

Comparativo de Desempenho entre Bancos de Dados de Código Aberto

Carlos Eduardo Santos Pires, Rilson Oscar Nascimento, Ana Carolina Salgado

Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Caixa Postal 7851 – CEP 50732-970 – Recife, PE, Brasil

{cesp, ron2, acs}@cin.ufpe.br

Resumo. *Em ambientes computacionais, benchmarks são utilizados para mensurar o desempenho de diversos componentes. Dentre os benchmarks para bancos de dados destacamos o AS³AP. Sua principal característica é a abrangência em medir o desempenho das principais funcionalidades de um SGBD. Algumas organizações de interesse público criaram implementações de código aberto deste benchmark, como o OSDB. Nossa proposta é apresentar um estudo comparativo de desempenho entre os bancos de dados MySQL e PostgreSQL, em plataforma GNU/Linux, utilizando o OSDB. O estudo consiste em analisar as métricas geradas e apontar possíveis melhorias no desempenho dos SGBD.*

1. Introdução

De acordo com a definição do dicionário Webster's II, um *benchmark* é “um padrão para medida ou avaliação”. Em ambientes computacionais, um *benchmark* é tipicamente um *software* que realiza um conjunto restrito e pré-definido de operações (uma carga de trabalho) e retorna um resultado em algum formato (uma métrica), que descreve o comportamento do sistema. As métricas dos *benchmarks* computacionais podem medir rapidez (em qual velocidade a carga de trabalho foi completada) ou vazão (quantas cargas de trabalho por unidade de tempo foram medidas). Ao executar o *benchmark* em múltiplos computadores, é possível realizar comparações [Gray 1993].

O *benchmark* AS³AP [Turbyfill et al. 1992] possui como características principais a amplitude na medição do desempenho das principais funcionalidades de um banco de dados, e a variação de tipos de carga de trabalho aplicados. O *benchmark* é dividido em módulos que podem ser executados separadamente ou em conjunto. Cada módulo é responsável por testar uma certa funcionalidade. Algumas organizações de interesse público, como universidades e laboratórios de pesquisa, criaram implementações de código aberto do *benchmark* AS³AP, como o *Open Source Database Benchmark* [OSDB 2001], da *Compaq Computer Corporation*[®].

Nossa proposta é apresentar um estudo comparativo de desempenho entre os SGBD MySQL e PostgreSQL, em plataforma GNU/Linux, utilizando o *benchmark* de código aberto OSDB. O estudo consiste em analisar as métricas geradas pelo OSDB e estimular melhorias nas funcionalidades dos SGBD relacionadas com desempenho.

A escolha do OSDB é justificada principalmente pela ampla abrangência dos testes e variação dos tipos de carga de trabalho, características não encontradas em outros *benchmarks* a serem descritos na Seção 2. Utilizamos MySQL e PostgreSQL por

serem os únicos SGBD de código aberto suportados pelo OSDB. Outros SGBD, como Firebird e Ingres Open Source, não foram considerados pois ainda não existe uma implementação disponível do *benchmark* para os mesmos. Além disso, MySQL e PostgreSQL possuem as duas maiores comunidades de usuários de bancos de dados de código aberto.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 descrevemos os trabalhos relacionados; na seção 3, apresentamos o *benchmark* OSDB; na seção 4 realizamos uma descrição dos testes realizados; na seção 5 apresentamos um resumo dos resultados obtidos; na seção 6, mostramos as conclusões e as próximas pesquisas.

2. Trabalhos Correlatos

Recentemente, foram publicados poucos trabalhos acadêmicos de criação e aperfeiçoamento de *benchmarks*. Um dos principais motivos é a restrição imposta pela “cláusula DeWitt” [Moran 2003], que proíbe a realização de testes em bancos de dados comerciais sem a prévia autorização do fabricante. Em razão disso, vários *benchmarks* foram construídos para comparar o desempenho de SGBD de código aberto: DBT-2 [OSDL 2002], TPCC-UVA [Hernández e Gonzalo 2002] e OSDB [OSDB 2001]. Os dois primeiros utilizam uma carga de trabalho OLTP similar a do consagrado *benchmark* TPC-C, da TPCTM (*Transaction Processing Performance Council*) [TPC 2001]. O *benchmark* TPC-C é a principal referência no mundo quando se trata de desempenho de sistemas computacionais.

A maioria dos resultados comparando o desempenho de SGBD de código aberto foi produzida através de uma ampla variedade de *benchmarks* e estes resultados são muitas vezes contraditórios e tendenciosos. Os estudos apresentados em [GreatBridge 2000] e [MySQL 2005] comparam o desempenho dos SGBD PostgreSQL e MySQL, exibindo resultados contrários. Em [GreatBridge 2000], o PostgreSQL mostra-se superior, porém por estar ligado a uma fornecedora de soluções para o PostgreSQL o resultado é contestado [Wideneus 2000]. O comportamento repete-se em favor do MySQL no trabalho [MySQL 2005].

3. O *Benchmark* OSDB

O *benchmark* OSDB (*Open Source Database Benchmark*) foi criado com o objetivo inicial de avaliar a taxa de I/O e o poder de processamento da plataforma GNU Linux/Alpha. Sua implementação é baseada no *benchmark* AS³AP, diferindo em alguns aspectos: quantidade de métricas retornadas e número de módulos. Enquanto a análise dos resultados gerados pelo *benchmark* AS³AP baseia-se em uma única métrica (tamanho máximo do banco de dados suficiente para completar o teste em menos de 12 horas), o OSDB possibilita a comparação através de outras métricas: tempo de resposta das consultas e número de linhas retornadas por segundo.

Este *benchmark* é dividido em três módulos: **carga e estrutura**, **mono-usuário** e **multi-usuário**. O módulo de carga e estrutura inclui a criação e carga de tabelas a partir de dados armazenados em arquivos texto, além da criação de índices clusterizados e não-clusterizados (apenas *B-tree*). No módulo mono-usuário é testado o desempenho de seleções, junções, projeções, agregações e atualizações. A ordem de execução das consultas é definida de forma a não favorecer a utilização de dados em *cache*.

No módulo multi-usuário, os testes simulam perfis de carga de trabalho diferentes. Para cada tipo, um determinado número de processos é executado concorrentemente, simulando uma massa de usuários conectados. A quantidade de usuários é um quarto do tamanho do banco de dados. Os perfis de carga de trabalho incluem: (i) **perfil OLTP**, considerando a base de dados de 512MB, 127 usuários executam operações de atualização em uma única tabela. O outro usuário executa um conjunto de 08 (oito) consultas pré-definidas sobre uma mesma tabela; (ii) **perfil misto**, 01 (um) usuário executa um conjunto de operações incluindo atualizações e consultas, enquanto que os demais executam o conjunto de consultas do perfil OLTP.

4. Descrição dos Testes

Todos os testes foram realizados no Laboratório de Análise de Performance Centro de Informática-Itautec, criado em 2002, a partir de um convênio firmado entre a UFPE e a Itautec[®]. Foram utilizados dois servidores Itautec InfoServer 1250, com configurações idênticas: processador Intel[®] Xeon 3.06 GHz HTT, com 512KB de *cache* L2, RAM de 1GB e disco SATA de 80GB e 7200 rpm.

A etapa inicial consiste na instalação do sistema operacional GNU/Linux Fedora Core 3, *kernel* 2.6.9-1.667, *filesystem ext3*. As versões dos SGBD PostgreSQL e MySQL utilizadas foram 8.0.3 e 5.0.4 beta, respectivamente. Os parâmetros de inicialização utilizados foram *default*, entretanto, em função dos testes, alguns parâmetros tiveram seus valores modificados. No PostgreSQL: *max_connections* (1500) e *shared_buffers* (90000). No MySQL: *max_connections* (1000) e *innodb_buffer_pool_size* (720). Para os testes com o *benchmark* OSDB, foram criadas duas bases de dados com tamanhos distintos: 512MB e 1GB. Para esses tamanhos de base a quantidade de linhas por tabela é de 1.280.000 (512MB) e 2.500.000 (1GB), respectivamente.

5. Resultados dos Testes

Durante a apresentação dos resultados, destacamos apenas os testes que apresentaram maior discrepância. Inicialmente, apresentamos o sumário executivo dos testes e, em seguida, mostramos os resultados de forma mais detalhada.

Sumário Executivo. De acordo com a Tabela 1, o desempenho do PostgreSQL foi superior ao MySQL apenas no módulo de carga e estrutura. Nos demais módulos, o MySQL mostrou-se superior.

Tabela 1 – Sumário Executivo

Módulo	512MB		1GB	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
Carga e Estrutura	14min	39min	45min	1h23min
Mono-Usuário	27min	8min	57min	19min
Multi-Usuário	1h06min	50min	3h43min	1h34min

Carga e Estrutura. O desempenho do PostgreSQL foi melhor em todos os testes (ver Tabela 2). O maior grau de disparidade ocorreu na criação de índices. Para a base de 512MB, por exemplo, o desempenho foi quase quatro vezes melhor.

Tabela 2 – Resultados do Módulo Carga e Estrutura

Módulo	512MB		1GB	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
Criação de Tabelas	0,02s	0,15s	0,03s	0,11s
Carga de Tabelas	4min	4min35s	8min	10min
Criação de Índices	10min	35min	37min	1h12min

Seleções. Os testes revelaram resultados semelhantes em quase todos os casos, com exceção do teste *selectivity 25%* (ver Tabela 3), que verifica a habilidade do otimizador de consultas de, em tempo de execução, escolher corretamente entre uma leitura completa de tabela ou a utilização de um índice. Ao analisar o plano de consulta gerado por cada SGBD, constatamos que, diferentemente do PostgreSQL, o otimizador de consulta do MySQL optou por utilizar índice. Em alguns SGBD, a escolha de índices é influenciada pela existência de estatísticas sobre as estruturas de armazenamento. No PostgreSQL, as estatísticas são geradas apenas sob demanda. Como o *kit* do *benchmark* não contempla a geração de estatísticas em seu código, isso ajuda a explicar o resultado.

Tabela 3 – Resultados dos Testes de Seleção

Nome	512MB		1GB	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
<i>selectivity 25%</i>	28,38s	12,43s	68,12s	21,47s

Junções. Os testes verificam a eficiência do otimizador de consultas na realização de junções entre duas, três e quatro tabelas. Todos os testes apresentaram resultados similares, com exceção de *join_2* (ver Tabela 4), que realiza junção entre duas tabelas sem a utilização de índices. O tempo de execução foi quase três vezes maior no PostgreSQL para a base de 1GB.

Tabela 4 – Resultados dos Testes de Junção

Nome	512MB		1GB	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
<i>join_2</i>	3,51s	1,26s	15,66s	5,80s

Projeções. Os testes de projeção verificam a utilização do operador SQL *Distinct* em colunas contendo valores repetidos. Nos testes *proj_100* e *proj_10pct*, as linhas duplicadas são eliminadas e são retornadas respectivamente 100 e 10% das linhas, de modo ordenado. Conforme podemos observar na Tabela 5, no MySQL o desempenho de *proj_100* chegou a ser quinze vezes melhor considerando a base de 1GB. O resultado pode sugerir melhorias no algoritmo de ordenação do PostgreSQL.

Tabela 5 – Resultados dos Testes de Projeção

Nome	Seletividade	512MB		1GB	
		PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
<i>proj_100</i>	100 linhas	89,89s	7,20s	221,03s	14,46s
<i>proj_10pct</i>	10% linhas	17,97s	5,86s	48,20s	13,59s

Agregações. Os testes envolvem o uso do operador SQL *Group By* e funções de agregação em colunas indexadas. Dentre as consultas, *agg_subtotal_report* foi a que

apresentou maior disparidade (ver Tabela 6). No MySQL, usando a base de 1GB, seu tempo de resposta chegou a ser cerca de 30 vezes melhor. O resultado pode sugerir melhorias no algoritmo de agregação do PostgreSQL.

Tabela 6 – Resultados dos Testes de Agregação

Nome	512MB		1GB	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
agg_simple_report	22,85s	26,17s	234,29s	164,74s
agg_subtotal_report	2,63s	0,34s	20,83s	0,65

Atualizações. Os testes verificam restrições de integridade e o desempenho de operações *insert*, *update* e *delete* envolvendo múltiplas linhas. No teste *refer_integrity* é feita uma tentativa de inserção de linhas duplicadas em uma coluna chave. Pela Tabela 7, observamos que o teste no PostgreSQL, para a base de 512MB, foi executado em um tempo 94 vezes inferior ao do MySQL. Entretanto, nas operações de atualização e remoção de múltiplas linhas através de um mesmo comando, *bulk_modify* e *bulk_delete* respectivamente, o MySQL demonstrou desempenho superior, em ambas as bases.

Tabela 7 – Resultados dos Testes de Atualização

Nome	# Linhas Afetadas	512MB		1GB	
		PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
refer_integrity	ins 1, del 1	3,14s	284,1s	12,29s	590,8s
update_btree	ins 1, mod 1	16,64s	65,12s	84,16s	148,92s
update_alpha	ins 1, mod 1	10,15s	57,85s	39,25s	124,06
bulk_modify	mod 1000	666,49s	0,15s	2000,14s	0,11s
bulk_delete	del 1000	668,68s	0,05s	2038,5s	0,09s

Multi-Usuário. Para esse teste dispomos apenas dos resultados para a base de 512MB (ver Tabela 8). Para análise de desempenho são consideradas as seguintes métricas definidas pelo OSDB: rendimento global (linhas/seg) e tempo de resposta (seg), para o conjunto de oito consultas mencionado na Seção 3.

Tabela 8 – Resultados do Módulo Multi-Usuário

Métrica	512MB			
	OLTP		Mista	
	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL	MySQL
Rendimento (linhas/seg)	12,38	25,09	0,01	25,78
Tempo de Resposta (seg)	608,32	210,15	1657,56	113,93

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O objetivo do trabalho foi apresentar um estudo comparativo de desempenho entre os SGBD MySQL e PostgreSQL, em plataforma GNU/Linux, utilizando o *benchmark* OSDB. O MySQL apresentou melhores resultados na maioria dos testes. O desempenho do PostgreSQL foi superior apenas no módulo de carga e estrutura, especialmente na criação de índices. Os resultados apresentados podem indicar oportunidades de melhoria no ajuste de desempenho e configuração dos SGBD, aperfeiçoamento de algoritmos, necessidade de auto-gerenciamento e detecção de falhas em situações específicas.

Embora o ajuste de desempenho dos SGBD tenha sido realizado com base nas informações disponibilizadas nos manuais de cada fabricante, acreditamos que um ajuste ainda mais elaborado pode produzir resultados diferentes. Além disso, um melhor ajuste do sistema operacional pode proporcionar benefícios para ambos os SGBD.

As próximas pesquisas incluem a realização dos mesmos testes utilizando bases de dados com tamanhos mais diferenciados (1GB, 10GB e 100GB, por exemplo) e o uso de outros tipos de *filesystems* (*ReiserFS* e *ext2*, por exemplo). Nossa intenção é também comparar os resultados apresentados com os de outros *benchmarks*: DBT-2 [OSDL 2002] e TPCC-UVA [Hernández e Gonzalo 2002].

Agradecimentos. Os autores gostariam de agradecer a Mark Wong, da *Open Source Development Labs*, Andy Riebs, da *Compaq Corporation*[®], e Josh Berkus, do *PostgreSQL Project*, pelo apoio técnico recebido.

Referências

- Gray, J. (1993). Database and Transaction Processing Performance Handbook. Chapter 1. Morgan Kaufmann Publishers.
- GreatBridge Performance Comparison. (2000).
<http://www.angelfire.com/country/aldev0/pgsql/GreatBridge.html>, último acesso em 23/2/2006.
- Hernández, P. e Gonzalo, J. (2002). Implementación en C del benchmark de transacciones distribuidas TPC-C", Bs.C Thesis. Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid, Universidad de Valladolid, Spain.
- Moran, B. (2003). The Devil's in the DeWitt clause.
<http://www.windowsitpro.com/Article/ArticleID/38587/38587.html>, último acesso em 23/2/2006.
- MySQL. (2005). Performance Comparison by MySQL Group.
<http://sunsite.mff.cuni.cz/MIRRORS/ftp.mysql.com/information/benchmarks.html>, último acesso em 23/2/2006.
- OSDB. The Open Source Database Benchmark. (2001). <http://osdb.sourceforge.net/>, último acesso em 23/2/2006.
- OSDL. Open Source Development Labs – Database Test 2. (2002).
<http://www.osdl.org/>, último acesso em 23/2/2006.
- TPC. Transaction Processing Performance Council. (2001). <http://www.tpc.org/>, último acesso em 23/2/2006.
- Turbyfill, C., Orji, C and Bitton, D. (1992). AS³AP: An ANSI SQL Standard Scalable and Portable Benchmark for Relational Database Systems. The Benchmark Handbook for Database and Transaction Processing, Chapter 4. Morgan Kaufmann.
- Widenius, M. (2000). MySQL Developer Contests PostgreSQL Benchmarks.
<http://www.devshed.com/c/a/BrainDump/MySQL-Developer-Contests-PostgreSQL-Benchmarks>, último acesso em 23/2/2006.