

# RA03 - Tabela Hash

Thaíssa Vitória Calil

02 de novembro de 2023

## 1 Análise dos dados obtidos

### 1.0.1 Método de Adição

#### Inserção:

1. Tempo de inserção depende de do tamanho do vetor e quantidade de dados, no teste de 1 milhão de dados num vetor de mesmo tamanho demorou 30 minutos, já o de 5 milhões com o mesmo tamanho demorou 21 horas. Quanto maior o tamanho do vetor mais colisões acontecem.

#### Busca:

1. O tempo de busca é rápido dependendo do quão longe está do começo do vetor, e o número de comparações é continua o mesmo em algumas buscas, mas dependendo do tamanho do vetor elas aumentam.

### 1.0.2 Método de Resto de Divisão

#### Inserção:

1. Tempo de inserção mais rápido do que as outras funções hash. Quanto maior o tamanho do vetor e menor a quantidade de dados menos colisões acontecem, mas quanto maior a quantidade de dados e vetor, mais colisões acontecem.

#### Busca:

1. O tempo de busca é rápido dependendo do quão longe está do começo do vetor, e o número de comparações é baixo.

### 1.0.3 Método de Dobramento

#### Inserção:

1. O tempo de inserção é mais lento de todas as funções hash, depende de do tamanho do vetor e quantidade de dados, no teste de 1 milhão de dados num vetor de mesmo tamanho demorou 40 minutos, já o de 5 milhões com o mesmo tamanho demorou mais de 21 horas.Quanto maior a quantidade de dados e vetor, mais colisões acontecem.

#### Busca:

1. O tempo de busca varia dependendo do quão longe está do começo do vetor, mas o número de comparações é baixo em alguns casos, variando de 0 a 4000.

#### 1.0.4 Comparação das Funções:

1. Inserção: A função resto de divisão foi o mais rápido com o melhor desempenho geral em termos de tempo de inserção. A função de adição também é eficiente, mas ela e a função de dobramento são muito mais lentos nos exemplos maiores. A função de dobramento tem os melhores números para colisões, enquanto as outras funções têm colisões maiores para cada tamanho maior de vetor e quantidade de dados.
2. Busca: Todas as funções tempos de buscas parecidos, não se destacando, mas a função de resto de divisão teve o seu número de comparações mais iguais.
3. Finalização: A função de resto de divisão para mim foi a melhor, pela rapidez e menor quantidade de colisões.

#### 1.0.5 Exemplo de busca no fim do vetor

Tabela 1: Busca da chave 214060017

Função de Hash	Quantidade de Comparações	Tempo de Busca (ns)
Adição	499954	31522400
Dobramento	489510	38269300
Divisão	214060017	293300

## 2 Teste das Funções Hash

### 2.1 Teste Funcao de inserção

Tabela 2: Tempos médios de inserção para a Funcao de Adicao.

Dados	Tempo de Inserção Médio (minutos)
20.000	0.00223329
100.000	0.2924738
500.000	4.61579174
1.000.000	16.38649632
5.000.000	78.59555

Tabela 3: Tempos médios de inserção para a Funcao de Divisao.

Dados	Tempo de Inserção Médio (minutos)
20,000	0.0032485
100,000	0.019988
500,000	0.01697798
1,000,000	1.3115084
5,000,000	4.0663871404

Tabela 4: Tempos médios de inserção para a Funcao de Dobramento.

Dados	Tempo Médio de Inserção (minutos)
20.000	0,000122165
100.000	0,022700407
500.000	7,058495689
1.000.000	24,919799804
5.000.000	261,318671

## 2.2 Função de Adição

### 2.2.1 20.000 Dados

Tabela 5: Tempo de inserção e colisões para 20.000 Dados (Função Adição)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	794679699	199426731
100.000	813723699	199426731
500.000	799552600	199426731
1.000.000	941069201	199426731
5.000.000	842662300	199426731

Tabela 6: Tempo de busca e comparações para 20.000 Dados (Função Adição)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	986499	5316
	100.000	991000	5316
	500.000	1196600	5316
	1.000.000	541901	5316
	5.000.000	507900	5316
822919449	20.000	986499	5316
	100.000	991000	5316
	500.000	182899	1399
	1.000.000	143701	1399
	5.000.000	166999	1399
600012345	20.000	986499	5316
	100.000	991000	5316
	500.000	667600	15684
	1.000.000	706299	15684
	5.000.000	787499	15684
221223900	20.000	986499	5316
	100.000	991000	5316
	500.000	2020700	19573
	1.000.000	1001699	19573
	5.000.000	928599	19573
931517277	20.000	986499	5316
	100.000	991000	5316
	500.000	1145400	10949
	1.000.000	1090600	10949
	5.000.000	698399	10949

### 2.2.2 100.000 Dados

Tabela 7: Tempo de inserção e colisões para 100.000 Dados (Função Adição)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	831557101	199426731
100.000	19910047101	701777017
500.000	19899400100	701777017
1.000.000	19411550400	701777017
5.000.000	19381693100	701777017

Tabela 8: Tempo de busca e comparações para 100.000 Dados (Função Adição)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	1113600	5316
	100.000	1031800	5316
	500.000	1088599	5316
	1.000.000	619700	5316
	5.000.000	1012400	5316
822919449	20.000	1113600	5316
	100.000	1031800	5316
	500.000	110400	1399
	1.000.000	148000	1399
	5.000.000	248799	1399
600012345	20.000	1113600	5316
	100.000	1031800	5316
	500.000	1484701	15684
	1.000.000	741800	15684
	5.000.000	1476100	15684
221223900	20.000	1113600	5316
	100.000	1031800	5316
	500.000	1863800	19573
	1.000.000	1801100	19573
	5.000.000	1744700	19573
931517277	20.000	1113600	5316
	100.000	1031800	5316
	500.000	1050200	10949
	1.000.000	525501	10949
	5.000.000	1240001	10949

### 2.2.3 500.000 Dados

Tabela 9: Tempo de inserção e colisões para 500.000 Dados (Função Adição)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	787536400	199426731
100.000	19851235300	701777017
500.000	789558282501	428687571
1.000.000	802831331000	428687569
5.000.000	807630914000	428687569

Tabela 10: Tempo de busca e comparações para 500.000 Dados (Função Adição)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	684899	5316
	100.000	733200	5316
	500.000	641700	5316
	1.000.000	661800	5316
	5.000.000	805700	5316
822919449	20.000	163201	1399
	100.000	168100	1399
	500.000	193000	1399
	1.000.000	217099	1399
	5.000.000	191599	1399
600012345	20.000	779599	15684
	100.000	949900	15684
	500.000	819001	15684
	1.000.000	1116300	15684
	5.000.000	1085199	15684
221223900	20.000	934999	19573
	100.000	1130700	19573
	500.000	1436500	19573
	1.000.000	1065800	19573
	5.000.000	1423799	19573
931517277	20.000	275099	10949
	100.000	226900	10949
	500.000	331799	10949
	1.000.000	318100	10949
	5.000.000	255000	10949

### 2.2.4 1.000.000 Dados

Tabela 11: Tempo de inserção e colisões para 1.000.000 Dados (Função Adição)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	2032875200	199426731
100.000	40473267000	701777017
500.000	1003540356699	428687571
1.000.000	4131204597100	1748280811
5.000.000	4131074246400	1748280811

Tabela 12: Tempo de busca e comparações para 1.000.000 Dados (Função Adição)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	925199	5316
	100.000	965499	5316
	500.000	1052500	5316
	1.000.000	1933800	5316
	5.000.000	2315700	5316
822919449	20.000	352300	1399
	100.000	233500	1399
	500.000	202499	1399
	1.000.000	182600	1399
	5.000.000	162000	1399
600012345	20.000	1400501	15684
	100.000	1039700	15684
	500.000	1451000	15684
	1.000.000	3510000	15684
	5.000.000	2285300	15684
221223900	20.000	1618500	19573
	100.000	1858099	19573
	500.000	1171400	19573
	1.000.000	1697900	19573
	5.000.000	2590200	19573
931517277	20.000	339200	10949
	100.000	328100	10949
	500.000	301300	10949
	1.000.000	536800	10949
	5.000.000	2337500	10949

### 2.2.5 5.000.000 Dados

Tabela 13: Tempo de inserção e colisões para 5.000.000 Dados (Função Adição)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	2375707800	199426731
100.000	31522358600	701777017
500.000	1176677513000	428687571
1.000.000	3687160461800	1748280811
5.000.000	80010322543900	1457648016

Tabela 14: Tempo de busca e comparações para 5.000.000 Dados (Função Adição)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	1026300	5316
	100.000	744800	5316
	500.000	1556400	5316
	1.000.000	1227900	5316
	5.000.000	2062200	5316
822919449	20.000	245600	1399
	100.000	202000	1399
	500.000	229200	1399
	1.000.000	178900	1399
	5.000.000	310100	1399
600012345	20.000	1463401	15684
	100.000	1053900	15684
	500.000	1854000	15684
	1.000.000	1302500	15684
	5.000.000	2232300	15684
221223900	20.000	2112300	19573
	100.000	1336500	19573
	500.000	1907400	19573
	1.000.000	1354300	19573
	5.000.000	2046300	19573
931517277	20.000	316600	10949
	100.000	380600	10949
	500.000	439400	10949
	1.000.000	443100	10949
	5.000.000	896300	10949



## 2.3 Função Resto de Divisão

### 2.3.1 20.000 Dados

Tabela 15: Tempo de inserção e colisões para 20.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	9353700	1315267
100.000	1130200	2411
500.000	2310500	396
1.000.000	1813300	197
5.000.000	1654800	40

Tabela 16: Tempo de busca comparações para 20.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	115301	1
	100.000	133400	1
	500.000	109799	1
	1.000.000	112500	1
	5.000.000	116700	1
822919449	20.000	98599	1
	100.000	86000	1
	500.000	91400	1
	1.000.000	44201	1
	5.000.000	114501	1
600012345	20.000	45999	1
	100.000	9 5200	1
	500.000	93000	1
	1.000.000	98700	1
	5.000.000	90800	1
221223900	20.000	247799	1
	100.000	97601	1
	500.000	96701	1
	1.000.000	179700	1
	5.000.000	171800	1
931517277	20.000	101299	1
	100.000	99200	1
	500.000	95400	1
	1.000.000	99600	1
	5.000.000	44600	1

### 2.3.2 100.000 Dados

Tabela 17: Tempo de inserção e colisões para 100.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	7059000	1315267
100.000	61569800	15032733
500.000	3656399	12610
1.000.000	3866599	5527
5.000.000	4778301	1019

Tabela 18: Tempo de busca e comparações para 100.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	613300	1
	100.000	629900	1
	500.000	748600	1
	1.000.000	795400	1
	5.000.000	869600	1
822919449	20.000	613300	1
	100.000	629900	1
	500.000	134799	1
	1.000.000	126800	1
	5.000.000	133199	1
600012345	20.000	613300	1
	100.000	629900	1
	500.000	65699	1
	1.000.000	222099	1
	5.000.000	168799	1
221223900	20.000	613300	1
	100.000	629900	1
	500.000	69501	1
	1.000.000	155899	1
	5.000.000	80700	1
931517277	20.000	613300	1
	100.000	629900	1
	500.000	125600	1
	1.000.000	147199	1
	5.000.000	121101	1

### 2.3.3 500.000 Dados

Tabela 19: Tempo de inserção e colisões para 500.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	10403000	1315267
100.000	64925001	15032733
500.000	1251960799	311742621
1.000.000	13549800	251030
5.000.000	13828000	27882

Tabela 20: Tempo de busca e comparações para 500.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	748100	1
	100.000	697300	1
	500.000	492001	1
	1.000.000	566400	1
	5.000.000	562100	1
822919449	20.000	748100	1
	100.000	697300	1
	500.000	191400	1
	1.000.000	64799	1
	5.000.000	65801	1
600012345	20.000	748100	1
	100.000	697300	1
	500.000	145699	1
	1.000.000	135900	1
	5.000.000	95000	1
221223900	20.000	748100	1
	100.000	697300	1
	500.000	174799	1
	1.000.000	71701	1
	5.000.000	153400	1
931517277	20.000	748100	1
	100.000	697300	1
	500.000	127600	1
	1.000.000	147201	1
	5.000.000	125099	1

### 2.3.4 1.000.000 Dados

Tabela 21: Tempo de inserção e colisões para 1.000.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	26612200	1315267
100.000	210840401	15032733
500.000	2568275699	311742621
1.000.000	3890170900	486896279
5.000.000	68000700	125462

Tabela 22: Tempo de busca e comparações para 1.000.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	434799	1
	100.000	503401	1
	500.000	505300	1
	1.000.000	436599	1
	5.000.000	465300	1
822919449	20.000	434799	1
	100.000	503401	1
	500.000	106199	1
	1.000.000	105000	1
	5.000.000	137900	1
600012345	20.000	434799	1
	100.000	503401	1
	500.000	125300	1
	1.000.000	114600	1
	5.000.000	159999	1
221223900	20.000	434799	1
	100.000	503401	1
	500.000	125600	1
	1.000.000	141700	1
	5.000.000	165900	1
931517277	20.000	434799	1
	100.000	503401	1
	500.000	126699	1
	1.000.000	94800	1
	5.000.000	107200	1

### 2.3.5 5.000.000 Dados

Tabela 23: Tempo de inserção e colisões para 5.000.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	38334100	1315267
100.000	220782801	15032733
500.000	2871296400	311742621
1.000.000	4157406301	486896279
5.000.000	88698928300	1257263739

Tabela 24: Tempo de busca e comparações para 5.000.000 Dados(Função Resto de Divisão)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	629699	1
	100.000	463101	1
	500.000	650201	1
	1.000.000	587400	1
	5.000.000	527700	1
822919449	20.000	629699	1
	100.000	463101	1
	500.000	106001	1
	1.000.000	128901	1
	5.000.000	137300	1
600012345	20.000	629699	1
	100.000	463101	1
	500.000	124600	1
	1.000.000	115400	1
	5.000.000	116699	1
221223900	20.000	629699	1
	100.000	463101	1
	500.000	164601	1
	1.000.000	143801	1
	5.000.000	169300	1
931517277	20.000	629699	1
	100.000	463101	1
	500.000	83100	1
	1.000.000	96300	1
	5.000.000	100800	1

## 2.4 Função de Dobramento

### 2.4.1 20.000 Dados

Tabela 25: Tempo de inserção e colisões para 20.000 Dados (Função Dobramento)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	31194099	7444341
100.000	1558400	2735
500.000	1982000	2735
1.000.000	1225000	2735
5.000.000	1401001	2735

Tabela 26: Tempo de busca e comparações para 20.000 Dados (Função Dobramento)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	567500	2
	100.000	330400	1
	500.000	442399	1
	1.000.000	381999	1
	5.000.000	361500	1
822919449	20.000	167999	1
	100.000	90200	1
	500.000	85499	1
	1.000.000	130600	1
	5.000.000	111801	1
600012345	20.000	125100	2
	100.000	200801	1
	500.000	104800	1
	1.000.000	78099	1
	5.000.000	77700	1
221223900	20.000	451800	4906
	100.000	101300	1
	500.000	147099	1
	1.000.000	78801	1
	5.000.000	75800	1
931517277	20.000	133500	14
	100.000	84999	1
	500.000	162299	1
	1.000.000	67400	1
	5.000.000	61599	1

### 2.4.2 100.000 Dados

Tabela 27: Tempo de inserção e colisões para 100.000 Dados (Função Dobramento)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	31733799	7444341
100.000	1816066201	454160161
500.000	1812602100	450824353
1.000.000	1802058500	450824353
5.000.000	1776055001	450824353

Tabela 28: Tempo de busca e comparações para 100.000 Dados (Função Dobramento)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	575199	2
	100.000	514200	1
	500.000	561900	1
	1.000.000	564300	1
	5.000.000	259800	1
822919449	20.000	143800	1
	100.000	132400	1
	500.000	147099	1
	1.000.000	125100	1
	5.000.000	122600	1
600012345	20.000	128299	0
	100.000	145201	0
	500.000	146000	0
	1.000.000	171001	0
	5.000.000	137900	0
221223900	20.000	629300	4906
	100.000	62200	1
	500.000	136300	1
	1.000.000	125600	1
	5.000.000	150000	0
931517277	20.000	129201	14
	100.000	70599	1
	500.000	116699	1
	1.000.000	121600	1
	5.000.000	124600	0

### 2.4.3 500.000 Dados

Tabela 29: Tempo de inserção e colisões para 500.000 Dados (Função Dobramento)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	69338300	7444341
100.000	3158412401	454160161
500.000	706773346900	1707664930
1.000.000	707956912200	1707505752
5.000.000	707175557900	1707505752

Tabela 30: Tempo de busca e comparações para 500.000 Dados (Função Dobramento)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	608699	2
	100.000	580300	1
	500.000	664900	1
	1.000.000	730200	1
	5.000.000	451799	1
822919449	20.000	113000	0
	100.000	129400	1
	500.000	162999	0
	1.000.000	154899	1
	5.000.000	67501	0
600012345	20.000	144001	0
	100.000	137300	0
	500.000	79200	0
	1.000.000	148500	0
	5.000.000	136801	0
221223900	20.000	593599	4906
	100.000	156200	1
	500.000	130400	1
	1.000.000	193300	0
	5.000.000	124201	0
931517277	20.000	106500	14
	100.000	102500	1
	500.000	202800	0
	1.000.000	124299	0
	5.000.000	59901	0



#### 2.4.4 1.000.000 Dados

Tabela 31: Tempo de inserção e colisões para 1.000.000 Dados (Função Dobramento)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	39865299	7444341
100.000	2526997100	454160161
500.000	674723610200	1707664930
1.000.000	3720539842800	479867769
5.000.000	3738143992001	479910967

Tabela 32: Tempo de busca e comparações para 1.000.000 Dados (Função Dobramento)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	578900	2
	100.000	557500	1
	500.000	581299	1
	1.000.000	2035500	1
	5.000.000	1221100	1
822919449	20.000	101100	0
	100.000	100801	0
	500.000	125301	1
	1.000.000	207400	0
	5.000.000	1474600	1
600012345	20.000	99600	0
	100.000	143800	0
	500.000	133299	0
	1.000.000	244600	0
	5.000.000	274900	0
221223900	20.000	388001	4906
	100.000	95101	1
	500.000	109701	1
	1.000.000	846100	1
	5.000.000	123000	0
931517277	20.000	91400	14
	100.000	114500	1
	500.000	152100	1
	1.000.000	229300	1
	5.000.000	1652200	1

### 2.4.5 5.000.000 Dados

Tabela 33: Tempo de inserção e colisões para 5.000.000 Dados (Função Dobramento)

Tamanho do Vetor	Tempo de Inserção (ns)	Colisões
20.000	209852800	7444341
100.000	4658271999	454160161
500.000	997695109200	1707664930
1.000.000	2762541230300	479867769
5.000.000	78129598075701	1325227464

Tabela 34: Tempo de busca e comparações para 5.000.000 Dados (Função Dobramento)

Número	Tamanho do Vetor	Tempo de Busca (ns)	Comparações
167914808	20.000	851500	2
	100.000	792701	1
	500.000	5152900	1
	1.000.000	1017900	1
	5.000.000	1141000	1
822919449	20.000	118099	0
	100.000	114999	0
	500.000	2235100	1
	1.000.000	384600	0
	5.000.000	1833600	1
600012345	20.000	131700	0
	100.000	186301	0
	500.000	2118600	1
	1.000.000	327900	0
	5.000.000	1786900	1
221223900	20.000	719600	4906
	100.000	95101	1
	500.000	109701	1
	1.000.000	302100	0
	5.000.000	2108500	1
931517277	20.000	122400	14
	100.000	115000	1
	500.000	1630900	1
	1.000.000	222700	0
	5.000.000	103200	0