

Compactação e Reuso de Espaço

Cristina D. A. Ciferri

Thiago A. S. Pardo

Leandro C. Cintra

M.C.F. de Oliveira

Moacir Ponti Jr.



Manipulação de Dados

- Operações básicas
 - **adição** de registros
 - relativamente simples
 - **remoção** de registros
 - **atualização** de registros
 - eliminação e adição de um registro

Quando um registro é removido, deve-se posteriormente reutilizar o espaço do registro



Compactação e Reuso

- Compactação
 - busca por regiões do arquivo que não contêm dados
 - recupera os espaços perdidos
- Reuso
 - insere dados nos espaços perdidos

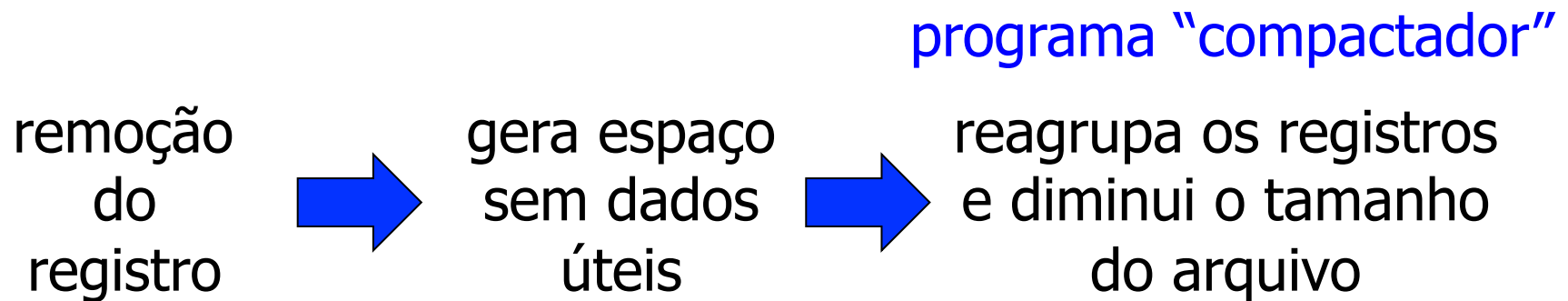
Abordagem Estática versus
Abordagem Dinâmica



Abordagem Estática



Abordagem Estática



- Técnica para reconhecer registros removidos: **remoção lógica**
 - atribuir um valor para um campo do registro
 - usar um campo extra



Abordagem Estática

- Não faz nada em um intervalo de tempo Δt
- Durante Δt

remoção
lógica

- registros removidos são marcados, porém não são reaproveitados
- novas inserções são realizadas no final do arquivo
- buscas desconsideram os registros marcados como removidos

- Após Δt

remoção
física

- programa é executado para reconstruir o arquivo
- todos os registros removidos são descartados



Exemplo: Abordagem Estática

- Arquivo de dados
 - campos de tamanho variável
 - método: delimitador
 - registros de tamanho fixo
 - tamanho do registro: 30 bytes

Exemplo: Abordagem Estática

- Arquivo original

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

1. Recuperar os dados do registro com **RRN = 1**

Exemplo: Abordagem Estática

- Arquivo original

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

2. Recupere os dados do registro com $RRN = 4$

Exemplo: Abordagem Estática

- Arquivo original

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

3. Remova os registros com $RRN = 1$ e $RRN = 3$

Exemplo: Abordagem Estática

■ Arquivo após remoção lógica

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
*	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

4. Recupere os dados do registro com **RRN = 1**

Exemplo: Abordagem Estática

- Arquivo após remoção lógica

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
*	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

5. Insira um novo registro: CATARINA, AVENIDA X,
RIO CLARO

Exemplo: Abordagem Estática

■ Arquivo após inserção

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
*	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
C	A	T	A	R	I	N	A		A	V	E	N	I	D	A	b	X		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b

6. Compacte o arquivo



Características: Abordagem Estática

- Técnica pode ser aplicada a
 - registros de tamanho fixo
 - registros de tamanho variável
- Frequência para se aplicar a técnica
 - depende da aplicação
 - depende da porcentagem de registros marcados como removidos



Abordagem Dinâmica



Abordagem Dinâmica

- Indicada para aplicações interativas que acessam arquivos altamente voláteis
- Desafios
 - **marcar** registros como logicamente removidos
 - **identificar** se existem registros marcados como logicamente removidos, ou seja, se existem espaços a serem reaproveitados
 - **localizar** os espaços ocupados por esses registros logicamente removidos sem realizar buscas exaustivas



Abordagem Dinâmica

Registros de Tamanho Fixo



Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Solução
 - **lista encadeada** de registros eliminados
- Características
 - **lista**: constitui-se dos **RRNs** dos registros marcados como logicamente removidos
 - **cabeça da lista**: armazenada no registro de cabeçalho do arquivo
 - **inserção e reuso de espaço**: ocorrem sempre no início da lista

Implementação: **PILHA**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → -1 (NIL)
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

1. Recupere os dados do registro com **RRN = 1**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **-1 (NIL)**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

2. Recupere os dados do registro com **RRN = 4**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **-1 (NIL)**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
J	O	A	O		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

3. Remova o registro com **RRN = 1**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **1**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*		-1			R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

4. Remova o registro com **RRN = 3**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 3
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
*		-1				R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
*		1				U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

5. Remova o registro com **RRN = 0**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
*		3			R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*		-1		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
*		1		U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b	
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

6. Recupere os dados do registro com **RRN = 1**

Registros de Tamanho Fixo: Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
*		3			R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	b	b	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
*		-1		R	U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		b	b	b	b	b	b	b	b	b	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		b	b	b	b	b	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
*		1		U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	V	A		I	B	A	T	E		b	b	
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

7. Insira novo registro: CATARINA, AVENIDA X, RIO CLARO



Abordagem Dinâmica

Registros de Tamanho Variável



Registros de Tamanho Variável: Abordagem Dinâmica

- Solução
 - **lista encadeada** de registros eliminados
- Características
 - **lista**: constitui-se dos *byte offsets* dos registros marcados como logicamente removidos
 - **cabeça da lista**: armazenada no registro de cabeçalho do arquivo
 - **inserção**: ocorre sempre no início da lista (como uma pilha)

Necessário guardar também o **tamanho do registro**

Registros de Tamanho Variável

Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → -1 (NIL)
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	J	O	A	O		R	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

1. Recupere os dados do segundo registro

Registros de Tamanho Variável

Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **-1 (NIL)**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	J	O	A	O		R	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

2. Recupere os dados do quinto registro

Registros de Tamanho Variável

Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **-1 (NIL)**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	J	O	A	O		R	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
U	A	b	A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S	
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

3. Remova os dados do segundo registro

Registros de Tamanho Variável

Abordagem Dinâmica

Arquivo original

próximo
registro
disponível

- registro de cabeçalho: **Topo** → **24**
- registros de dados:

tamanho do
registro

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
	-1		A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	A	N	A		R	U	A	b	A	U	G	U	S	T	O	b	P	A	I
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
V	A		I	B	A	T	E		#																				
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149

4. Remova os dados do quarto registro

Registros de Tamanho Variável

Abordagem Dinâmica

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → **71**
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
M	A	R	I	A		R	U	A	b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59

5. Remova os dados do primeiro registro



Registros de Tamanho Variável: Abordagem Dinâmica

- Reuso de espaço
 - realiza uma **busca sequencial** na lista
 - se encontrou espaço disponível no **tamanho adequado**
 - então **reaproveita** o espaço para armazenar o novo registro, usando uma **estratégia de alocação**
 - senão **insere** o novo registro **no final do arquivo**

O tamanho do registro que foi removido deve ser do **tamanho adequado**, ou seja, “grande o suficiente” para que os dados do novo registro usem aquele espaço



Estratégias de Alocação

- First-Fit
 - utiliza o **primeiro** espaço que servir
- Best-Fit
 - escolhe o espaço **mais justo** possível
- Worst-Fit
 - escolhe o **maior espaço** possível

Reuso de Espaço: Estratégia **First-Fit**

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
*	24				71				b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	22					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
-1				A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	29				24				U	G	U	S	T	O	b	P	A	I	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

6. Insira novo registro: RITA, RUA X, IBATE (tamanho = 18)

Reuso de Espaço: Estratégia **Best-Fit**

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
*	24				71				b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	22					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
	-1			A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	29			24															
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

6. Insira novo registro: RITA, RUA X, IBATE (tamanho = 18)

Reuso de Espaço: Estratégia **Worst-Fit**

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
*	24				71				b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	22					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
	-1			A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	29			24															
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

6. Insira novo registro: RITA, RUA X, IBATE (tamanho = 18)



Fragmentação Interna

- Definição
 - espaço que sobra dentro de um registro
 - pode ocorrer com qualquer estratégia de alocação
- Solução
 - colocar o espaço que sobrou na lista encadeada como um registro eliminado

Reuso de Espaço: Estratégia **Worst-Fit**

- Arquivo original

- registro de cabeçalho: **Topo** → 0
- registros de dados:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
*	24				71				b	1		S	A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	22					
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
	-1			A		R	I	O	b	C	L	A	R	O		#	P	E	D	R	O		R	U	A	b	X	V		S
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
A	O	b	C	A	R	L	O	S		#	*	29			24															
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
V	A		I	B	A	T	E		#																					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	

6. Insira novo registro: RITA, RUA X, IBATE (tamanho = 18),
com **tratamento de fragmentação interna**



Fragmentação Externa

- Definição

- o espaço que sobrou dentro de um registro foi colocado na lista encadeada como um registro eliminado
- o espaço é muito pequeno, e não pode armazenar nenhum dado
- pode ocorrer com qualquer estratégia de alocação



Fragmentação Externa

- Como combater
 - junção de espaços vazios adjacentes (*coalescimento*)
 - combinação de dois espaços vazios na lista que são fisicamente adjacentes em um espaço único maior
- Dificuldade
 - a adjacência de registros na lista é lógica, não física, o que requer a busca por registros adjacentes



Observações

- Estratégias de alocação
 - usadas somente com registros de tamanho variável
- Recomendações
 - se o espaço está sendo desperdiçado devido à **fragmentação interna**
 - então escolha entre First-Fit e Best-Fit
 - se o espaço está sendo desperdiçado devido à **fragmentação externa**
 - então escolha Worst-Fit