

# Estudo de gestão de capacidade do Arquivo.pt

Daniel Bicho  
daniel.bicho@fccn.pt

Daniel Gomes  
daniel.gomes@fccn.pt

23 de Junho 2015

# Conteúdo

<b>1 Sumário Executivo</b>	<b>4</b>
<b>2 Introdução</b>	<b>5</b>
<b>3 Equipamentos Atuais</b>	<b>5</b>
<b>4 Capacidade de armazenamento de dados para Recolhas</b>	<b>6</b>
<b>5 Estado atual e estimativa de operação para Sistema de Pesquisa</b>	<b>8</b>
5.1 Relação entre o tamanho dos índices e os seus documentos . . . . .	8
5.2 Estimativa de consumo de espaço e memória . . . . .	9
5.3 Análise de tempos de resposta da pesquisa . . . . .	10
5.3.1 Metodologia de Testes de qualidade . . . . .	10
5.4 Resultados . . . . .	11
5.5 Medidas propostas para expansão do Sistema de Pesquisa . . . . .	12
<b>6 Comparação de rentabilidade: Servidores Independentes versus Servidores Blade+SAN do Arquivo.pt</b>	<b>13</b>
<b>7 Conclusões</b>	<b>15</b>

## Lista de Figuras

1	Evolução do espaço disponível para Documentos.	7
2	Relação do tamanho entre recolhas e os seus Índices.	9
3	Evolução do consumo de recursos num <i>cluster</i> do Sistema de Pesquisa.	10
4	Evolução do número de respostas com aumento do número de índices no servidor.	12
5	Estimativa da duração de recursos do Sistema de Pesquisa com a conversão de 2 servidores <i>Broker</i> para <i>Query Server</i> .	13
6	Comparação da capacidade de processamento, memória e armazenamento entre tipologias	14

## Lista de Tabelas

1	Servidores Independentes - Número de servidores, virtual CPUs, memória por servidor e armazenamento interno para dados.	5
2	Servidores Blade - Número de servidores, virtual CPUs e memória por servidor.	5
3	Equipamentos do tipo SAN e totais de espaço útil para armazenamento com RAID5.	6
4	Equipamentos do tipo DAS e totais de espaço útil para armazenamento com RAID5.	6
5	Distribuição de espaço total por tipologia de armazenamento.	6
6	Valores pressupostos para estimativa de espaço em disco necessário para alojar recolhas futuras.	7
7	Tamanho das maiores recolhas e recursos necessários para torná-las pesquisáveis	10
8	Métricas de performance recolhidas com a ferramenta <i>vmstat</i> .	11
9	Comparação do ganho de desempenho da tipologia SI em relação à tipologia <i>Blades+SAN</i> .	13

# 1 Sumário Executivo

O Arquivo.pt é responsável pela preservação da Web Portuguesa. Tendo 1 875 milhões de documentos arquivados desde 1996.

A operação anual do Arquivo.pt exige uma necessidade de recursos computacionais crescente, à medida que mais documentos são recolhidos os recursos necessários aumentam.

Atualmente o Arquivo.pt possui 85 servidores, traduzindo-se em 11 495 *Gigabytes* de RAM e 1 328 vCPUs, com uma capacidade de armazenamento de 1.2 *Petabytes* de informação.

Em janeiro de 2015, estão armazenados 75.2 *Terabytes* de documentos (ARC files comprimidos) dos quais 48.1 *Terabytes* pesquisáveis, e 17.75 *Terabytes* de índices armazenados. O espaço total ocupado no Arquivo.pt com a replicação da informação em 2 nós é de 205.79 *Terabytes*.

O custo de operação anual para novas recolhas é de 72 *Terabytes*. Pressupondo um crescimento anual de 10% das recolhas, estimamos que se esgote o espaço alocado para estas durante o ano de 2019.

Além dos recursos necessários para novas recolhas, são necessários os recursos para as tornar pesquisáveis. O rácio dos índices em relação aos respetivos documentos é de 36.9% do espaço ocupado pelos documentos. O custo anual de operação do Sistema de Pesquisa é de 10 *Terabytes* e 119 *Gigabytes* de RAM por *cluster*. Ao dia 11/03/2015 estão disponíveis 24.8 TB para novos índices, estimando um esgotamento de recursos para o Sistema de Pesquisa em 2018.

Os parâmetros mínimos de qualidade para o Sistema de Pesquisa são de capacidade de débito superiores a 3 respostas por segundo com tempo médio de resposta inferior a 5 segundos. Realizou-se um estudo sobre a degradação do Sistema de Pesquisa onde foi determinado um número máximo de 30 índices alojados por *Query Server* antes dos parâmetros mínimos de qualidade deixarem de ser cumpridos.

Analisando as características de hardware dos servidores do Arquivo.pt, foram identificados 2 servidores com características que são melhor aproveitadas para o Sistema de Pesquisa. A realização da alteração do *role* destes servidores expandirá a capacidade do Sistema de Pesquisa em 1 ano de operação, esgotando-se os recursos de armazenamento em 2019.

O aumento da capacidade de armazenamento do Sistema de Pesquisa deverá ser feito através da adição de mais discos aos Power Vaults já existentes. Com esta adição o Sistema de Pesquisa ficará com capacidade de armazenamento suficiente até 2023, além de não ser preciso espaço físico extra para alojar os servidores no *data center*. O custo estimado para adição de discos é de 43 000 euros.

Foi feita uma comparação ao nível dos recursos computacionais oferecidos por custo no *data center* entre tipologias. A tipologia de Servidores Independentes apresenta rácios de ganho relativo de desempenho em relação à tipologia de Servidores *Blade*+SANs de: 8.81x TB/kW, 8.24x TB/U, 15.16x GB/kW, 14.18x GB/U, 5.03x vCPU/kW e 4.71x vCPU/U.

## 2 Introdução

O Arquivo.pt preserva a Web Portuguesa armazenando mais de 1 875 milhões de documentos desde 1996 e disponibilizando um serviço público e gratuito de pesquisa sobre esta informação.

Devido à natureza de preservação de informação do Arquivo.pt, os recursos necessários para a sua operação estão em permanente crescimento.

Para a contínua operação do Arquivo.pt, é preciso obter informação acerca dos recursos atuais e futuros necessários para operação, de forma a projetar a necessidade de aquisição de equipamento.

## 3 Equipamentos Atuais

O Arquivo.pt tem disponíveis vários tipos de servidores e equipamentos de armazenamento. Para armazenamento possui equipamentos com tipologias do tipo *Storage Area Network* (SAN) e *Direct Attach Storage* (DAS) e para servidores possui Servidores do tipo *Blade* e Servidores Independentes.

As Tabelas 1 e 2 apresentam estes servidores e as suas características separados por tipo. A Tabela 1 mostra que o Arquivo.pt possui 12 servidores Dell PowerEdge R710 cada um com 16 vCPUs, 32 *Gigabytes* de memória RAM e 7 *Terabytes* em disco para armazenamento (excluindo o armazenamento para o Sistema Operativo). Assim sendo, o Arquivo.pt possui um total de 42 Servidores Independentes com 984 vCPUs, 10 368 *Gigabytes* de memória RAM e 1 059 *Terabytes* de capacidade de armazenamento e 43 Servidores *Blade* com 344 vCPUs e 1 127 *Gigabytes* de memória RAM. Os Servidores *Blade* não tem espaço disponível para armazenamento de dados, sendo esse espaço apresentando pelas SANs.

Servidores Independentes	Quantidade	vCPU	Memória (GB)	Armazenamento Interno (TB)
Dell PowerEdge R710	12	16	32	7
Dell Power Edge R620	9	32	512	15
Dell Power Edge R730xd	21	24	256	40
Total	42	984	10 368	1 059

Tabela 1: Servidores Independentes - Número de servidores, virtual CPUs, memória por servidor e armazenamento interno para dados.

Servidores Blade	Quantidade	vCPU	Memória (GB)
HP ProLiant BL460c G1	10	8	8 a 16
IBM BladeCenter HS21	33	8	32
Total	43	344	1 127

Tabela 2: Servidores Blade - Número de servidores, virtual CPUs e memória por servidor.

A Tabela 3 lista os equipamentos de tipologia SAN do Arquivo.pt e o espaço útil que cada modelo disponibiliza. Por exemplo, o HP EVA6100 disponibiliza 41 *Terabytes* de capacidade de armazenamento com RAID5.

A Tabela 4 lista os equipamentos de tipologia DAS. O Arquivo.pt possui 9 Dell Power Vault MD1220, cada um disponibiliza 11 *Terabytes* de capacidade de armazenamento com RAID5. Perfazendo um total de 99 *Terabytes* de espaço útil para armazenamento.

Equipamento	Armazenamento com RAID5 (TB)
HP EVA6100 (STR03)	41
HP EVA8400 (STR11)	32
HP EVA8400 (STR10)	45
HP 3PAR (STR15)	89
Infortrend (SE06STR12)	20
Total	207

Tabela 3: Equipamentos do tipo SAN e totais de espaço útil para armazenamento com RAID5.

Equipamento	Armazenamento com RAID5 (TB)	Quantidade
Dell Power vault MD1220	11	9
Total	99	-

Tabela 4: Equipamentos do tipo DAS e totais de espaço útil para armazenamento com RAID5.

Na Tabela 5 é contabilizado o espaço total do Arquivo.pt, distribuído por tipologia de armazenamento, SANs e Servidores Dell + Power Vaults.

	Espaço Total (TB)	Tipo de Redundância
Storage Area Network	209	RAID5
Servidores Dell + Power Vaults	1 059	RAID5
Total	1268	RAID5

Tabela 5: Distribuição de espaço total por tipologia de armazenamento.

Com a última aquisição, o Arquivo.pt tem capacidade para armazenar 1.2 *Petabytes* de informação com redundância através de *RAID5*.

Para informação detalhada consultar: <https://goo.gl/rtCfqd>

## 4 Capacidade de armazenamento de dados para Recolhas

Devido a problemas no passado com SANs, e ao seu custo, a utilização destas vai ser gradualmente descontinuada, a estratégia de armazenamento do Arquivo.pt passou por dar preferência a Servidores Independentes com grande capacidade interna de armazenamento. Portanto, em todas as projeções não é contabilizado o espaço em SANs que passará a ser utilizado exclusivamente para desenvolvimento e tarefas offline não críticas para o serviço prestado.

Do espaço total de armazenamento total do Arquivo.pt, os servidores Dell Power Edge R730xd estão alocados para o armazenamento de todas as recolhas. Contando com um total de 840 *Terabytes* de capacidade de armazenamento para recolhas.

O Arquivo.pt utiliza dois *clusters* distintos para garantir a disponibilidade e tolerância a faltas do serviço. Assim, todos os documentos arquivados e índices têm um fator de replicação de 2, que tem de ser contabilizado na projeção dos recursos utilizados.

O Arquivo.pt, realiza anualmente 3 AWP e 4 FAWP, além destas recolhas, são realizadas recolhas extraordinárias (EAWP). Estão previstas duas recolhas EAWP ao domínio .EU. De acordo com as estimativas feitas sobre o domínio, a próxima recolha exaustiva necessitará de cerca e 23 *Terabytes*

de armazenamento. Para estes efeitos reservou-se 60 *Terabytes* de espaço para armazenamento, o que corresponde a uma ocupação de 120 *Terabytes* com replicação para recolhas EAWP.

A um ritmo de 3 AWP e 4 FAWP por ano, com replicação, a estimativa de espaço necessário por ano de operação é de 72 *Terabytes* para novas recolhas. A Tabela 6 mostra os tamanhos pressupostos para estimativa do espaço em disco necessário para cada tipo de recolha.

Recolhas	Tamanho Arcs (TB)
AWP	9.2
FAWP	2.1
EAWP	23

Tabela 6: Valores pressupostos para estimativa de espaço em disco necessário para alojar recolhas futuras.

A Web desde a sua origem que tem vindo sempre a crescer, de ano para ano mais sites estão online. Se a Web Portuguesa acompanhar uma tendência global, a taxa de crescimento do número de documentos em cada recolha vai aumentar. Em Setembro de 2014 foi ultrapassado o recorde de 1 bilião de sites online, número esse que continua a crescer em 2015. Pressupomos uma taxa anual de crescimento dos conteúdos web para 10%.

De 840 *Terabytes* de espaço disponível para recolhas, 75.2 *Terabytes* está ocupado com recolha realizadas até Janeiro de 2015. O Arquivo.pt possui assim 765 *Terabytes* para futuras recolhas.

Na Figura 1 é apresentando a evolução do espaço disponível para recolhas. Podemos observar que ao ritmo atual, o espaço disponível para a realização de novas recolhas se esgotará durante o ano de 2019.

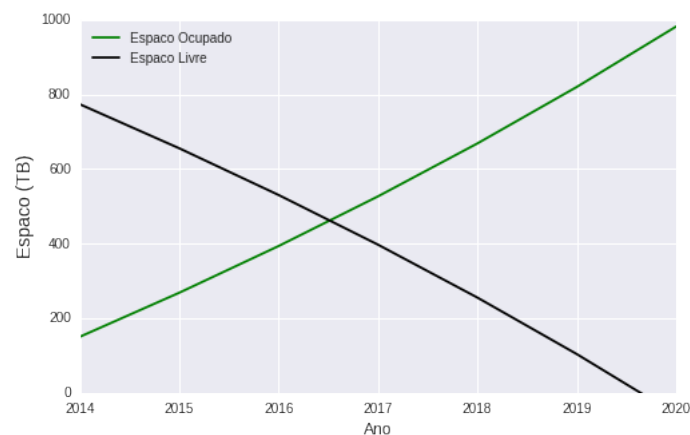


Figura 1: Evolução do espaço disponível para Documentos.

Segundo estes dados, o Arquivo.pt tem 765 *Terabytes* de armazenamento disponíveis para novas recolhas, estimando ter recursos suficientes para recolhas até 2019.

## 5 Estado atual e estimativa de operação para Sistema de Pesquisa

Por cada nova coleção que o Arquivo.pt põe em produção são precisos recursos extras para tornar as coleções pesquisáveis. O Sistema de Pesquisa do Arquivo.pt é a componente mais exigente ao nível de recursos. Além do armazenamento para os índices, é preciso bastante memória e CPU de forma a conseguir ter respostas em tempo aceitável para os milhões de documentos disponíveis para pesquisa.

É necessário estimar o consumo anual destes recursos, bem como a degradação de qualidade do Sistema de Pesquisa à medida que mais conteúdos vão sendo colocados disponíveis.

Analisámos o Sistema de Pesquisa em duas partes. Numa parte o nível de quantidade de recursos, sem fatores de qualidade da pesquisa, onde determinámos o consumo anual de memória e armazenamento de dados nos servidores de pesquisa. Noutra parte, ao nível de qualidade, onde estabelecemos padrões de qualidade para o Sistema de Pesquisa, estimando a degradação do serviço consoante o número de índices em produção nos servidores de pesquisa.

Com esta análise vamos estabelecer um padrão de qualidade no qual nos podemos reger no futuro, bem como determinar os recursos que iremos precisar com a expansão do Arquivo.pt.

### 5.1 Relação entre o tamanho dos índices e os seus documentos

De forma a estimar o consumo de recursos do Sistema de Pesquisa, é preciso estimar o tamanho dos índices de futuras recolhas.

Em janeiro de 2015, estão armazenados no total 75.2 *Terabytes* de documentos (ARC files comprimidos) dos quais 48.1 *Terabytes* pesquisáveis, e 17.75 *Terabytes* de índices armazenados.

Na Figura 2, é possível observar o espaço ocupado pelos documentos e os seus respetivos índices.



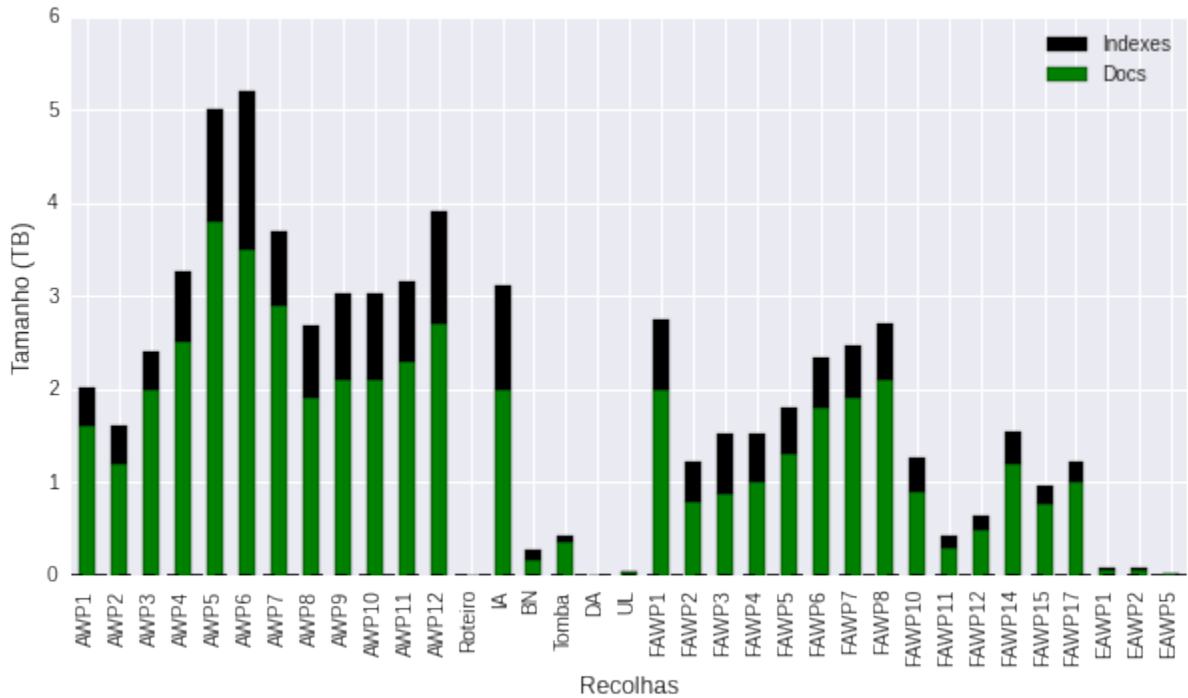


Figura 2: Relação do tamanho entre recolhas e os seus Índices.

Relacionando o tamanho dos índices com o tamanho dos documentos correspondentes, calculamos um rácio para os índices de 36.9% do espaço ocupado pelos documentos.

## 5.2 Estimativa de consumo de espaço e memória

Para cada *cluster*, o Arquivo.pt utiliza 3 Servidores Dell PowerEdge R620 para pesquisa, cada um com 32 vCPUs, 512 *Gigabytes* de memória e 15 *Terabytes* de capacidade de armazenamento.

Ao dia 11/03/2015, cada *cluster* tem 3 servidores para pesquisa, estando disponível 24.8 TB de espaço de armazenamento para novos índices.

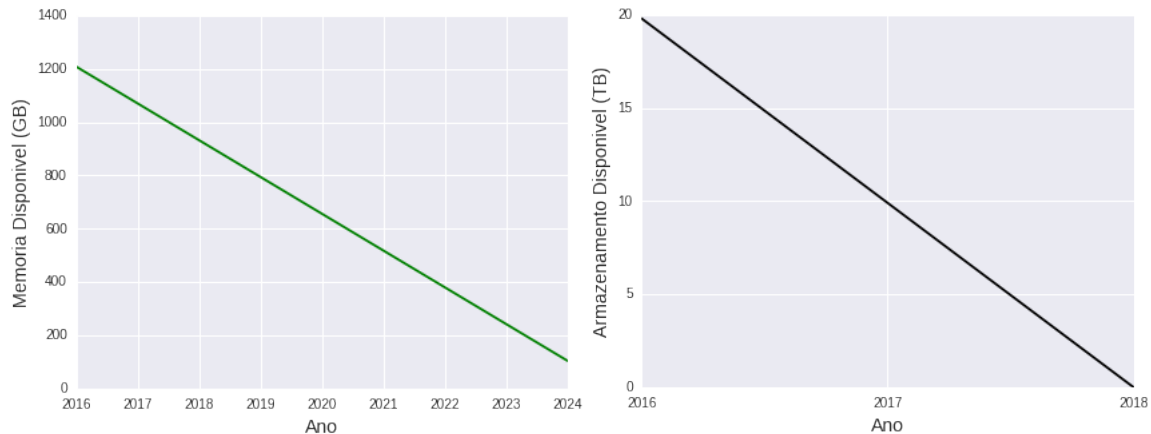
Utilizando a relação de 1GB/7M (1 *Gigabyte* de RAM para cada 7 milhões de documentos indexados), que é necessário garantir para cada índice, calculamos que no final de 2016, o custo de memória para operação do sistema de pesquisa será de *Gigabytes* 304 GB de RAM, ficando disponível 1 208 *Gigabytes* de RAM por *cluster*.

Na Tabela 7 são apresentadas as maiores recolhas do Arquivo.pt por tipo (AWP, FAWP e EAWP), que coincidem com as últimas realizadas. Podemos ver assim que a recolha AWP16 é constituída por 203 407 698 documentos alocados em 1.7 *Terabytes* de disco, sendo necessário 29 *Gigabytes* de memória para serem pesquisáveis.

Com base nesta tabela, estimamos que o custo de operação por ano para os futuros índices do Sistema de Pesquisa são de 119 GB RAM e 10 TB de Armazenamento. A Figura 3a mostra a evolução do consumo de memória num *cluster* do sistema de pesquisa, indicando que se esgotará em 2024. A Figura 3b mostra a evolução do consumo de armazenamento em disco num *cluster*, indicando que o Sistema de Pesquisa ficará sem espaço para alojar novos índices em 2018.

	Número Documentos	Tamanho Índices (TB)	Memória Necessária (GB)
AWP16	203 407 698	1.7	29
FAWP19	57 352 532	0.7	5.7
EAWP6	129 793 987	2 (Estimativa)	18.5

Tabela 7: Tamanho das maiores recolhas e recursos necessários para torná-las pesquisáveis



(a) Consumo de memória.

(b) Consumo de armazenamento em disco.

Figura 3: Evolução do consumo de recursos num *cluster* do Sistema de Pesquisa.

É necessário determinar qual a melhor solução para expandir estes recursos. Os servidores de pesquisa são bastante poderosos, estando ainda disponível cerca de 1 *Terabyte* de RAM em 2018, altura em que o espaço de armazenamento no Sistema de Pesquisa se esgota. Através da análise de desempenho do sistema de pesquisa vamos determinar a viabilidade de aumentar a capacidade de armazenamento para novos índices nos servidores de pesquisa.

### 5.3 Análise de tempos de resposta da pesquisa

É preciso estimar a degradação do Sistema de Pesquisa à medida que mais coleções são tornadas pesquisáveis. Com esta análise definimos os parâmetros de qualidade atuais, bem como obtermos informação valiosa para determinar a melhor solução para expandir o Sistema de Pesquisa.

Para medirmos o desempenho do atual recorreremos à ferramenta JMeter para simular pesquisas com vários níveis de carga.

#### 5.3.1 Metodologia de Testes de qualidade

Todos os testes foram executados seguindo a seguinte metodologia:

- Utilização da ferramenta JMeter com testes de carga distribuídos;
- Testes de carga executados com 3 servidores, 1 master (p19.arquivo.pt) e 2 slaves (p27.arquivo.pt e p41.arquivo.pt)
- Execução de pesquisas com vários níveis de carga: 10, 20, 40, 60, 80 e 100 pesquisas concorrentes;

- Para cada nível de carga, foi utilizado um conjunto de 2 760 *queries* reais, compostas por termos únicos, múltiplos termos e URLs. Estas pesquisas foram extraídas dos logs do arquivo, representado pesquisas reais ao Arquivo.pt em 2014;
- Antes de cada teste, a cache nos servidores é limpa (*Broker* e *Query Servers*);
- Utilização de servidores com características iguais ao sistema de produção, servidor p21.arquivo.pt como *Broker Server* e p63.arquivo.pt como *Query Server*.

Definimos como valor mínimo de controlo de qualidade, a capacidade do Sistema de Pesquisa suportar:

- Débito de 3 respostas por segundo.
- Tempos de resposta médios inferiores a 5 segundos.

## 5.4 Resultados

No *Query Server* de testes carregámos vários índices e medimos as resposta do sistema consoante o número de índices.

Utilizámos o número de índices como unidade de carga no *Query Server*, representando cada índice um aumento de espaço em disco ocupado, RAM utilizada e processamento. Os índices carregados são índices reais utilizados em produção no Arquivo.pt.

A Tabela 8 mostra os resultados medidos com a variação do número de índices. Tendo sido possível carregar até 23 índices no *Query Server* de testes.

Com 23 índices carregados no servidor, obtivemos 3.77 respostas por segundo, em que os CPUs estiveram em média 8.7% do tempo à espera de resposta do subsistema de armazenamento e 52.9% do tempo em *user mode*. A média por segundo do tamanho da fila para processamento foi 24.9 processos por segundo e 11.8 processos por segundo bloqueados a espera de respostas de I/O.

nº Índices	resp / s	avg. wa (%)	avg. us (%)	avg. runtime proc/s	avg. blocked proc/s
15	4.76	7.3	55.8	25.4	7.65
18	4.4	8	56.4	26.8	9.9
21	4.14	8.6	51.2	25	10.6
23	3.77	8.7	52.9	24.9	11.8

Tabela 8: Métricas de performance recolhidas com a ferramenta *vmstat*.

Os dados analisados indicam que o aumento de carga a nível de I/O é a causa principal de degradação do serviço, aumentando o número de processos bloqueados na espera de um recurso, neste caso respostas do sistema de armazenamento, causando um ligeiro aumento da percentagem de espera dos CPUs por operações de I/O (avg. wa 8,7% no pior caso) e uma diminuição do tempo de processamento em *user mode* (avg. us 51,1% no pior caso). A *runtime queue* em média situa-se por volta dos 25 processos (avg runtime proc), inferior aos 32 CPUs disponíveis, estando relativamente estável com o aumento do número de índices. Porém durante a operação existe picos onde a *runtime queue* ultrapassa os 32 processos. Com um subsistema de *storage* com maior performance, ou em situações que grande parte da informação dos pedidos está em *cache*, rapidamente os CPUs serão o *bottleneck* na performance do sistema de pesquisa.

Com a carga máxima possível de 23 índices, os parâmetros mínimos de qualidade ainda são cumpridos, sendo viável expandir a capacidade de armazenamento nos *Query Servers*.

Para estimar um ponto de carga no servidor onde os parâmetros mínimos de qualidade deixariam de ser cumpridos, inferimos das medições realizadas a fórmula  $y = -0,114x + 6,446$ , em que  $y$  corresponde ao número de respostas por segundo e  $x$  ao número de índices. A Figura 4 representa o esboço da mesma, em que é observado o o número de respostas por segundo com o aumento do número de índices.

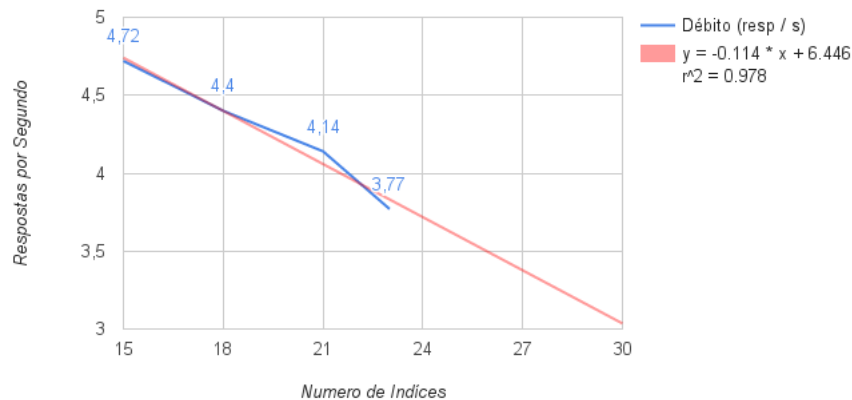


Figura 4: Evolução do número de respostas com aumento do número de índices no servidor.

Estimámos assim, que o servidor consegue suportar até 30 índices mantendo os parâmetros mínimos de qualidade.

Resultados e informação auxiliar na realização dos testes podem ser encontrados em: <https://goo.gl/rxE2Z6>

## 5.5 Medidas propostas para expansão do Sistema de Pesquisa

Face à uma necessidade de expansão do sistema de armazenamento de pesquisa, devido à distribuição do espaço de armazenamento do Arquivo.pt, é possível expandir o Sistema de Pesquisa através da passagem dos *Brokers* para *Query Servers*. Estes servidores tem capacidade iguais aos *Query Servers* e estão a ser subaproveitados com a sua configuração atual.

Com a conversão destes servidores para *Query Servers*, aumentamos a longevidade do Sistema de Pesquisa em 1 ano de operação, com previsão de esgotamento de armazenamento em 2019 (Figura 5).

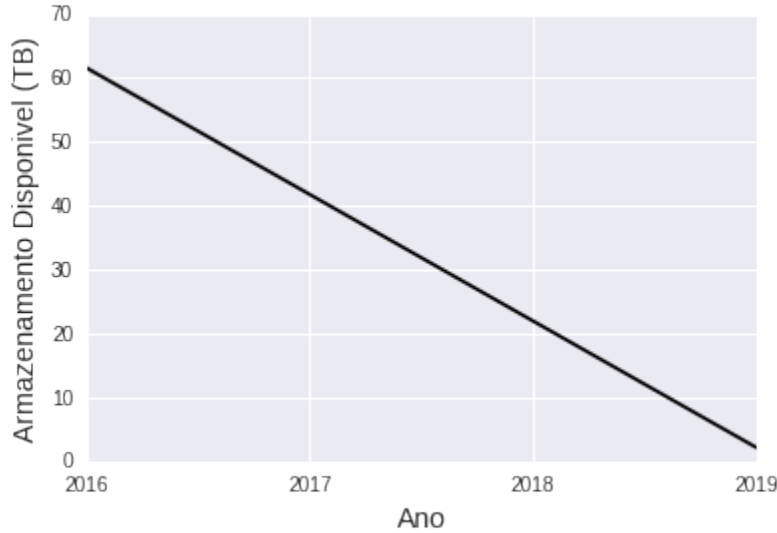


Figura 5: Estimativa da duração de recursos do Sistema de Pesquisa com a conversão de 2 servidores *Broker* para *Query Server*.

A capacidade de armazenamento do Sistema de Pesquisa também poderá ser aumentada através da adição de mais discos aos Power Vaults. Cada Power Vault disponibiliza 11 *Terabytes* de capacidade de armazenamento, com metade da ocupação dos *slots* para discos. Com todos os *slots* ocupados com discos, pressupondo a mesma capacidade nos discos, cada Power Vault consegue disponibilizar 11 *Terabytes* extras por *Query Server*. Isto traduz-se num total de 88 *Terabytes*, 44 TB por cluster, representando mais 4.5 anos de recursos disponíveis para a operação do Sistema de Pesquisa. Com esta adição, estimamos recursos de armazenamento suficientes até 2023.

## 6 Comparação de rentabilidade: Servidores Independentes versus Servidores Blade+SAN do Arquivo.pt

Devido à dimensão da infraestrutura que atualmente o Arquivo.pt já ocupa, e à existência de 2 tipos de tipologia, foi recolhida uma série de métricas sobre a ocupação no *data center* e o consumo de energia dos sistemas físicos atuais.

Agrupámos os sistemas por tipologia, Servidores *Blade+SAN* e Servidores Independentes (SI), e comparámos em relação ao espaço físico (*rack unit*) e consumo de energia (*kilowatt*). A Tabela 9 mostra os valores obtidos, discriminando por tipologia a capacidade por *kilowatt* e *rack unit* que esta consegue oferecer, nomeadamente de armazenamento, memória RAM e número de vCPUs.

	TB / kW	TB / U	MEM (GB) / kW	MEM (GB) / U	nº vCPU / kW	nº vCPU / U
Blades + SAN	10.54	1.38	59.94	7.86	17.14	2.25
Servidores Independentes+ Power Vaults	92.81	11.39	908.68	111.48	86.24	10.58
<b>Ratio de ganho de desempenho (SI / Blades)</b>	<b>8.81</b>	<b>8.24</b>	<b>15.16</b>	<b>14.18</b>	<b>5.03</b>	<b>4.71</b>

Tabela 9: Comparação do ganho de desempenho da tipologia SI em relação à tipologia *Blades+SAN*.

Podemos visualizar pela Figura 6 que a diferença do consumo entre as duas tipologias é extremamente grande, os Servidores Independentes oferecem rácios muito superiores em relação à tipologia

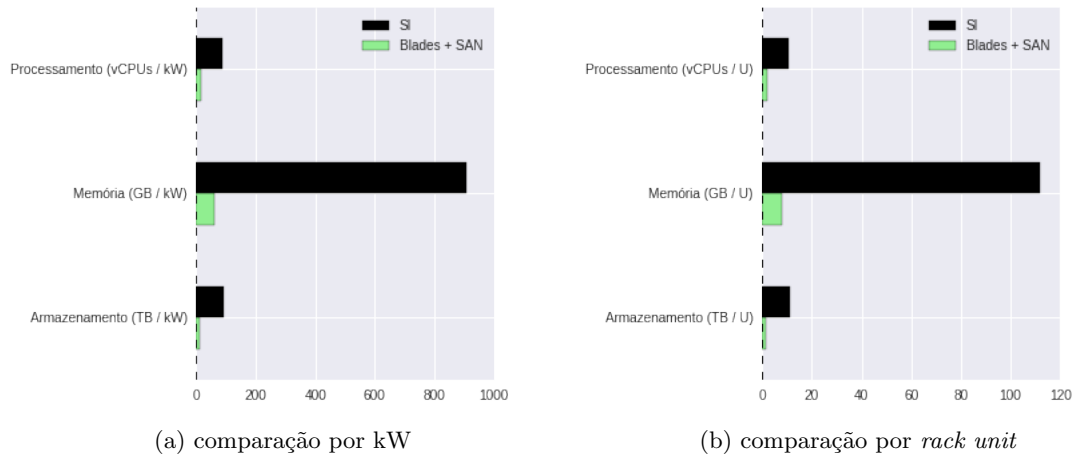


Figura 6: Comparação da capacidade de processamento, memória e armazenamento entre tipologias

com SANs e *Blades*, os rácios variam dos  $4.7\times$  para o número de vCPUs por *rack unit* até  $15\times$  em relação ao *Gigabyte* de memória RAM oferecida por *kilowatt*.

Estes dados indicam que o custo de energia, manutenção dos sistemas e o espaço físico da arquitetura SAN + *Blades* é onerosa em relação à capacidade oferecida pelos Servidores Independentes.

Além do custo/performance superior, enumeramos outros benefícios identificados no uso da tipologia de Servidores Independentes:

- Eliminação de pontos únicos de falha. A falha de uma SAN tinha consequências catastróficas para o *Arquivo.pt*;
- Facilidade de operação, não são precisos especialistas na tecnologia do fabricante para gerir o espaço de armazenamento;
- Manutenções pós-contrato não exclusivas de um fabricante;
- Maior controlo de balanceamento de carga sobre os discos;
- Ausência de licenciamento extra para a total utilização dos equipamentos adquiridos;
- Possibilidade de monitorização e recolhas de métricas de performance independentes do fabricante;
- Atualizações de *firmware* apenas afetam um único servidor;
- Pronto a usar com poucas configurações necessárias;
- Melhor gestão de espaço físico, porque o espaço de cada servidor independente desativado é imediatamente liberto, enquanto que apenas é possível libertar espaço físico na tipologia de *blades* quando todos os *blades* de um *enclosure* são desativados;

## 7 Conclusões

O custo de operação anual em recursos de armazenamento por parte do Arquivo.pt é de 72 *Terabytes* para novas recolhas e 10 *Terabytes* para novos índices.

Com os recursos atuais disponíveis, a capacidade de armazenamento para novas coleções esgotar-se-á durante o ano de 2019, atingindo 1 *Petabyte* de informação arquivada.

Ao nível de recursos do Sistema de Pesquisa, existem recursos de armazenamento disponíveis para novos índices nos *Query Servers* até 2018. Estimamos que por cada *Query Server* seja possível colocar 30 índices antes da degradação do serviço não respeitar os requisitos mínimos de 3 respostas por segundo com tempos inferiores a 5 segundos.

Com os recursos atuais, é possível expandir o Sistema de Pesquisa através da migração dos servidores p62.arquivo.pt e p58.arquivo.pt para o *role* de *Query Servers*. A capacidade destes servidores não está a ser aproveitada de forma ideal, representando esta alocação para o Sistema de Pesquisa mais CPU, mais RAM e mais armazenamento. Esta reorganização dos recursos permitirá aumentar a longevidade da capacidade de armazenamento do Sistema de Pesquisa em 1 ano de operação, ou seja, até 2019.

Identificámos também a possibilidade de colocar mais discos nos Power Vaults, estes são responsáveis por grande parte do armazenamento dos *Query Servers*. Expandido o número de discos nos Power Vaults aumentamos o espaço disponível para mais 4.5 anos extras de operação, esgotando-se em 2023. O custo estimado para esta extensão é de 43 000 euros.

Foi realizado uma comparação entre as tipologias de Servidores Independentes e Servidores *Blade* ligados a SANs em relação ao consumo de recursos no *data center*. Desta relação concluímos que atualmente o espaço ocupado no *data center* bem como o consumo de energia pelo sistema de *Blades*+SANs é extremamente mais elevado que a utilizada na tipologia de Servidores Independentes. A tipologia de servidores independentes além de apresentar maior eficiência contribui para uma maior robustez da infraestrutura do Arquivo.pt.

Pelo exposto, a utilização de servidores com tipologia *Blade*+SAN será gradualmente descontinuada e substituída exclusivamente pela utilização de servidores independentes.