

*André C. P. L. F. de Carvalho*  
**Inteligência Artificial**

Uma Abordagem de  
Aprendizado de Máquina



**LTC**  
EDITORA



[www.grupogen.com.br](http://www.grupogen.com.br)

<http://gen-io.grupogen.com.br>



Saúde



GUANABARA  
KOOGAN

ROCA



Jurídico



Exatas

LTC  
EDITORA

Humanas



O **GEN | Grupo Editorial Nacional** reúne as editoras Guanabara Koogan, Santos, Roca, AC Farmacêutica, LTC, Forense, Método, E.P.U. e Forense Universitária



O **GEN-IO | GEN – Informação Online** é o repositório de material suplementar dos livros dessas editoras

[www.grupogen.com.br](http://www.grupogen.com.br)

<http://gen-io.grupogen.com.br>



## Capítulo 13

### MODELOS MÚLTIPLOS DESCRITIVOS

Tabela 13.1 Comparação das formas de combinação de agrupamentos

Artigo	Representação das partições	Função consenso	Objetivo da combinação	Algoritmos combinados	Diversidade
Kellam et al. (2001)	Matriz de concordância	Os <i>clusters</i> finais são aqueles que possuem os mesmos objetos em todas as partições	<i>Clusters</i> robustos ( <i>clusters</i> em que os objetos aparecem junto em todas as partições)	Hierárquico, <i>k</i> -médias, SOM e algoritmos genéticos, com o coeficiente de correlação de Pearson	Vários algoritmos
Fred (2001)	Matriz de coassociação	Votação	Consistência	<i>k</i> -médias	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Fred e Jain (2002)	Matriz de coassociação	Ligação simples com um novo critério para determinar a partição final	Consistência	<i>k</i> -médias	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Strehl e Ghosh (2002)	Hipergrafo	Particionamento de grafo de similaridade, particionamento de corte mínimo e metaclusters	Reuso de Conhecimento, Computação distribuída e Robustez	Particionamento de grafo e <i>k</i> -médias, com várias similaridades SOM e particionamento de hipergrafo	Vários algoritmos e mesmo algoritmo com dados diferentes
Frossyniotis et al. (2002)	Tabela de votação e tabela de relação de vizinhança	Votação	Robustez e estabilidade	<i>k</i> -médias e <i>greedy</i> -EM	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Monti et al. (2003)	Matriz consenso	LM determinando <i>k</i> com base na estabilidade dos agrupamentos	Estabilidade	LM e SOM	Mesmo algoritmo com dados diferentes
Fred e Jain (2003)	Matriz de coassociação, usando votação	Ligação simples (pode ser qualquer função baseada em similaridade)	Consistência, estabilidade e robustez	<i>k</i> -médias	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Weingessel et al. (2003)	Conjunto de matrizes de pertinência das partições iniciais	Votação/fusão	Robustez	<i>k</i> -médias, <i>hard competitive learning</i> e aprendizado competitivo <i>fuzzy</i> não supervisionado	Vários algoritmos e mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Topchy et al. (2003)	Novo conjunto de características dos padrões	Baseada no <i>k</i> -médias aplicado no novo espaço de características	Desempenho e custo	Algoritmos fracos que usam projeções ou divisões aleatórias dos dados	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Topchy et al. (2004)	Novo conjunto de características dos objetos	Probabilidade máxima encontrada com o método EM	Robustez, estabilidade, escalabilidade e reuso do conhecimento	<i>k</i> -médias	Mesmo algoritmo com diferentes inicializações
Fern e Brodley (2004)	Grafo	Particionamento de grafo	Robustez	<i>k</i> -médias	Mesmo algoritmo com dados diferentes
Law et al. (2004)	Conjunto com todos os <i>clusters</i>	<i>Clusters</i> mais estáveis	Novidade e robustez	<i>k</i> -médias, EM, hierárquico com ligação simples e <i>spectral clustering</i>	Vários algoritmos



Tabela 13.2 Exemplo do MCLA - partições

Partição	Clusters
$\pi^1$	$C_1^1 = \{x_1, x_2, x_3\}$ , $C_2^1 = \{x_4, x_5\}$ , $C_3^1 = \{x_6, x_7\}$
$\pi^2$	$C_1^2 = \{x_6, x_7\}$ , $C_2^2 = \{x_1, x_2, x_3\}$ , $C_3^2 = \{x_4, x_5\}$
$\pi^3$	$C_1^3 = \{x_1, x_2\}$ , $C_2^3 = \{x_3, x_4\}$ , $C_3^3 = \{x_5, x_6, x_7\}$
$\pi^4$	$C_1^4 = \{x_1, x_4\}$ , $C_2^4 = \{x_2, x_5\}$ , objetos $x_3$ , $x_6$ e $x_7$ não agrupados

Tabela 13.4 Exemplo do MCLA - pesos

Vértices	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$	$h_9$	$h_{10}$	$h_{11}$
$h_1$	-	-	-	0,00	0,50	0,00	0,40	0,20	0,00	0,20	0,20
$h_2$	-	-	-	0,00	0,00	0,50	0,00	0,25	0,20	0,25	0,25
$h_3$	-	-	-	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
$h_4$	0,00	0,00	0,50	-	-	-	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
$h_5$	0,50	0,00	0,00	-	-	-	0,40	0,20	0,00	0,20	0,20
$h_6$	0,00	0,50	0,00	-	-	-	0,00	0,25	0,20	0,25	0,25
$h_7$	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-	-	0,25	0,25
$h_8$	0,20	0,25	0,00	0	0,20	0,25	-	-	-	0,25	0,00
$h_9$	0,00	0,20	0,40	0,40	0,00	0,20	-	-	-	0,00	0,20
$h_{10}$	0,20	0,25	0,00	0,00	0,20	0,25	0,25	0,25	0,00	-	-
$h_{11}$	0,20	0,25	0,00	0,00	0,20	0,25	0,25	0,00	0,20	-	-

Tabela 13.6 Exemplo do HBGF - partições

Partição	Clusters
$\pi^1$	$C_1^1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ , $C_2^1 = \{x_5, x_6, x_7, x_8, x_9\}$
$\pi^2$	$C_1^2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$ , $C_2^2 = \{x_7, x_8, x_9\}$

Tabela 13.3 Exemplo do MCLA - hipergrafo

Vértices	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$	$h_9$	$h_{10}$	$h_{11}$
	$C_1^1$	$C_2^1$	$C_3^1$	$C_1^2$	$C_2^2$	$C_3^2$	$C_1^3$	$C_2^3$	$C_3^3$	$C_1^4$	$C_2^4$
$x_1$	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
$x_2$	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
$x_3$	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
$x_4$	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
$x_5$	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
$x_6$	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
$x_7$	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0

Tabela 13.5 Exemplo do MCLA - meta-hiperarestas e vetores de associação

Vértices	$C_1^M = \{h_3, h_4, h_9\}$	$C_2^M = \{h_2, h_6, h_8, h_{10}\}$	$C_3^M = \{h_1, h_5, h_7, h_{11}\}$			
	$h_1^M$	$a(h_1^M)$	$h_2^M$	$a(h_2^M)$	$h_3^M$	$a(h_3^M)$
$x_1$	0,00	0,00	1,00	0,25	1,00	0,75
$x_2$	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
$x_3$	0,00	0,00	1,00	0,25	1,00	0,50
$x_4$	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
$x_5$	1,00	0,33	1,00	0,50	1,00	0,25
$x_6$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$x_7$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

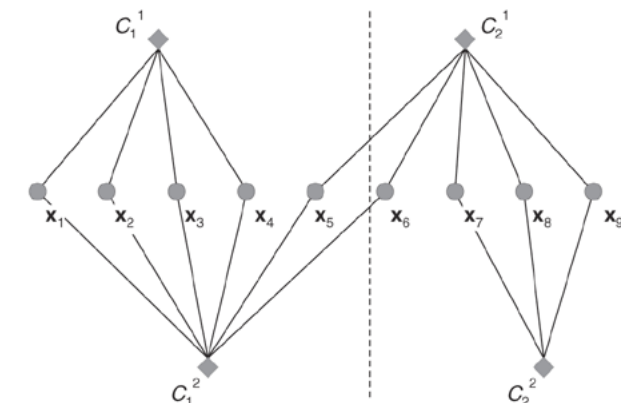


Figura 13.1 Exemplo do HBGF - grafo bipartido.



## Capítulo 14 AVALIAÇÃO DE MODELOS DESCRITIVOS

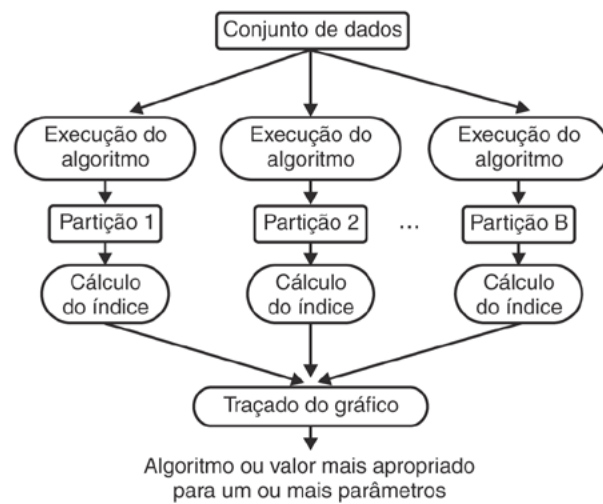


Figura 14.1 Critério relativo de validação.

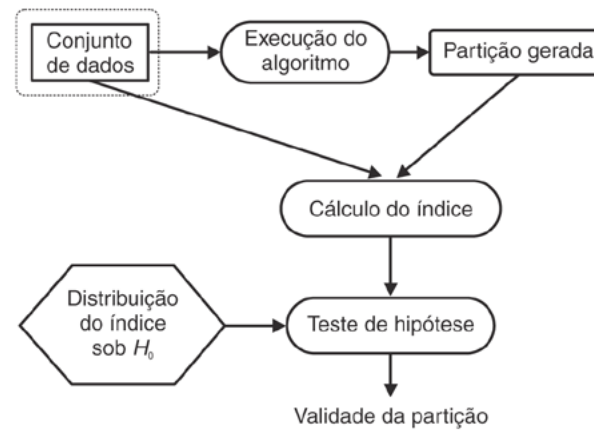


Figura 14.2 Critério interno de validação.

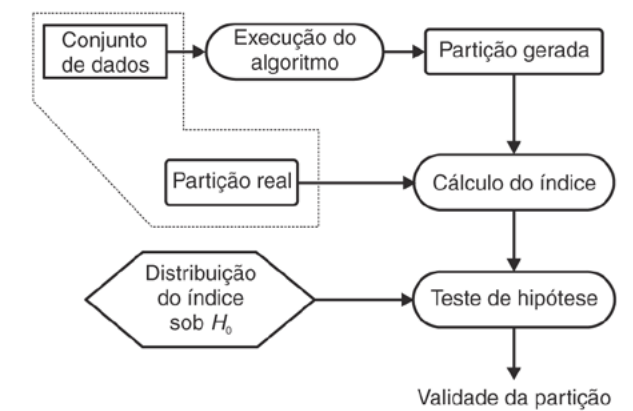


Figura 14.3 Critério externo de validação.

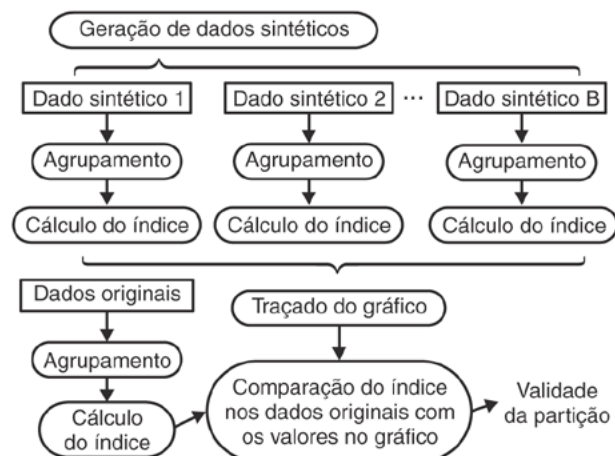


Figura 14.4 Análise de Monte Carlo para validação de um agrupamento.

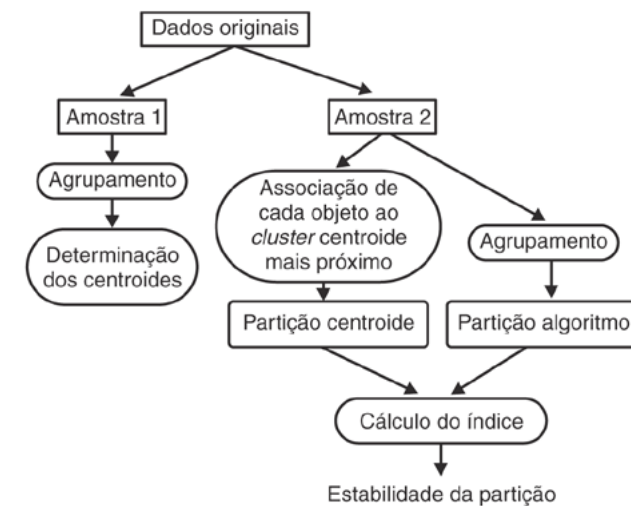


Figura 14.5 Análise de replicação para validação de um agrupamento.



## Capítulo 15

### APRENDIZADO EM FLUXOS CONTÍNUOS DE DADOS

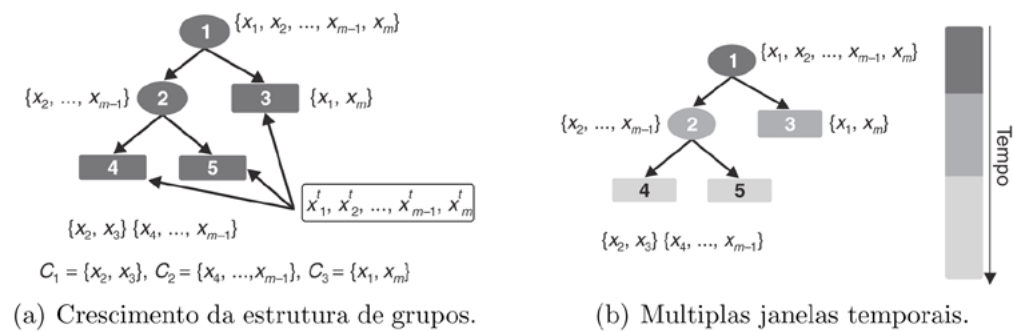


Figura 15.1 ODAC: Análise de Agrupamentos de Séries Temporais.



## Capítulo 17 DECOMPOSIÇÃO DE PROBLEMAS MULTICLASSE

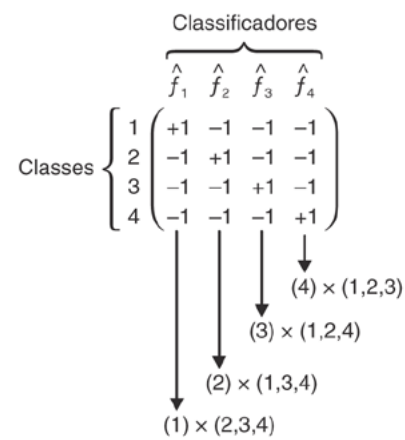


Figura 17.1 Exemplo de matriz de códigos para um problema com quatro classes.

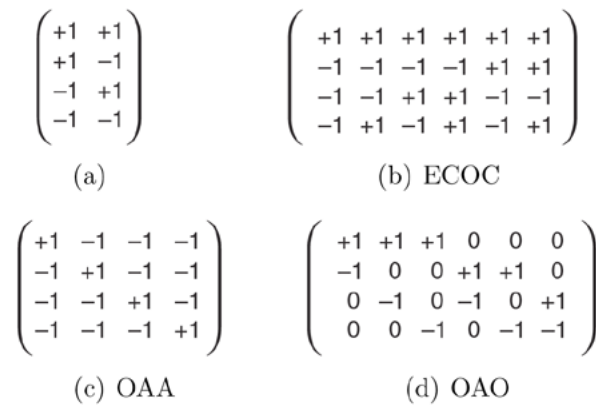


Figura 17.2 Matrizes de diferentes decomposições para um problema com quatro classes.

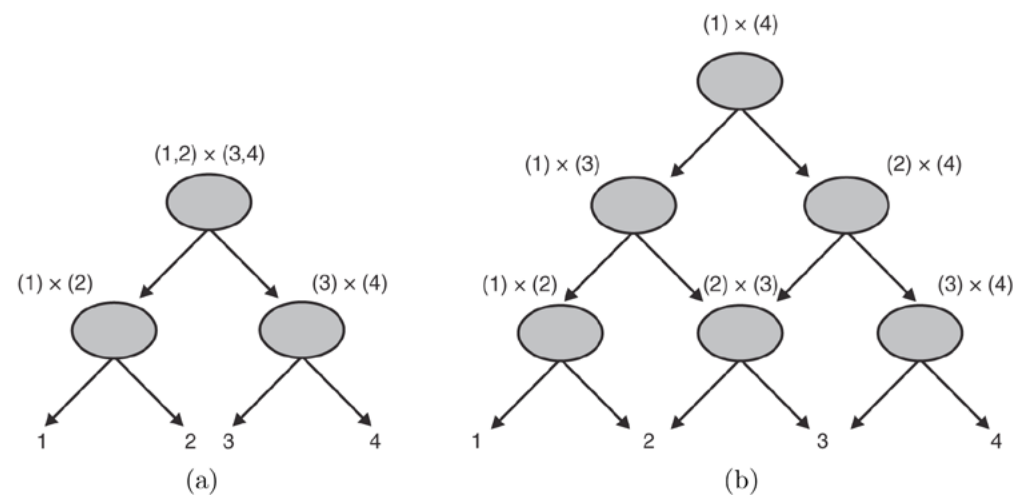


Figura 17.3 Decomposições hierárquicas para um problema com quatro classes.

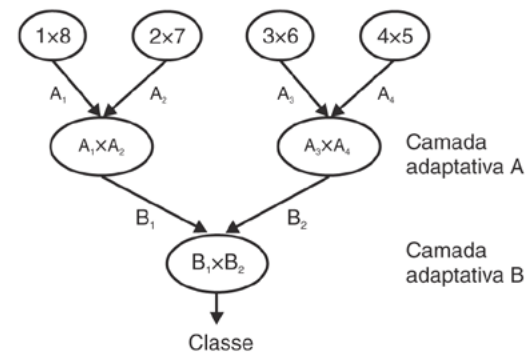


Figura 17.4 Exemplo de ADAG para problema com oito classes (Kijirikul e Ussivakul, 2002).

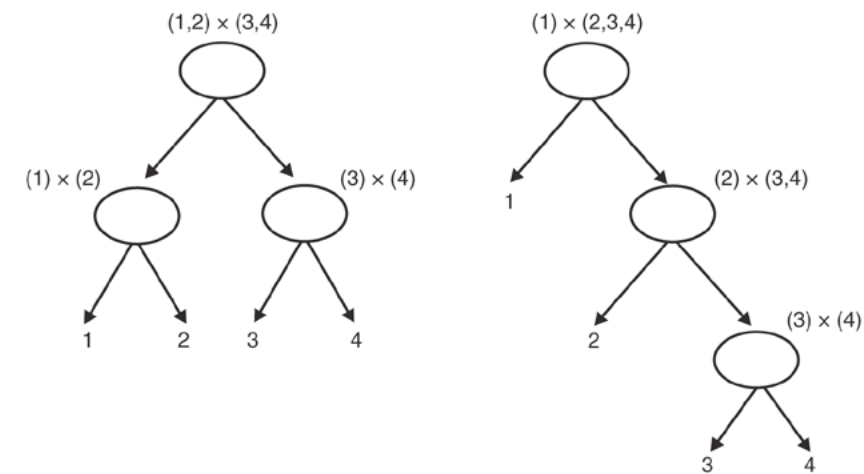


Figura 17.5 Duas árvores para um problema com quatro classes (Frank e Kramer, 2004).





## Capítulo 18 CLASSIFICAÇÃO MULTIRRÓTULO

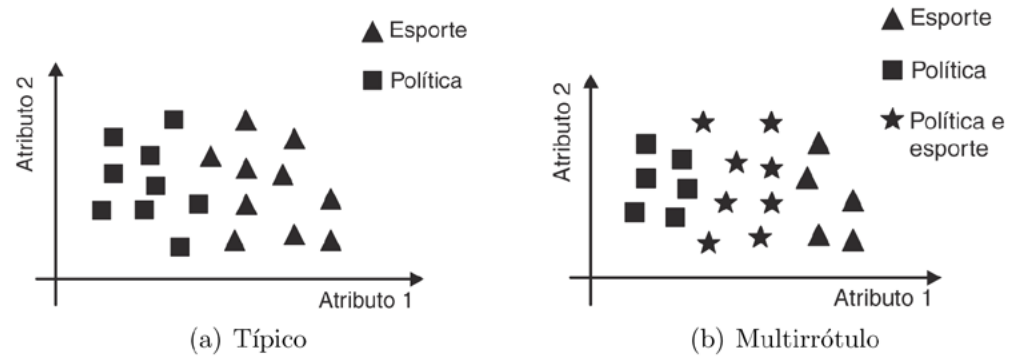


Figura 18.1 Problemas de classificação

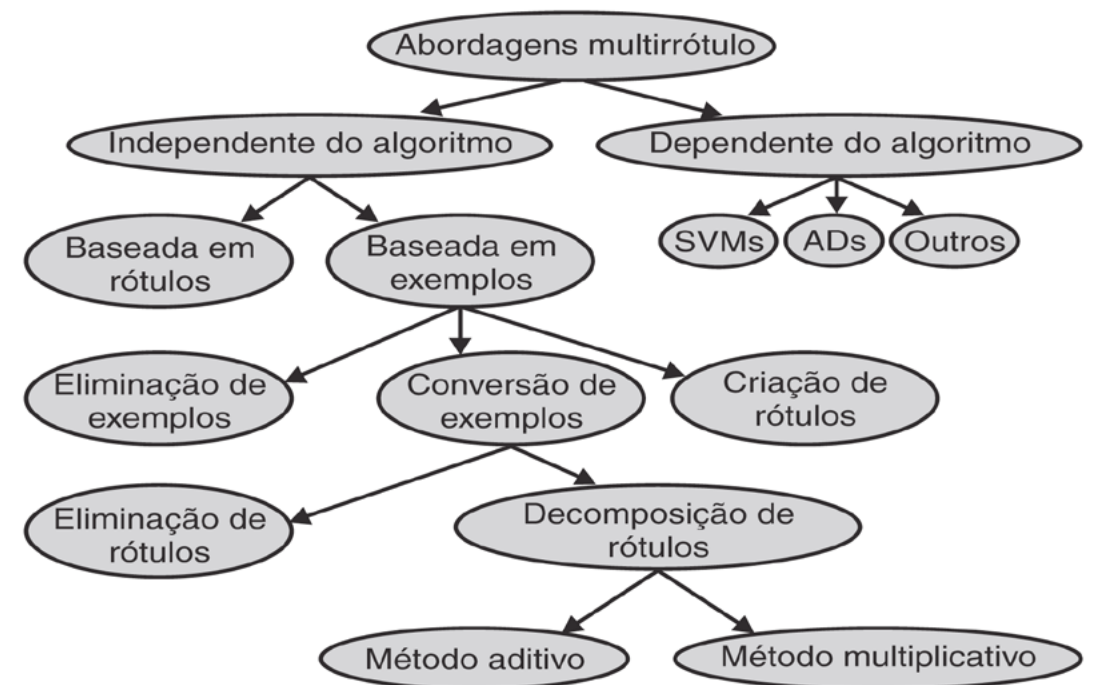


Figura 18.2 Métodos para classificação multirrótulo.



## Capítulo 19 CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA

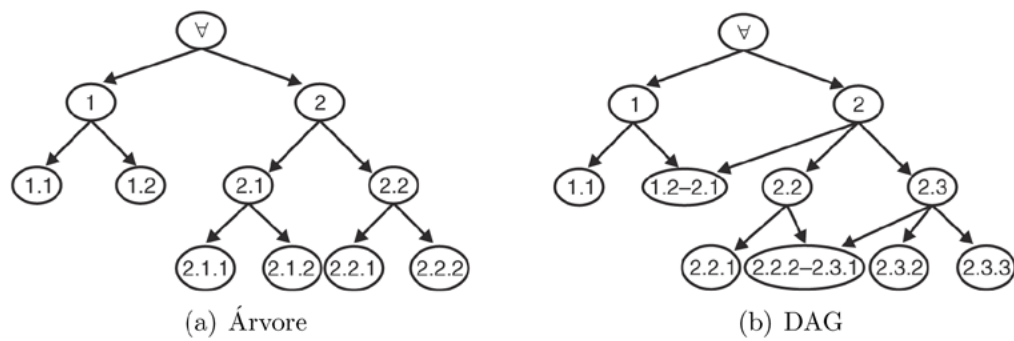


Figura 19.1 Exemplos de hierarquias.

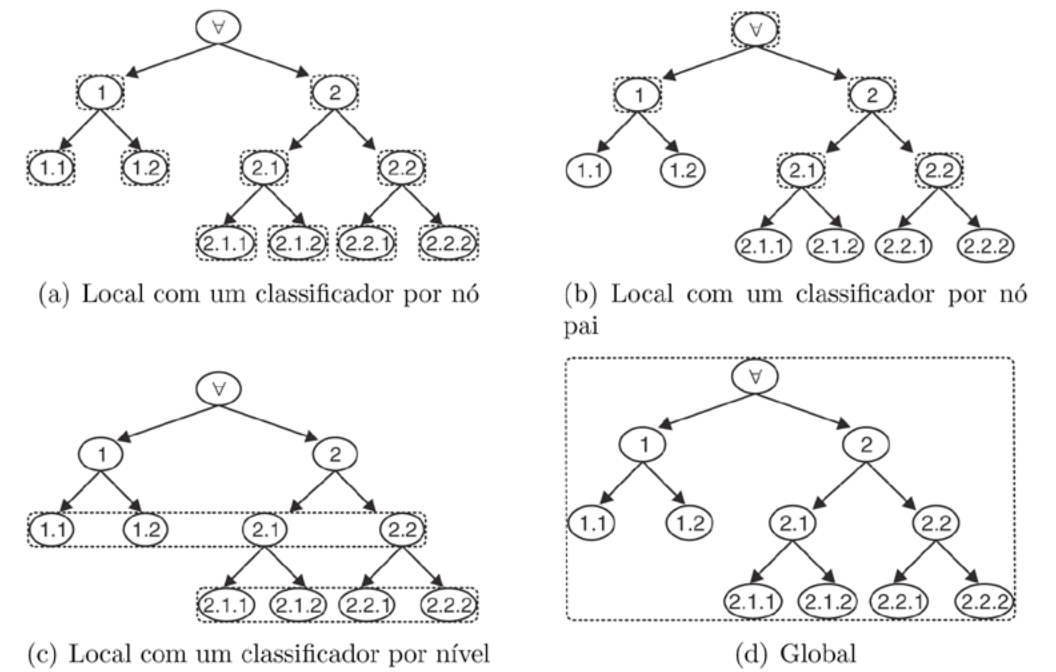


Figura 19.2 Abordagens para a classificação hierárquica.



## Capítulo 20 COMPUTAÇÃO NATURAL

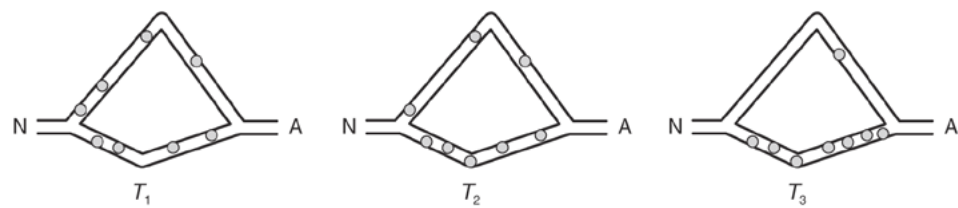


Figura 20.1 Formigas em busca de alimento.

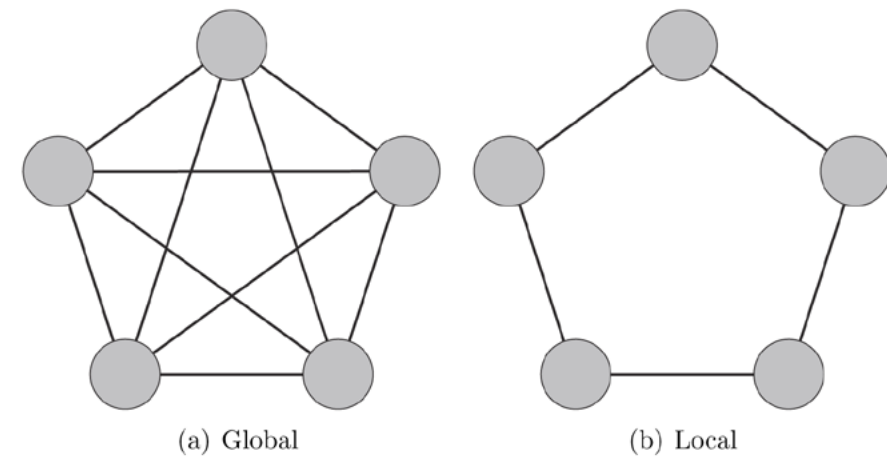


Figura 20.2 Gráfico ilustrativo para vizinhança.



Figura 20.3 Operadores genéticos.



## Capítulo 24 ENERGIA

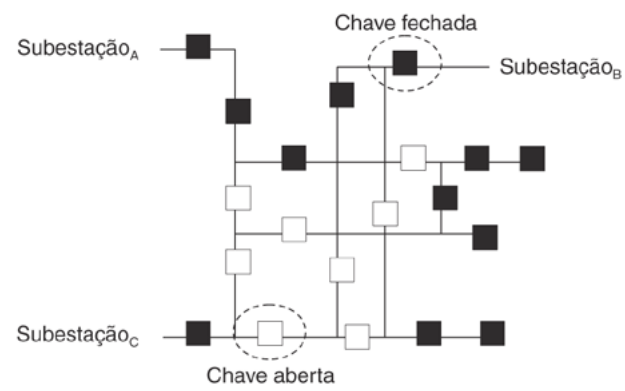


Figura 24.1 Sistema de distribuição de energia.