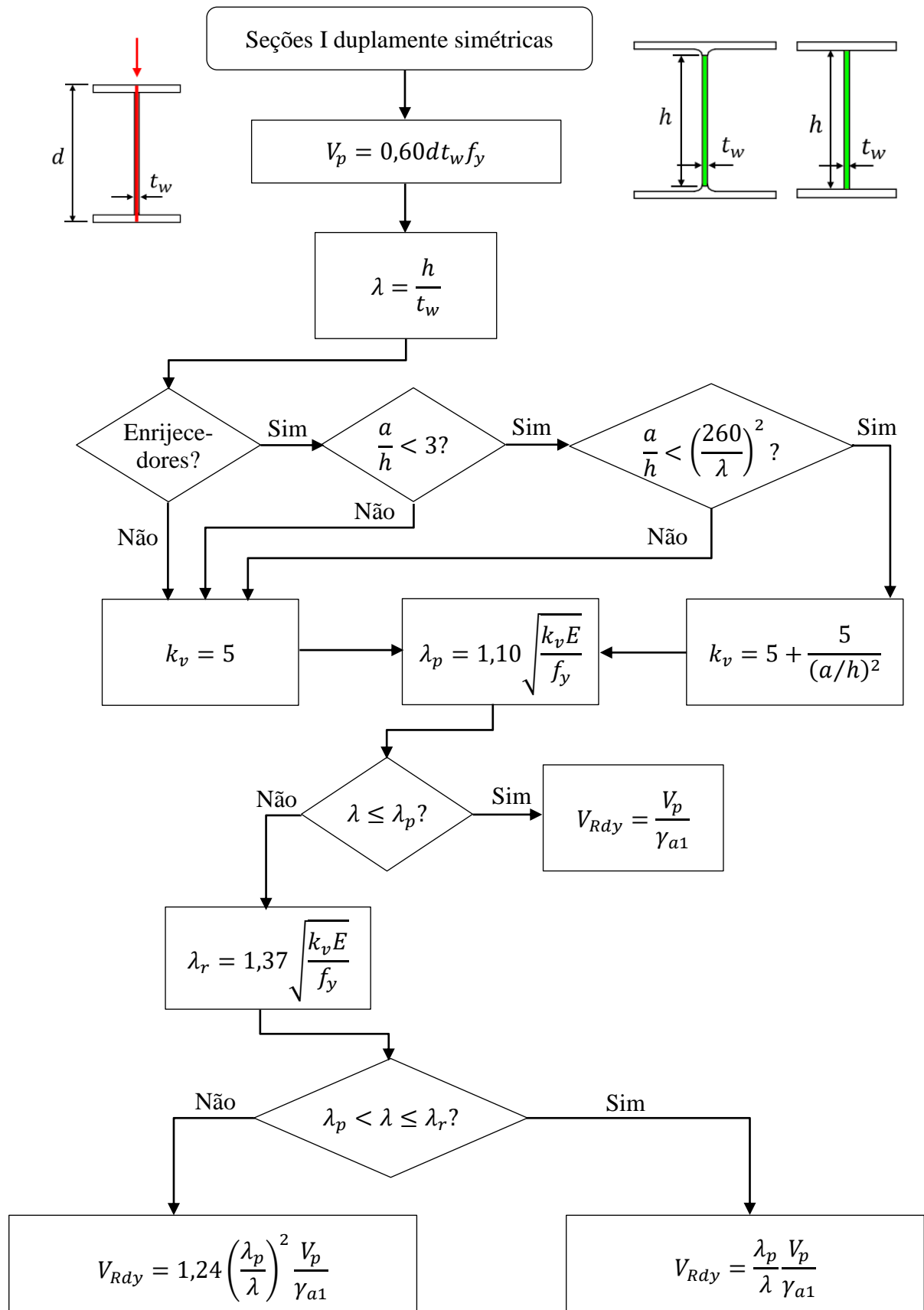




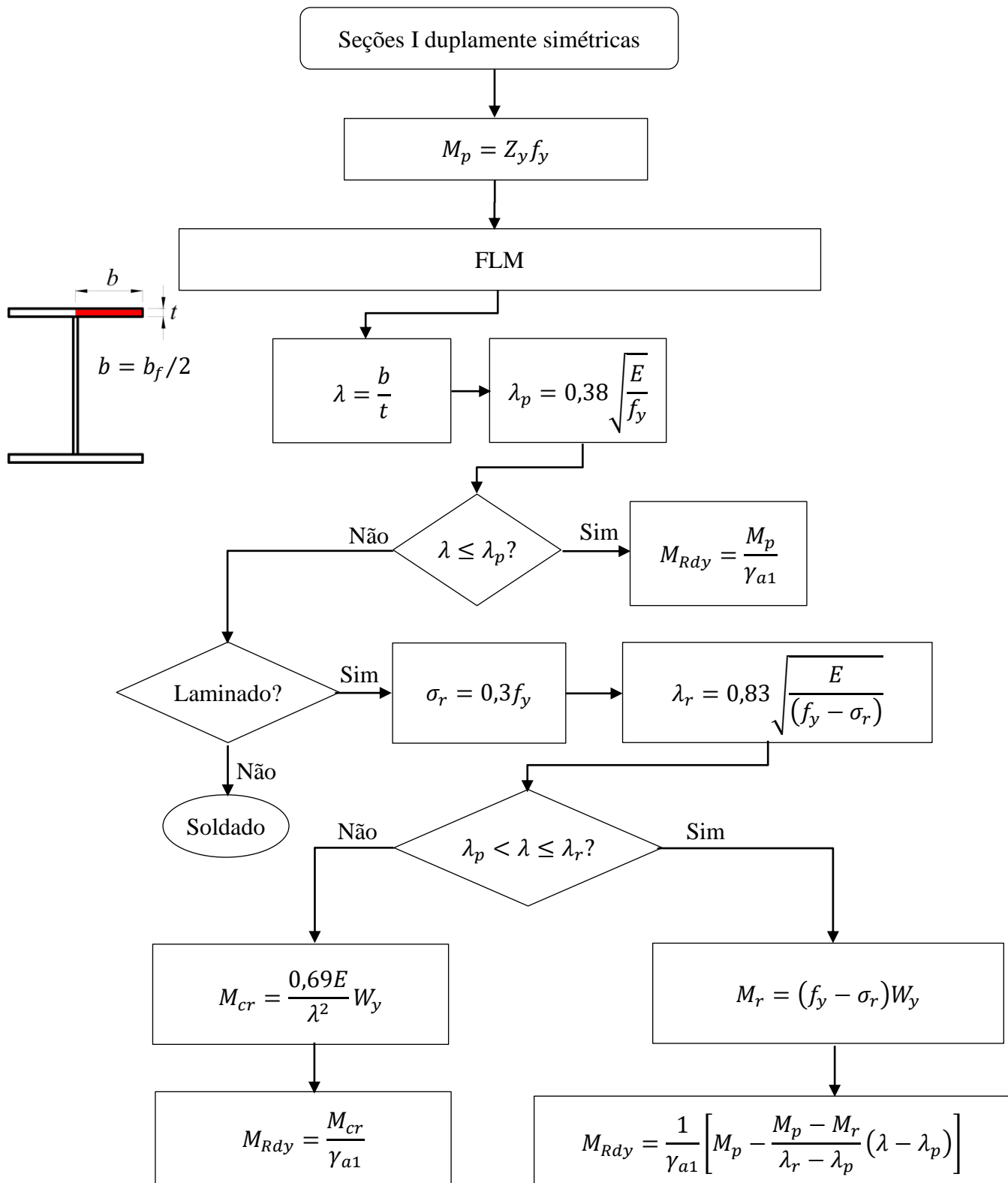


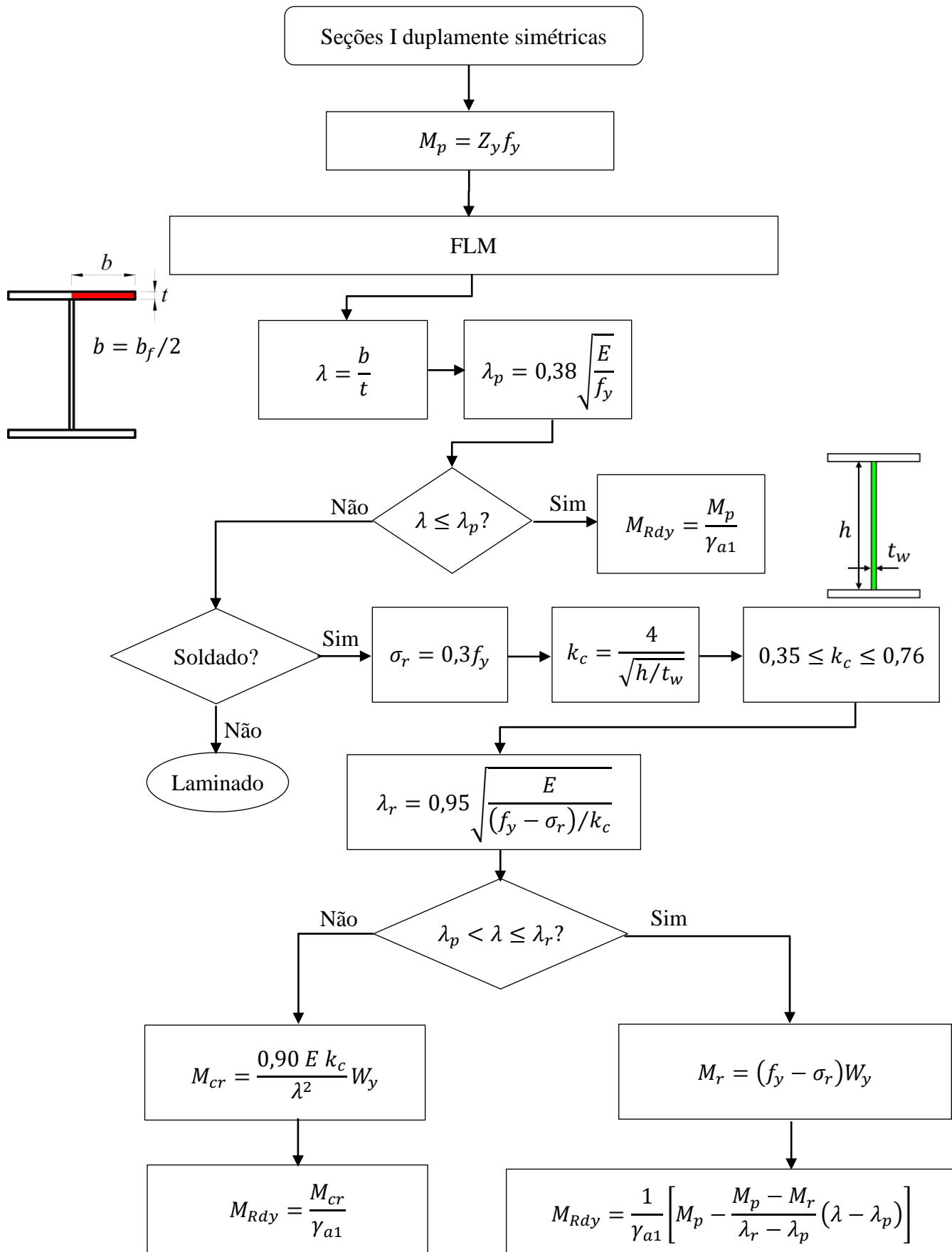


1.2 ESFORÇO CORTANTE EIXO Y

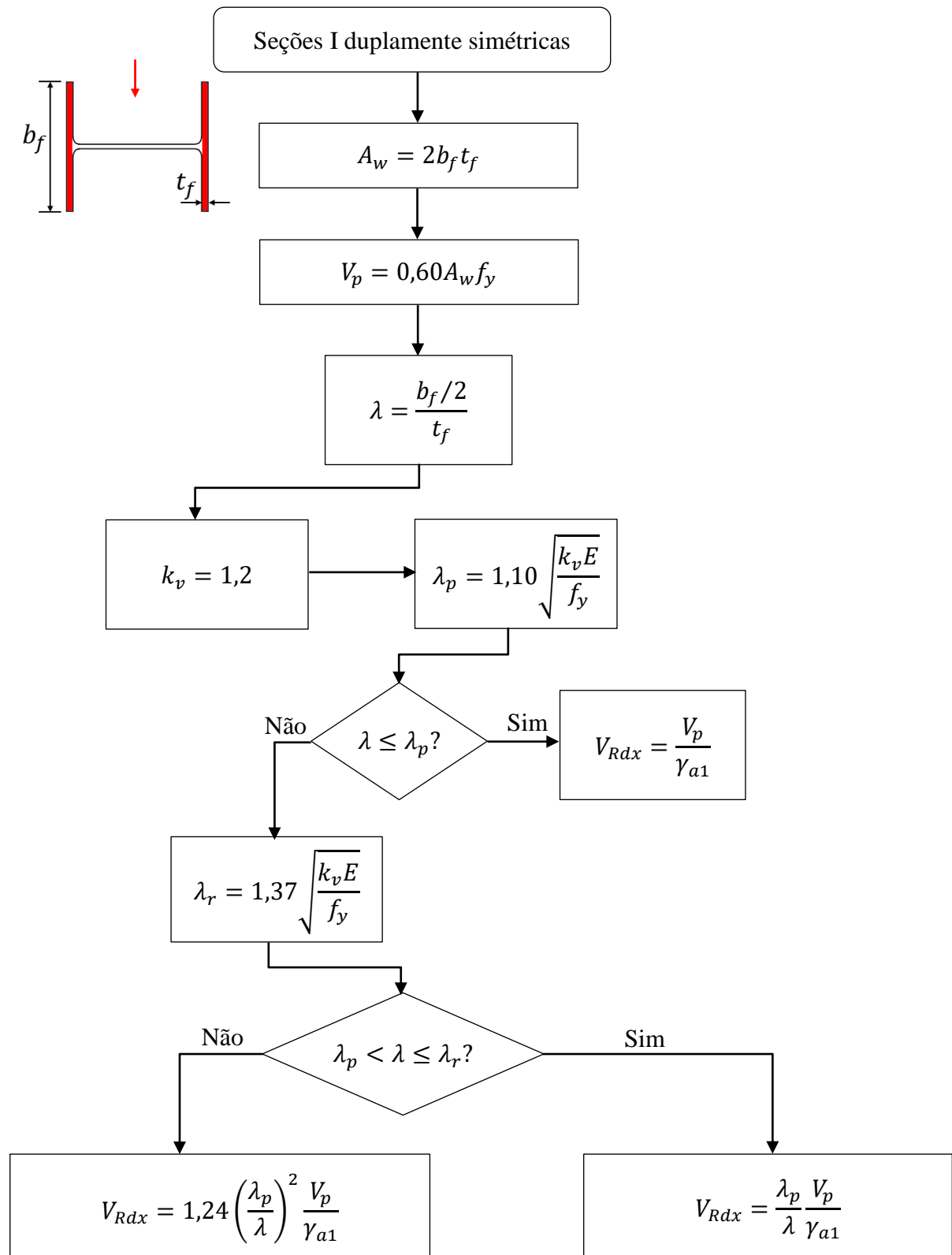


1.3 MOMENTO FLETOR EIXO Y

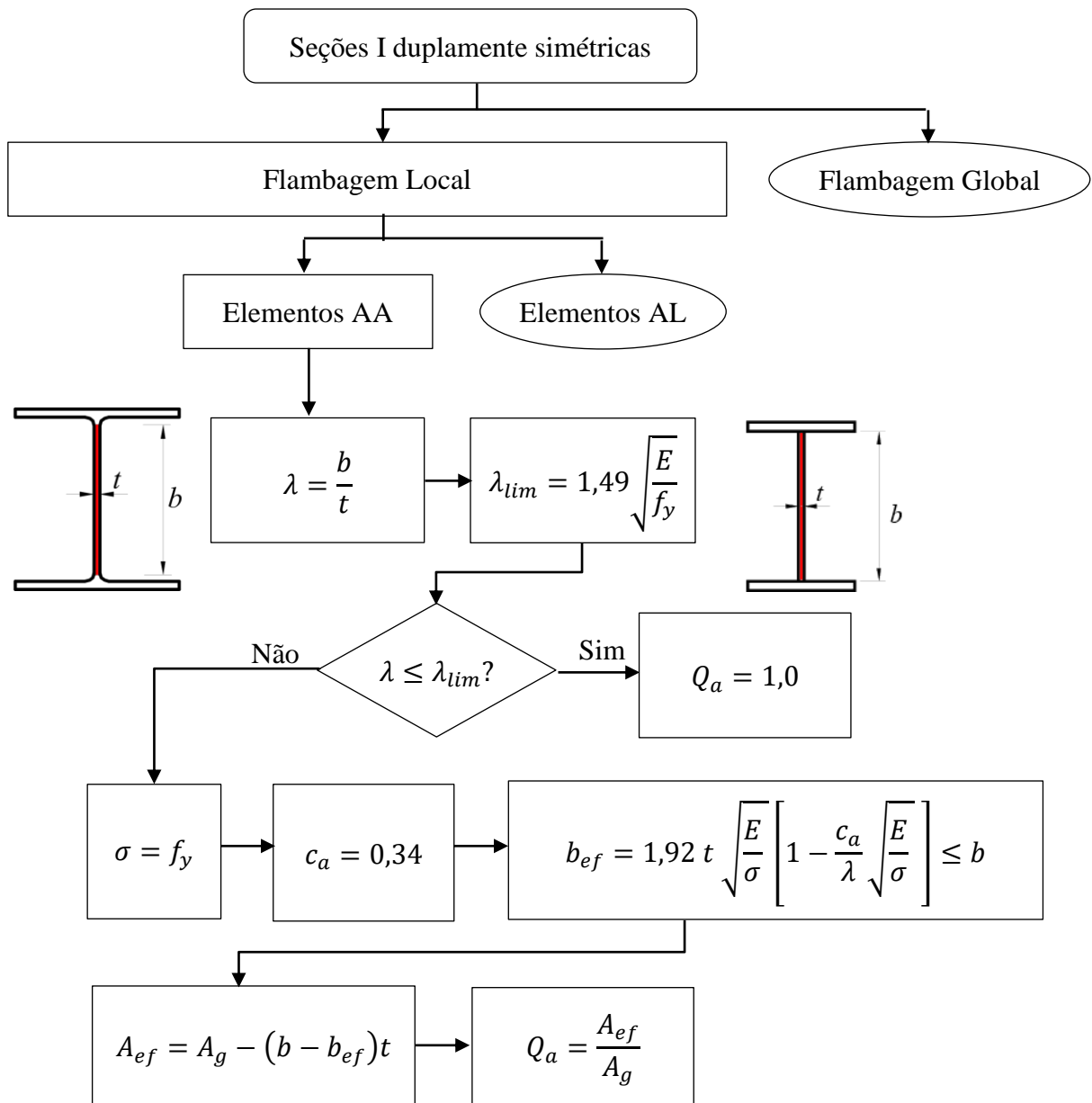


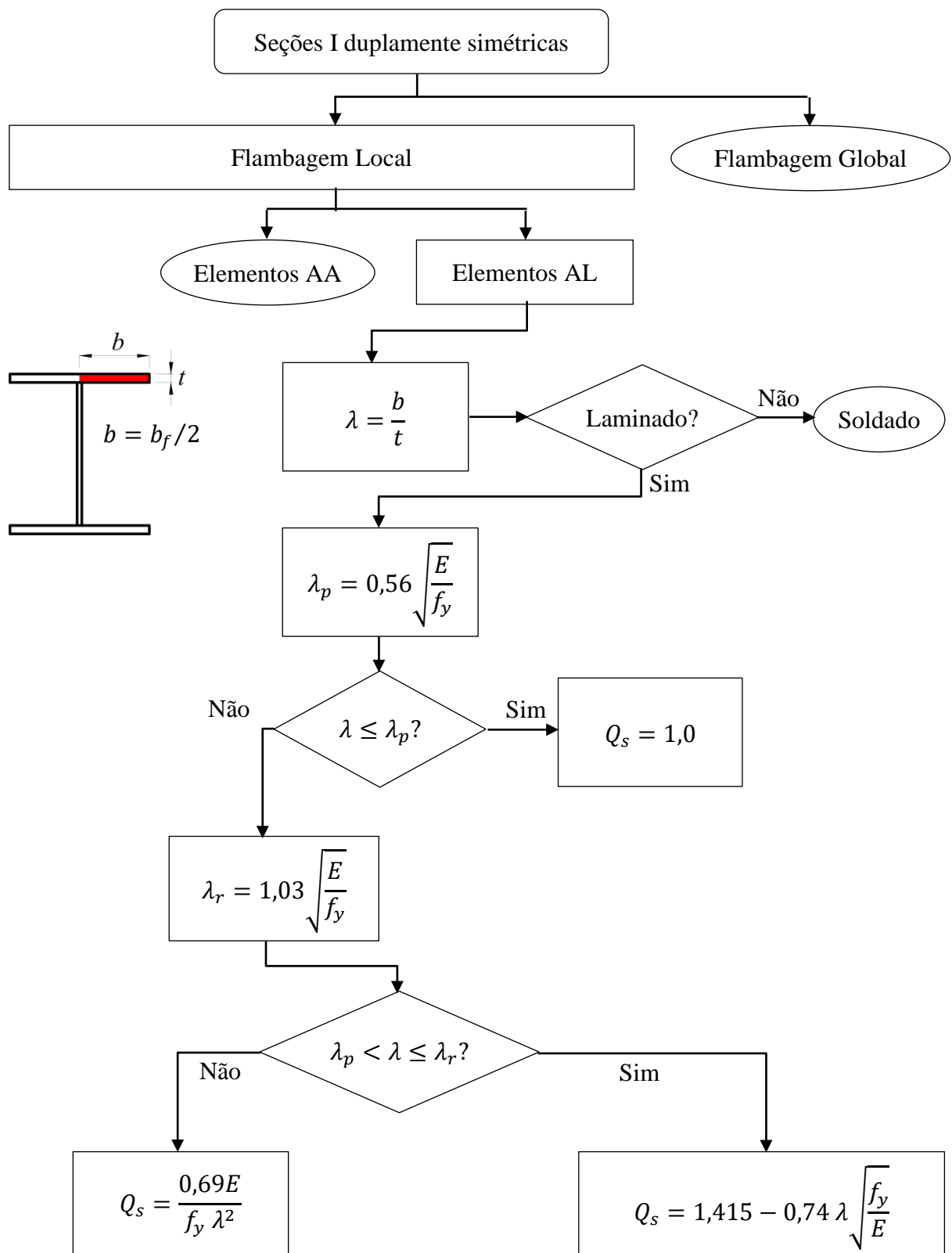


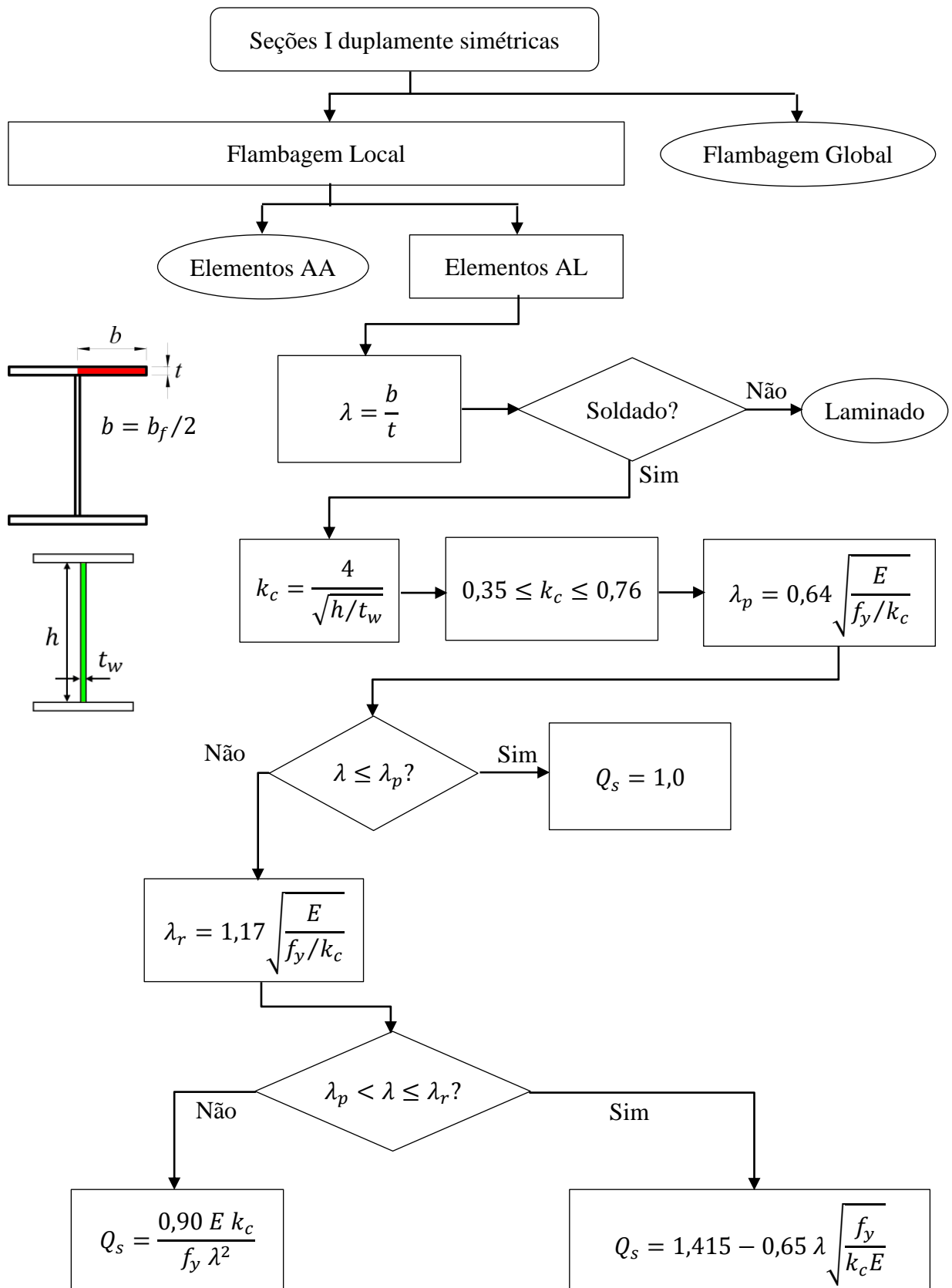
1.4 ESFORÇO CORTANTE EIXO X

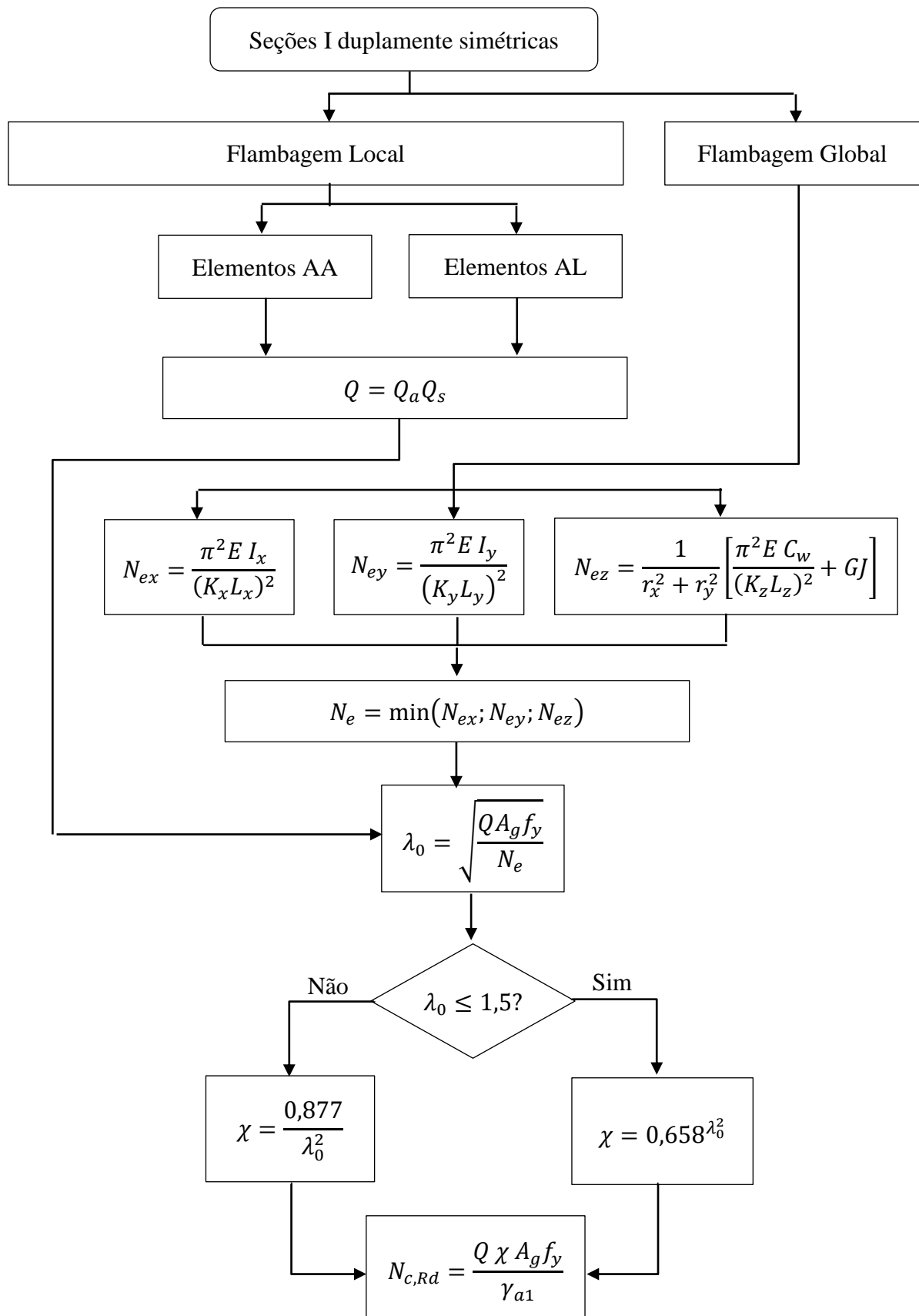


1.5 COMPRESSÃO





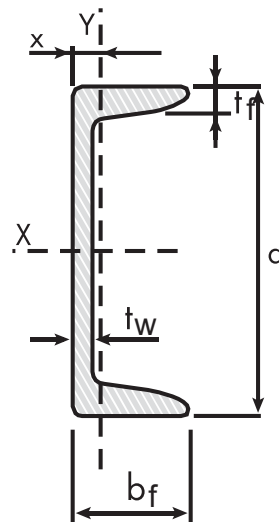




2 SEÇÕES C/U

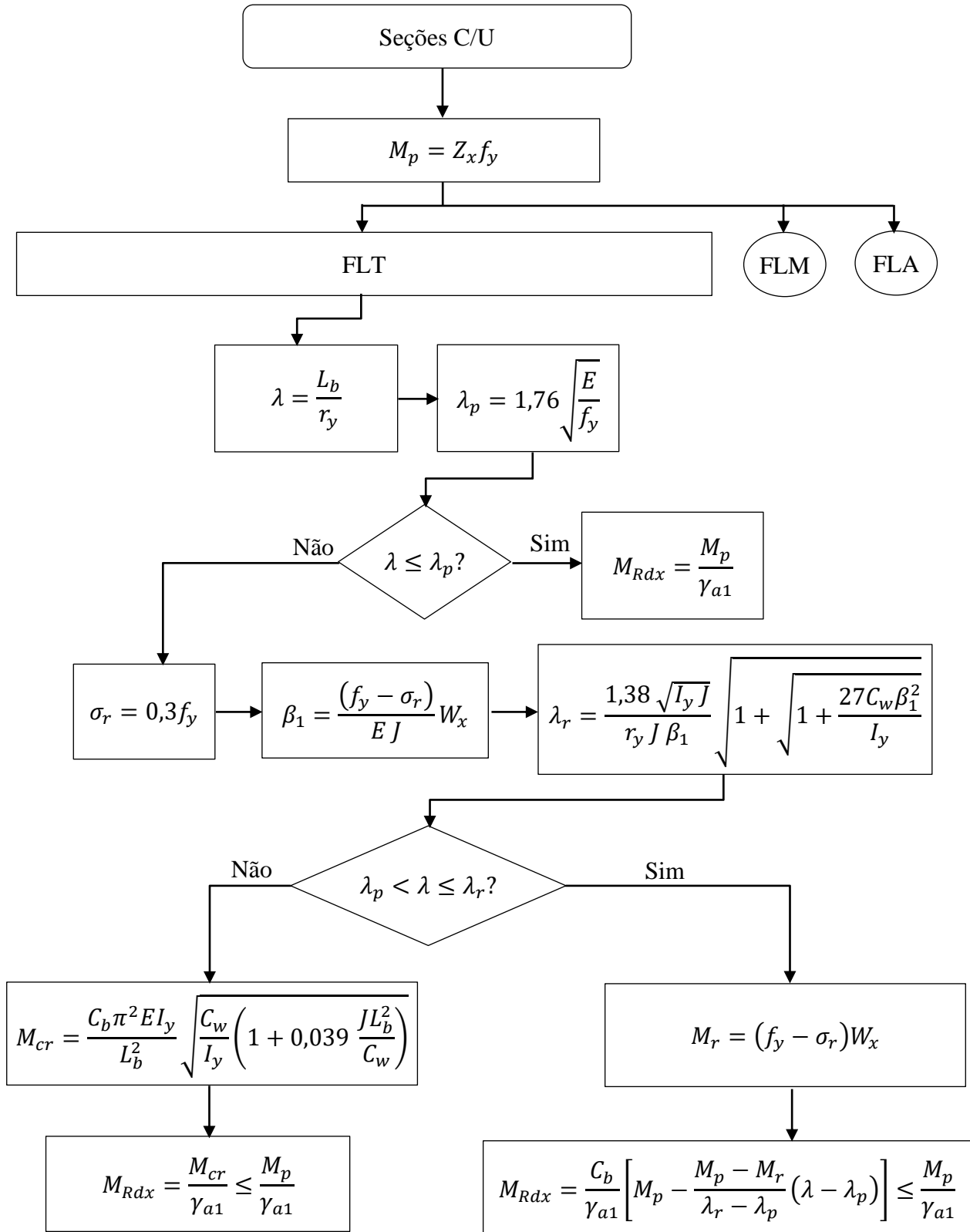
Os perfis C (*channel*) são correntemente denominados de U. A Figura 2 apresenta a sua geometria.

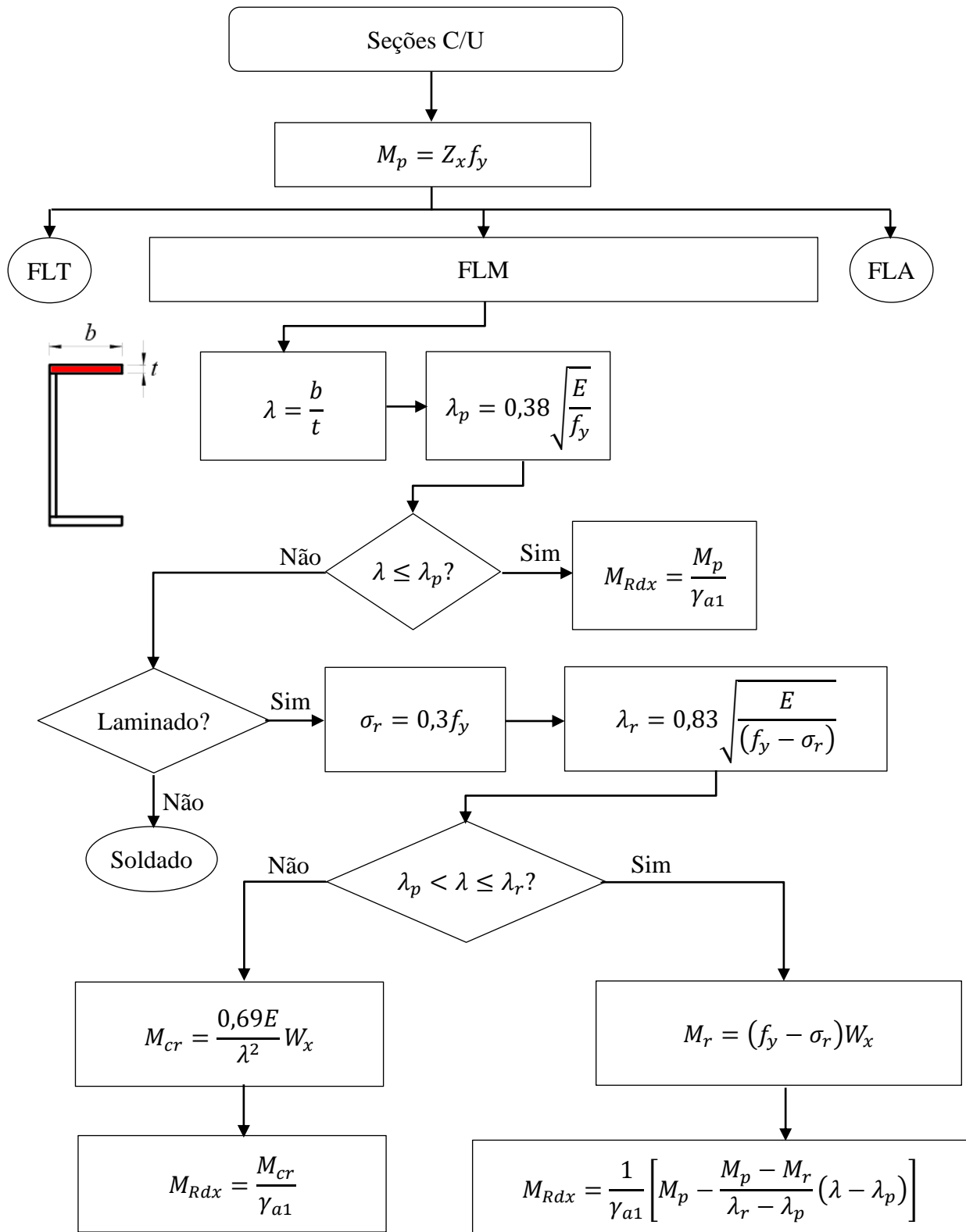
Figura 2 – Geometria da seção transversal

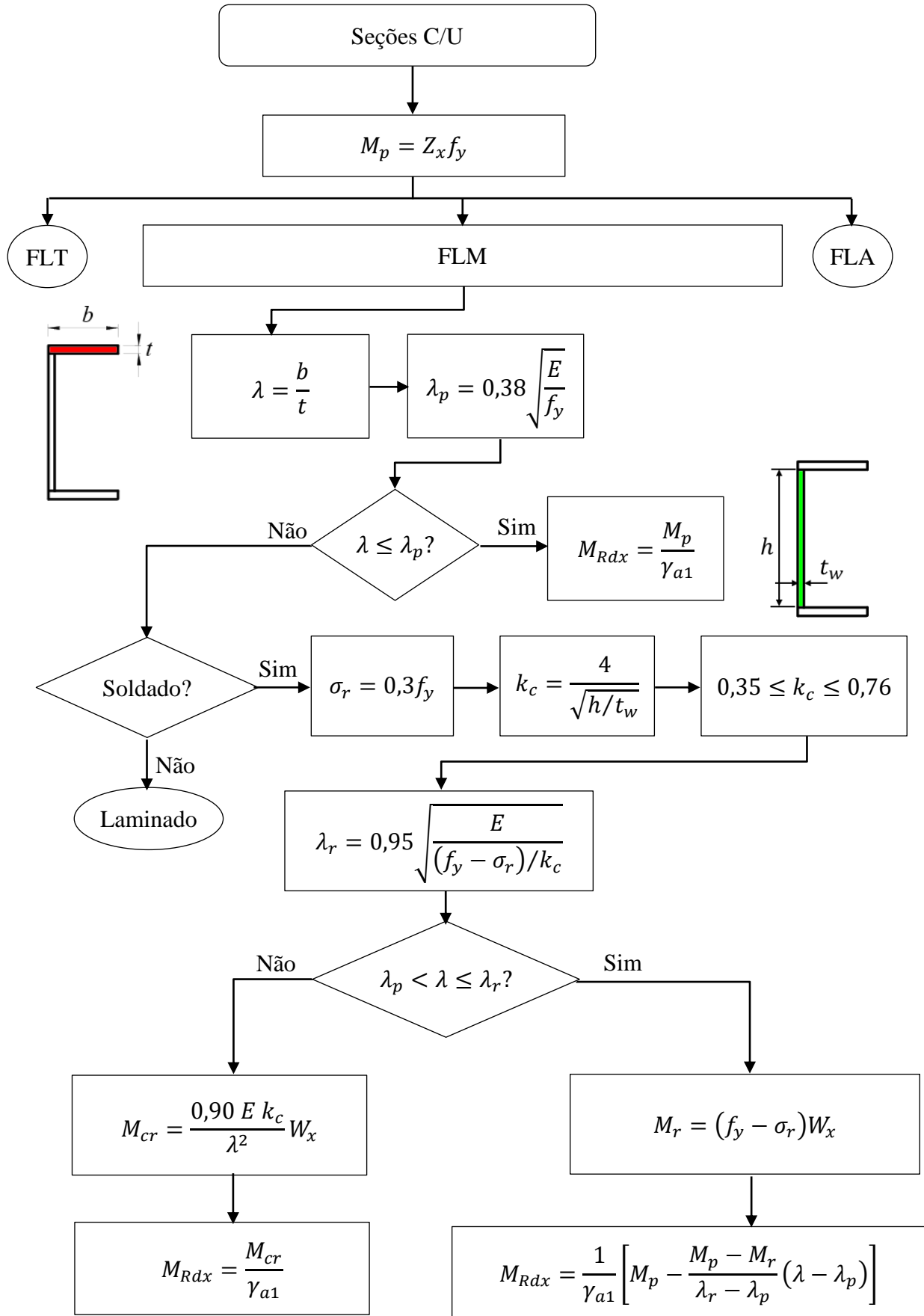


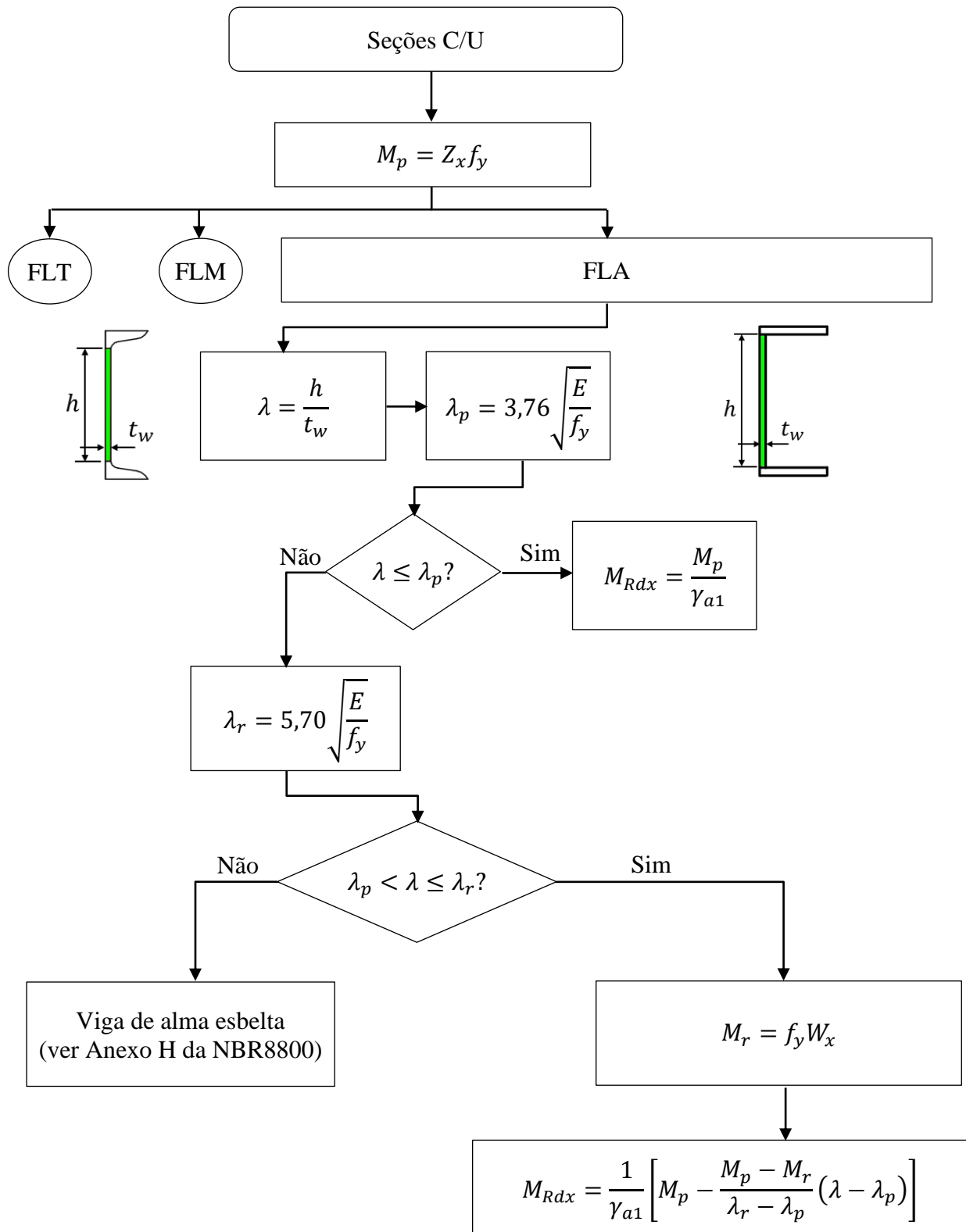
(fonte: adaptada de GERDAU S.A., ----, p. 2)

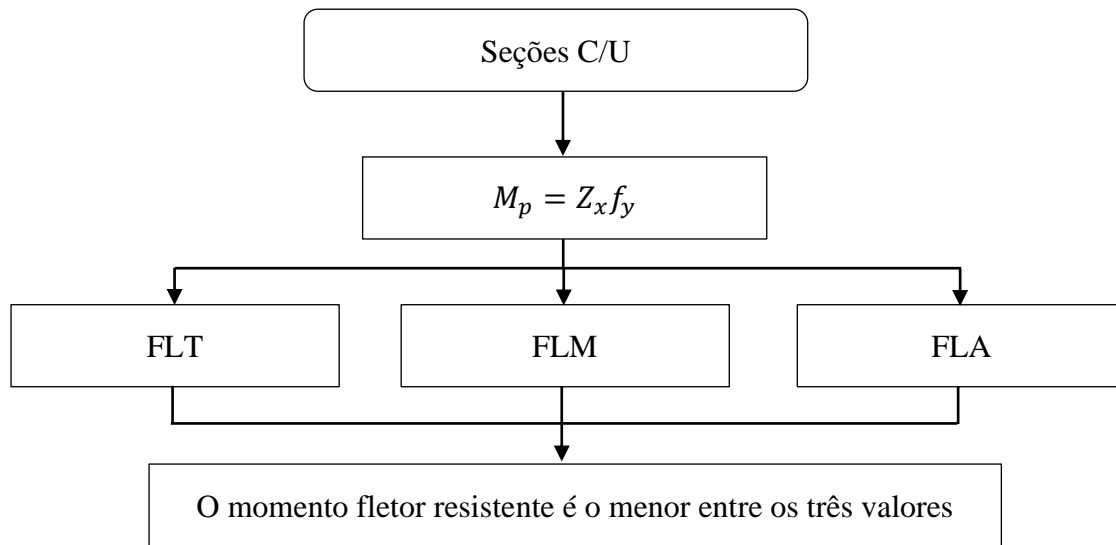
2.1 MOMENTO FLETOR EIXO X



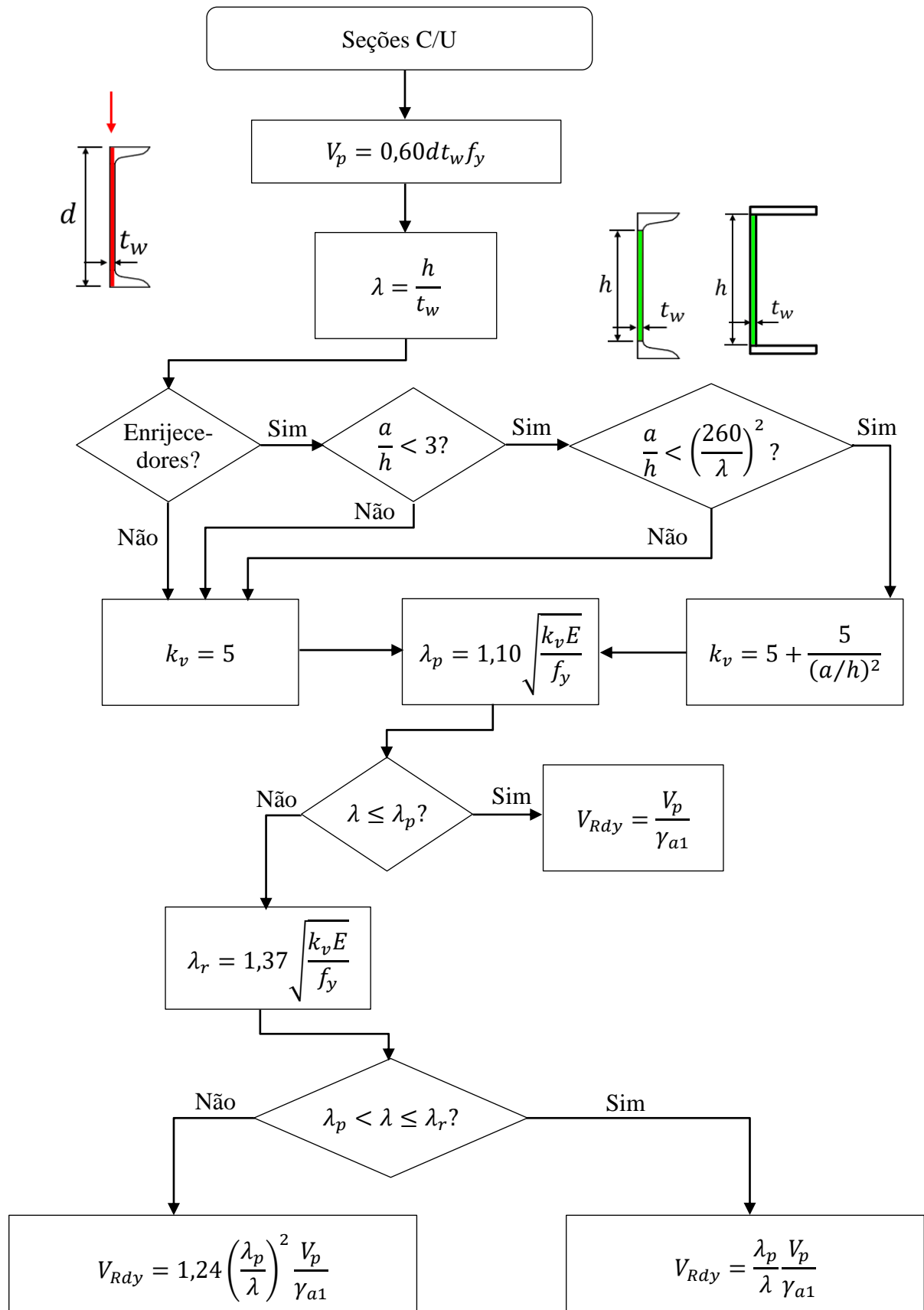




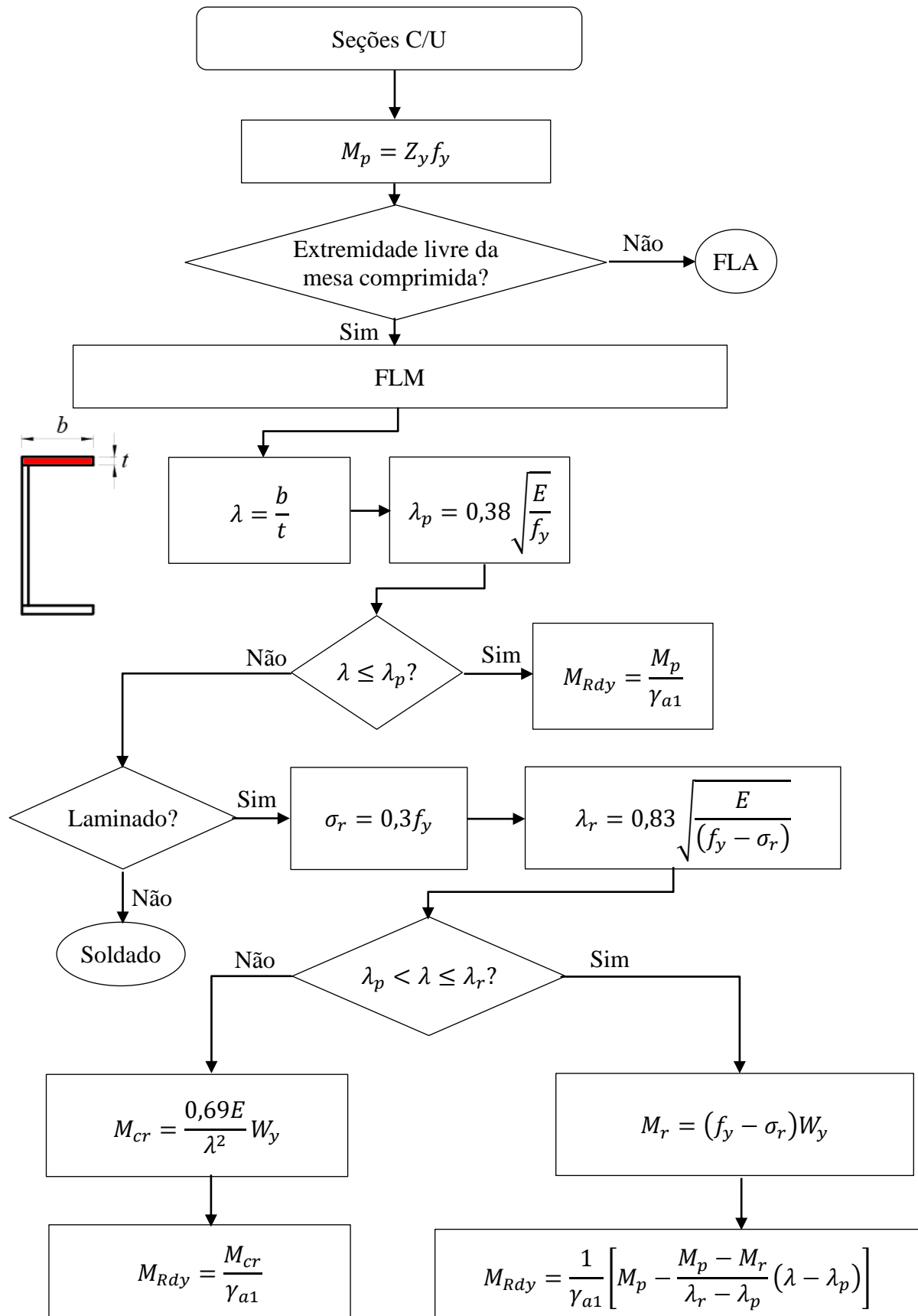


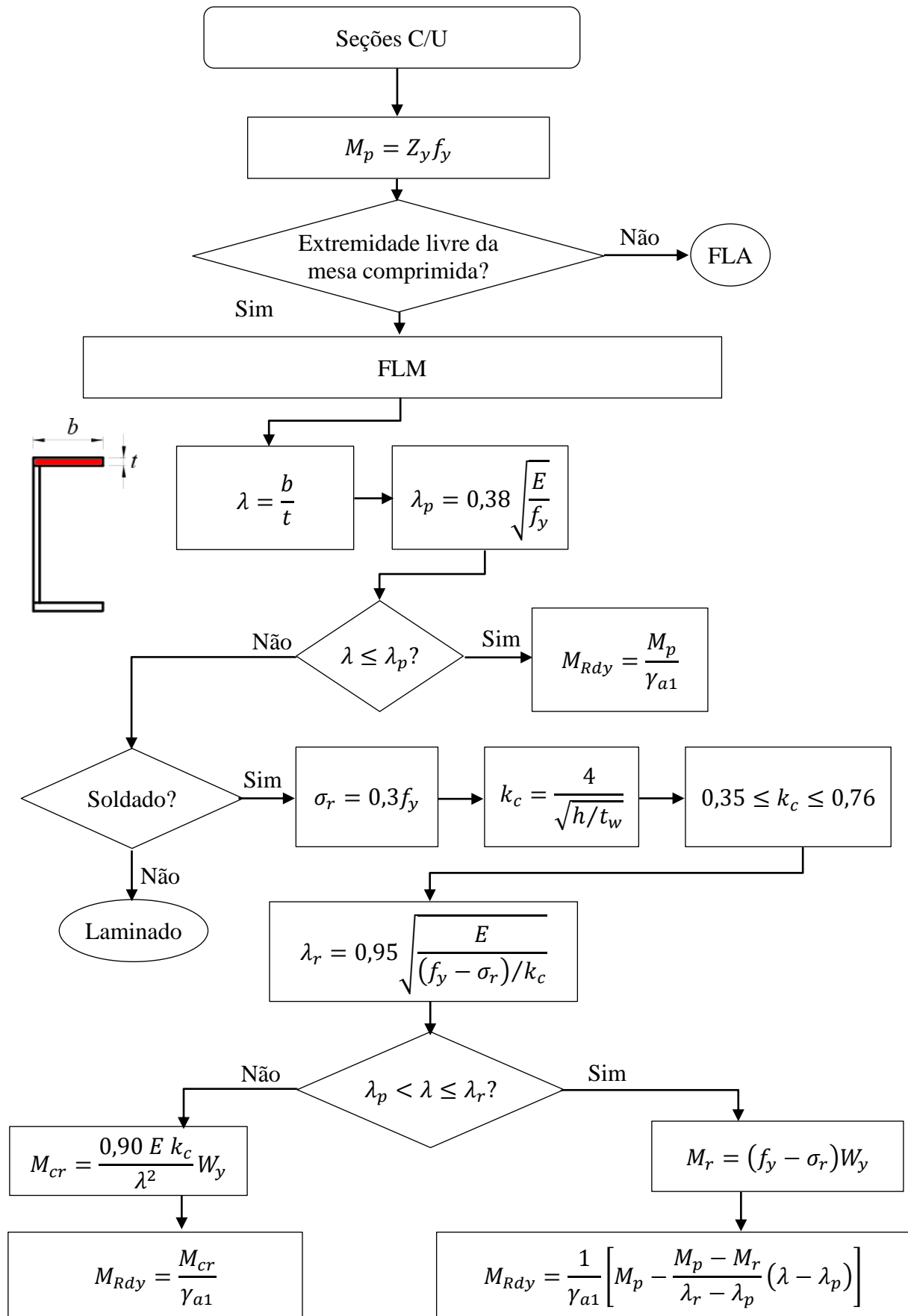


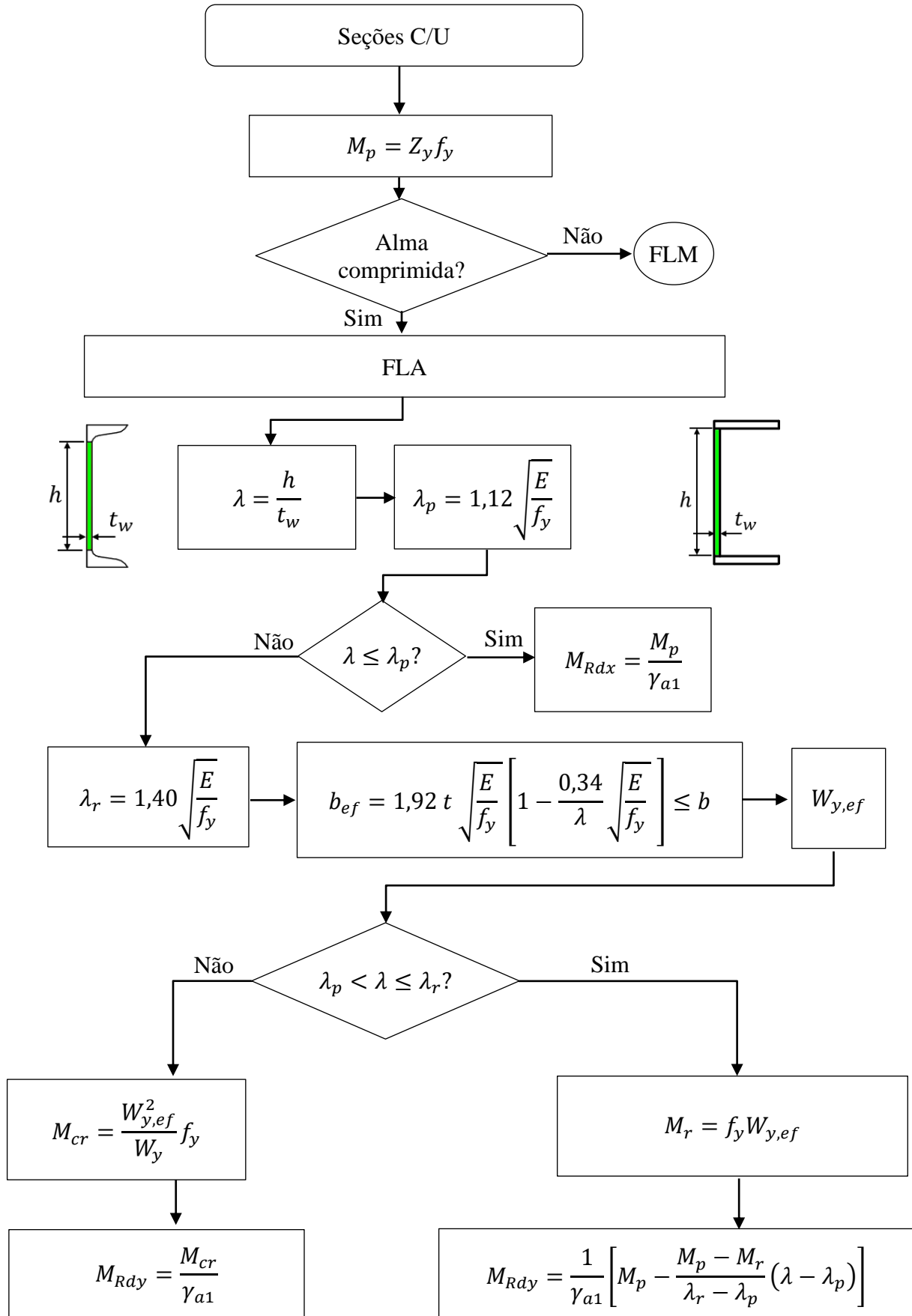
2.2 ESFORÇO CORTANTE EIXO Y



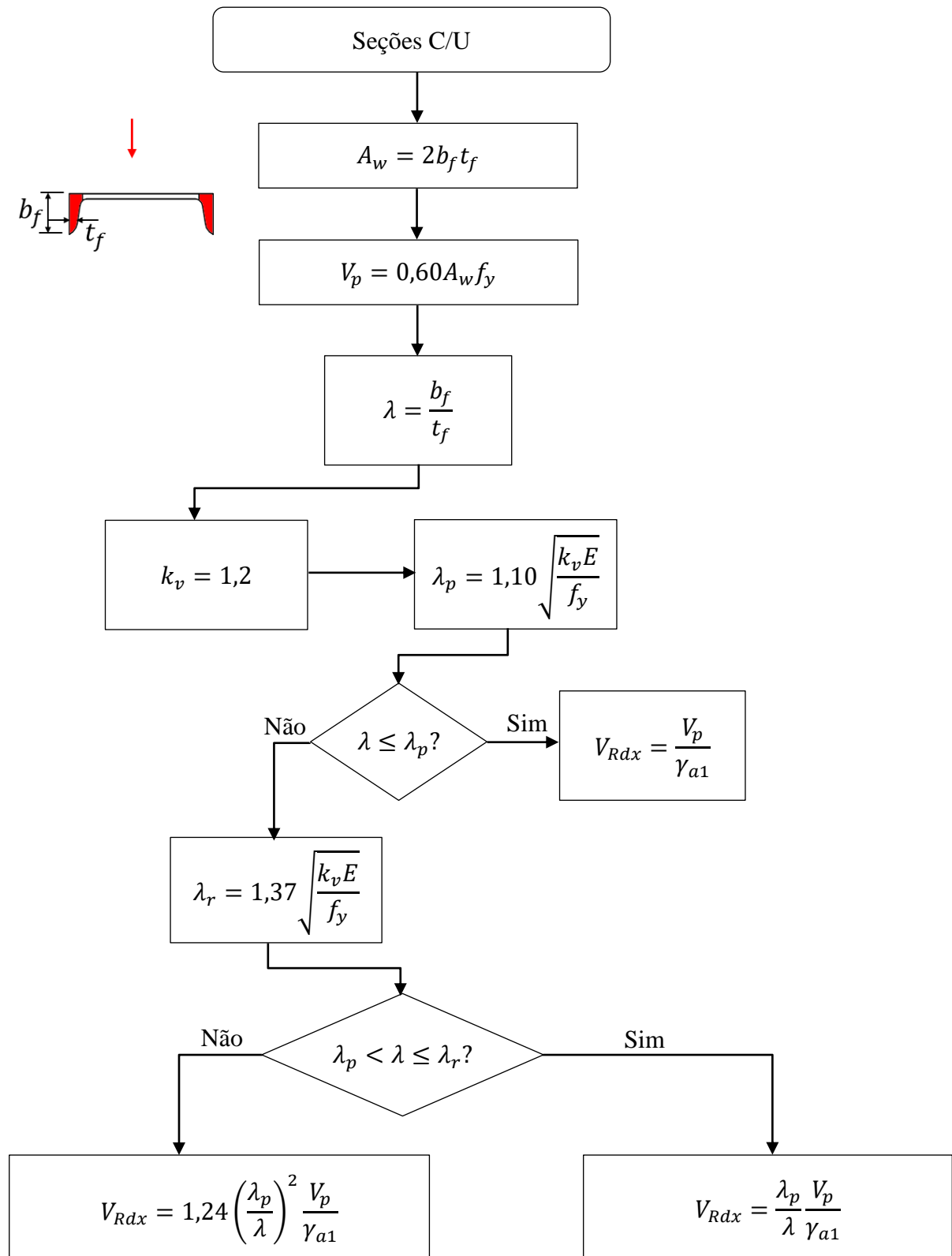
2.3 MOMENTO FLETOR EIXO Y



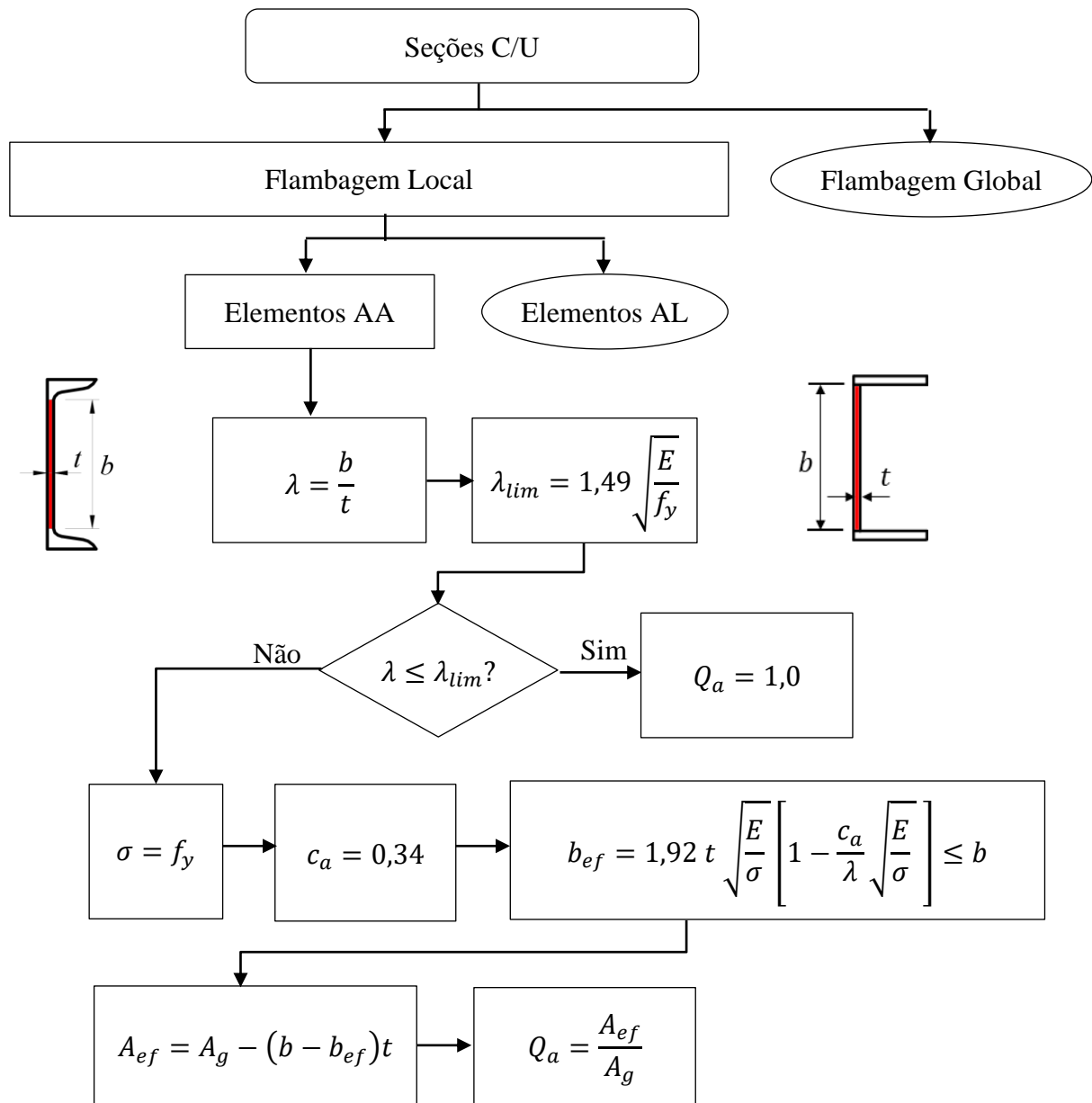


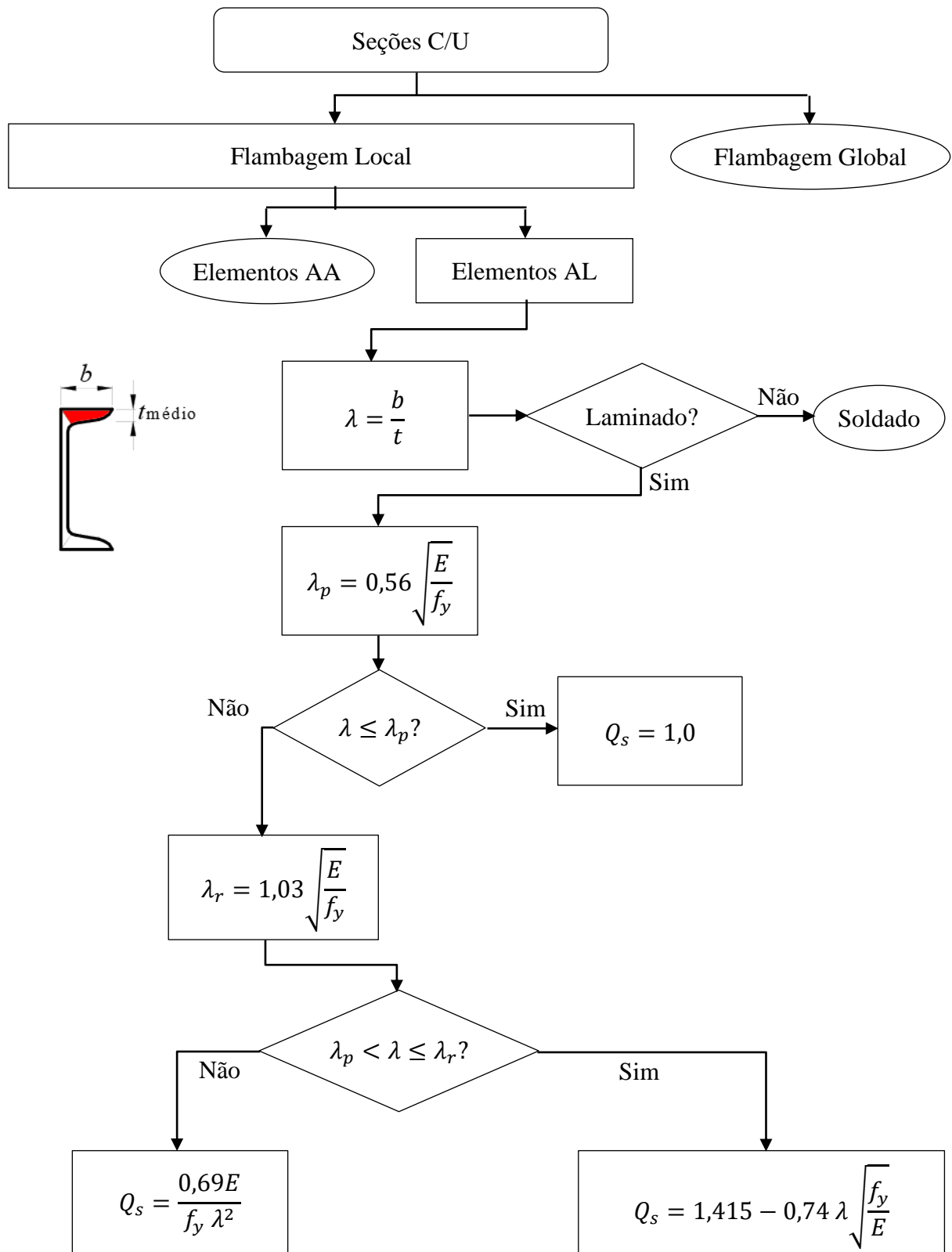


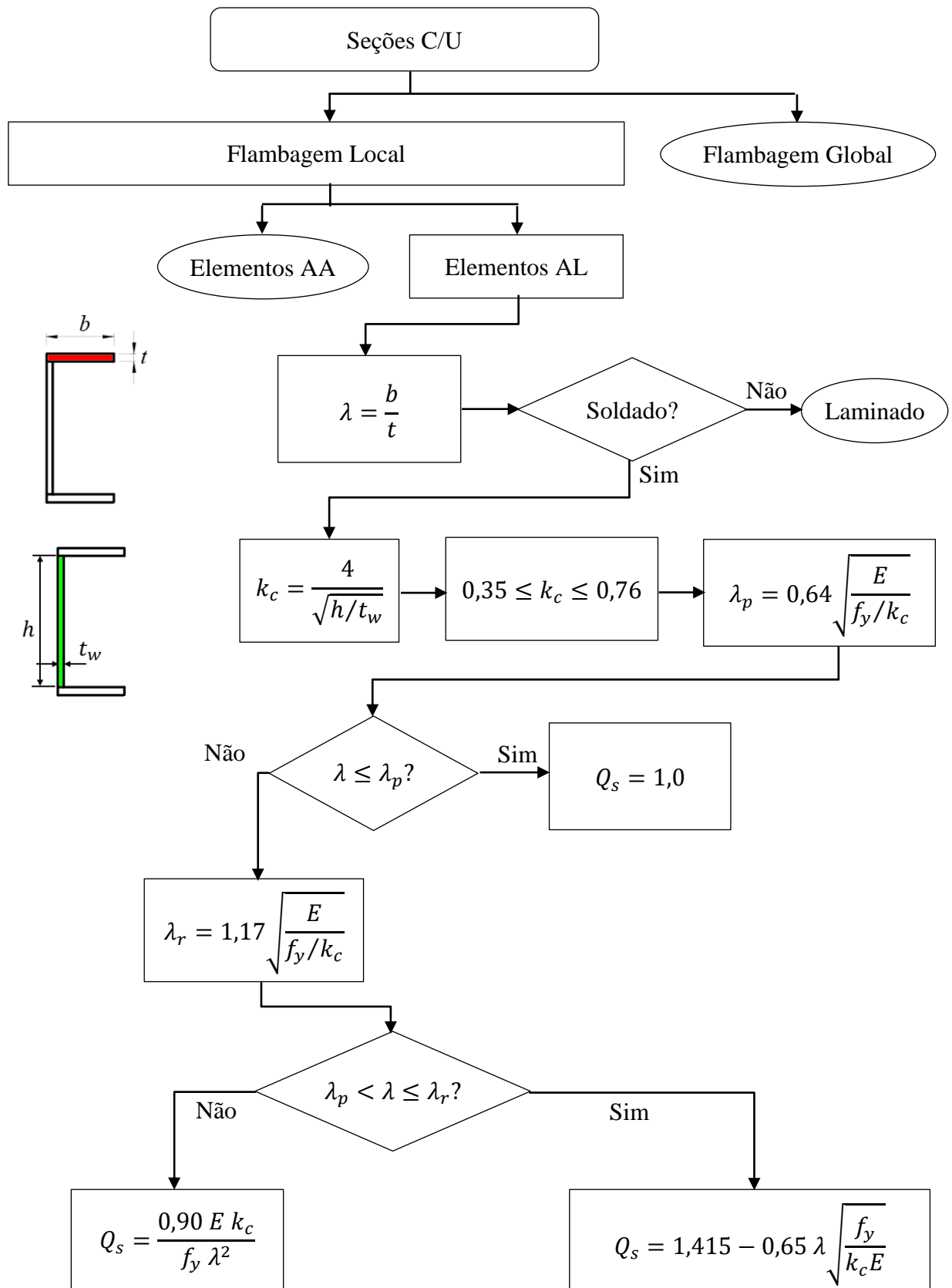
2.4 ESFORÇO CORTANTE EIXO X

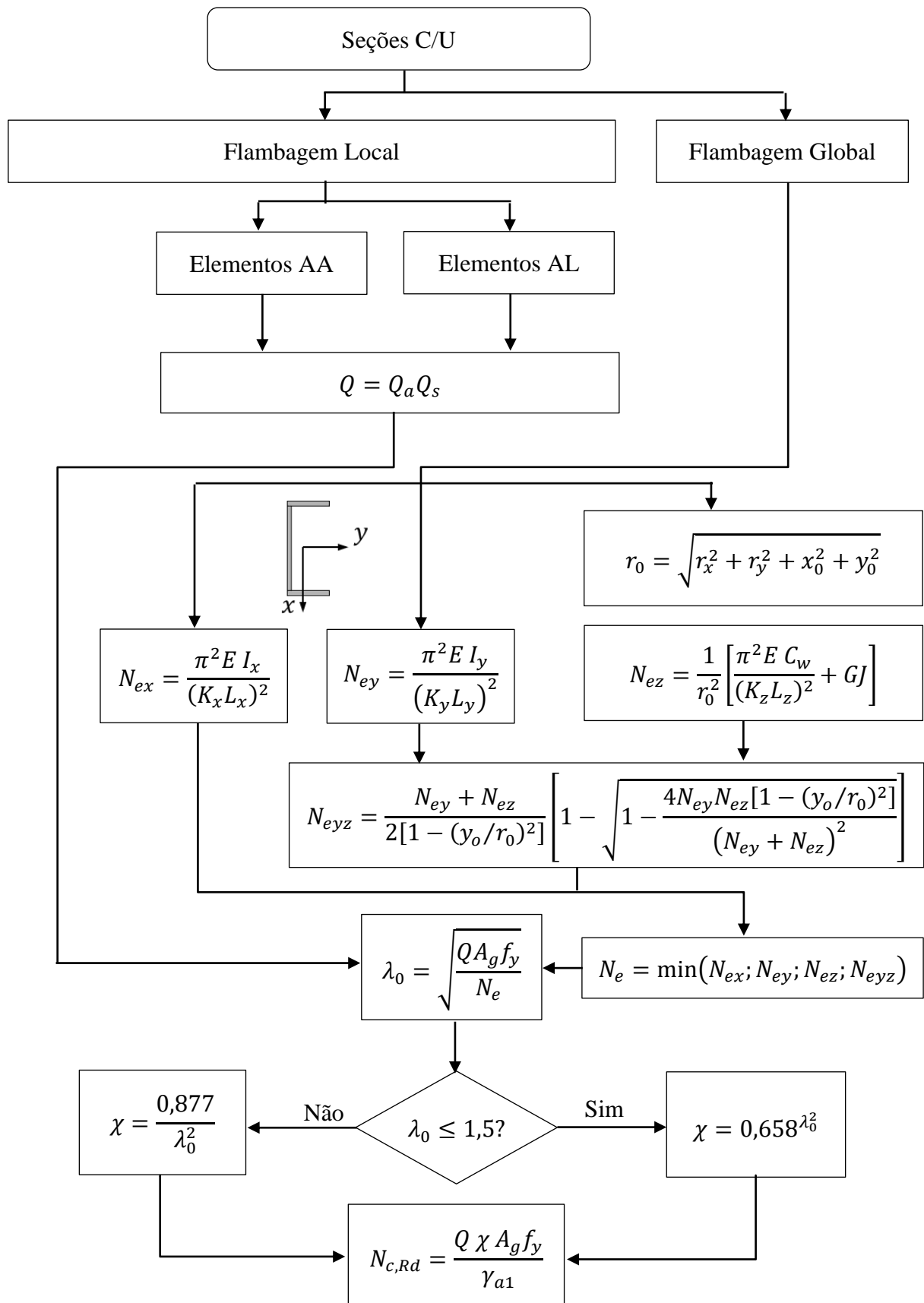


2.5 COMPRESSÃO









REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

GERDAU S.A. **Perfis estruturais Gerdau**: tabela de bitolas. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<https://www2.gerdau.com.br/download/file/338?download=338>>. Acesso em: 15 set. 2019.

_____. **Perfil I e U Gerdau**. Porto Alegre, ----. Disponível em: <<https://www2.gerdau.com.br/download/file/323?download=323>>. Acesso em: 15 set. 2019.