



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**LÍVIA CAVALCANTI BANDEIRA JULIÃO**

**SOBRE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO PARA O  
SERVIÇO AWS S3 ATRAVÉS DE ALOCAÇÕES  
PERSONALIZADAS**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2021**

**LÍVIA CAVALCANTI BANDEIRA JULIÃO**

**SOBRE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO PARA O  
SERVIÇO AWS S3 ATRAVÉS DE ALOCAÇÕES  
PERSONALIZADAS**

**Trabalho de Conclusão Curso  
apresentado ao Curso Bacharelado em  
Ciência da Computação do Centro de  
Engenharia Elétrica e Informática da  
Universidade Federal de Campina  
Grande, como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharela em  
Ciência da Computação.**

**Orientador: Professor Dr. Thiago Emmanuel Pereira da Cunha Silva.**



J945s Julião, Livia Cavalcanti Bandeira.  
Sobre oportunidades de redução de custo para o serviço AWS S3 através de alocações personalizadas. / Livia Cavalcanti Bandeira Julião. - 2021.

11 f.

Orientador: Professor Dr. Thiago Emmanuel Pereira da Cunha Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo (Curso de Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

1. Serviço AWS S3 - redução de custo. 2. Alocações personalizadas - nuvem. 3. Armazenamento em nuvem. 4. Dados - armazenamento em nuvem. 5. Amazon Simple storage Service - S3. I. Silva, Thiago Emmanuel Pereira da Cunha. II. Título.

CDU:004.6(045)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2021**

**LÍVIA CAVALCANTI BANDEIRA JULIÃO**

**SOBRE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE CUSTO PARA O  
SERVIÇO AWS S3 ATRAVÉS DE ALOCAÇÕES  
PERSONALIZADAS**

**Trabalho de Conclusão Curso  
apresentado ao Curso Bacharelado em  
Ciência da Computação do Centro de  
Engenharia Elétrica e Informática da  
Universidade Federal de Campina  
Grande, como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharela em  
Ciência da Computação.**

**BANCA EXAMINADORA:**

**Professor Dr. Thiago Emmanuel Pereira da Cunha Silva  
Orientador – UASC/CEEI/UFCG**

**Professora Dr. Fábio Jorge Almeida Morais  
Examinador – UASC/CEEI/UFCG**

**Professor Tiago Lima Massoni  
Professor da Disciplina TCC – UASC/CEEI/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 25 de MAIO de 2021.**

**CAMPINA GRANDE - PB**

## **ABSTRACT**

In order to meet the growing demand for data storage, cloud computing providers offer storage as a service. In this context, the same provider has different storage offers in its catalog that vary in terms of availability, durability, performance and, consequently, price. Choosing the cloud storage configuration that meets the application's requirements at the best cost is therefore not a trivial task.

To assist in this choice, AWS offers Intelligent Tiering, a special storage layer that automates the allocation of objects according to accesses, in order to reduce costs. However, this option should be used with caution, since custom allocations by object can mean significant savings. In this work, it will be shown that the study of the object's access profile is indispensable for the optimization of the use of cloud storage resources.

# Sobre oportunidades de redução de custo para o serviço AWS S3 através de alocações personalizadas

Livia Cavalcanti Bandeira Julião

livia.juliao@ccc.ufcg.edu.br

UASC - UFCG

Campina Grande, Brasil

Prof. Thiago Emmanuel Pereira

temmanuel@computacao.ufcg.edu.br

UASC - UFCG

Campina Grande, Brasil

## RESUMO

A fim de atender à crescente demanda por armazenamento de dados, provedores de computação em nuvem oferecem armazenamento como um serviço. Nesse contexto, um mesmo provedor apresenta no seu catálogo diferentes ofertas de armazenamento que variam quanto aos níveis de disponibilidade, durabilidade, desempenho e, conseqüentemente, preço. Escolher a configuração de armazenamento em nuvem que atenda aos requisitos da aplicação pelo melhor custo não é, portanto, uma tarefa trivial. Para auxiliar essa escolha, a AWS disponibiliza o Intelligent Tiering, uma camada de armazenamento especial que automatiza a alocação de objetos de acordo com os acessos, a fim de diminuir custos. No entanto, essa opção deve ser usada com cuidado, uma vez que alocações personalizadas por objeto podem significar uma economia significativa. Neste trabalho, será mostrado que o estudo do perfil de acesso do objeto é indispensável para a otimização dos uso de recursos de armazenamento em nuvem.

## REPOSITÓRIO

[https://github.com/LiviaCavalcanti/tcc/tree/master/simul\\_tcc\\_py](https://github.com/LiviaCavalcanti/tcc/tree/master/simul_tcc_py)

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um grande crescimento no volume de dados gerados.

Muitas aplicações criam, diariamente, bases de dados na magnitude de exabytes [5]. Tendo em vista essa nova escala, empresas de computação em nuvem oferecem opções para suprir a nova demanda. Para tal, provedores de IaaS (Infrastructure as a Service) ofertam serviços de armazenamento de dados capazes de atender requisitos diversos.

A Amazon Web Services (AWS), por exemplo, disponibiliza diversas opções para armazenamento. A AWS, uma das principais provedoras no mercado de serviços em nuvem [4], disponibiliza em seu catálogo o Amazon Simple Storage Service (S3). O S3 é uma infraestrutura escalável de armazenamento de objetos e é acessível por meio de interface web [2].

O S3 foi projetado para diferentes casos de uso. E, para tanto, é dividido em diferentes categorias que variam, principalmente, pelas características de acesso e preço.

Para a hospedagem de aplicativos que precisam de acesso rápido e frequente, existe o S3 Standard. Para clientes buscando guardar backups e arquivamentos de longo prazo, uma possível escolha é o S3 Glacier. Isso porque, enquanto o tipo Standard oferece baixa latência e alta vazão, a recuperação usando o Glacier, por exemplo, pode levar até 12 horas. Conseqüentemente, essas diferenças são refletidas nos custos desses serviços. O Standard

pode custar, pelo menos, 6 vezes mais do que o Glacier para cada GB armazenado.

No caso de software delivery e armazenamento de mídia, a escolha pode não ser tão simples. Os arquivos podem ter tamanhos variados e a frequência de acesso ao longo do ciclo de vida do serviço também pode mudar. Em casos como esse, definir qual melhor classe de serviço pode não ser uma tarefa trivial. Ao mesmo tempo, o custo com serviços de armazenamento em nuvem cresce ao longo do tempo de uso, especialmente para aplicações que usam dados de maneira intensiva. Para aplicações com essas características, a AWS oferece o S3 Intelligent-Tiering (S3 IT). Uma das configurações do S3 que gerencia as classes de objetos de forma automática com o objetivo de baratear os custos sem comprometer o tempo de acesso. O gerenciamento consiste em mover, progressivamente, para classes de maior latência objetos sem acessos, mas também garantir a classe de menor latência para objetos que são acessados.

No entanto, as regras de transição do S3 IT não se adequam como a melhor alternativa para qualquer aplicação. A longo prazo, esta opção pode se mostrar onerosa. A fim de avaliar o custo do S3 IT, neste trabalho construiu-se um modelo matemático com o objetivo de diminuir os gastos com serviços de armazenamento multiclasse. A comparação entre o custo gerado pelo S3 IT contra o custo do modelo mostra que a automatização oferecida pela AWS deve ser adotada com cautela.

O texto está estruturado de modo a trazer, primeiramente, a descrição geral do Amazon Simple Storage Service e de suas classes disponíveis para armazenamento e quais as características de cada uma delas. Entendendo o funcionamento do serviço e seus pontos passíveis de melhoria, na próxima seção, é construído um modelo matemático para descrever os principais fatores de custo de uso do S3. Em seguida, é feita uma análise com

diferentes categorias de objetos, comparando, para cada uma delas, o desempenho do custo da configuração do S3 com automação contra a alocação de objetos, também no S3, por meio de heurísticas construídas neste trabalho. Na próxima seção, alguns trabalhos relacionados com custo e performance de serviço de armazenamento em nuvem exemplificam trabalhos anteriores no tema. Por último, os trabalhos futuros e a conclusão das discussões levantadas no texto.

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O S3 é um dos serviços da AWS que dispõe armazenamento em nuvem de modo escalável e flexível. Ele é disponibilizado por meio de uma interface web service usando API REST ou a AWS SDK. Recomendado para análises de data lake e big data, e oferece suporte para diversos tipos de objetos.

O serviço S3 é ofertado em diferentes classes que variam em durabilidade, disponibilidade e desempenho. Por isso, é um serviço capaz de atender aplicações com necessidades diversas. A escolha da classe mais adequada deve ser feita de acordo com os requisitos de frequência e tempo para acesso.

A classe que desempenha o modo padrão é o S3 Standard. Ideal para várias aplicações que precisam de baixa latência, alta vazão e que acessam os dados frequentemente. No caso de acessos mais raros mas que precisam ter baixa latência, existe o S3 Standard-Infrequent Access (IA). Para dados com esse mesmo perfil de acesso, mas que não exigem alta disponibilidade, nem são críticos à perda de dados, a classe indicada é a S3 One Zone-Infrequent Access. Em geral, os dados armazenados usando essa classe de serviço podem ser recuperados facilmente, em caso de falha na AWS.

Por outro lado, em situações que o acesso é considerado esporádico, duas classes são mais indicadas: S3 Glacier e S3 Glacier Deep

Archive. O custo delas é mais baixo, se comparado às anteriores. As requisições para classes S3 Glacier devem admitir uma latência de acesso maior já que o acesso a elas é assíncrono.

A classe S3 Glacier é adequada para arquivamentos e backups. O tempo de recuperação de objetos varia de acordo com a opção escolhida. A Expedite, a mais rápida, dura de um a cinco minutos, mas é limitada a 250MB e, em caso de alta demanda, pode não estar disponível. A opção Standard leva entre três e cinco horas. A Bulk leva de cinco a doze horas mas permite a recuperação de petabytes por dia. Outra classe é o S3 Glacier Deep Archive. Ideal para armazenamento por longos períodos de dados acessados uma ou duas vezes por ano. Entre as opções de recuperação, a Standard dura 12 horas, e a Bulk, 48 horas.

A relação entre latência e frequência de acesso para cada uma das classes S3 pode ser vista de forma simplificada na Figura 1.

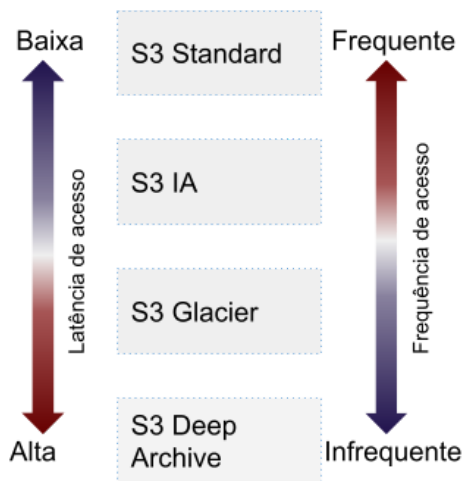


Figura 1: O armazenamento no S3 utiliza a abstração de classes. Elas foram desenhadas para atender de objetos com diferentes frequência de acesso e aplicações com requisitos de latência variados. Espera-se que aplicações que aceitem latências mais altas e acessem objetos raramente utilizem S3 Glacier ou S3 Deep Archive. Em caso de baixa latência para objetos frequentemente acessados, existem as opções S3 Standard e Infrequent Access.

Para aplicações que não possuem padrão conhecido de acesso a dados, a AWS oferece o S3 Intelligent-Tiering. Ele é dividido em quatro subcamadas: duas para acessos frequente e infrequente com baixa latência, e outras duas para dados acessados infrequentemente, mas com latências distintas entre si. De modo geral, as subcamadas do S3 Intelligent-Tiering correspondem às classes Standard, Infrequent Access, Glacier e Glacier Deep Archive do S3, nessa ordem.

Os objetos adicionados ao Intelligent-Tiering são gerenciados individualmente e podem ser movidos entre as classes de acordo com a data do último acesso. A cada trinta dias que um objeto não é acessado, ele é movido para uma classe de custo imediatamente inferior. Caso ele seja acessado, ele é transferido para a camada de custo mais alto, equivalente a S3 Standard, independentemente de qual camada ele se encontrava.

Ainda que sirva para diminuir os custos, as regras de movimentação de objetos são bastante simples. Para casos em que há algum conhecimento prévio do uso esperado dos dados pela aplicação, modificações na forma em que eles são gerenciados podem trazer economia. Seria factível em algumas situações, por exemplo, mover os objetos para camadas de custo mais baixo de forma mais radical e promovê-los parcimoniosamente.

Dentro desse contexto, a AWS disponibiliza ferramentas de gerência alinhadas aos casos em que o comportamento do uso dos dados é conhecido. Dentre elas está a definição do ciclo de vida do objeto, que propicia a criação de regras para ações automáticas de transição entre classes e/ou deleção de objetos que podem diminuir gastos com armazenamento. A escolha de quão rígidas essas regras serão pode ser definida por um balanceamento entre custo e desempenho que a aplicação atendida exige. Ter acesso à variação do valor do S3 para diferentes configurações é importante para essa decisão.



### 3. MODELAGEM DO PROBLEMA

#### 3.1. PRINCIPAIS CUSTOS DO S3

Antes de adquirir um serviço, é importante fazer uma projeção de custo. Para o serviço de armazenamento da AWS, os principais elementos de cobrança são armazenamento, requisições e recuperação dos dados.

O armazenamento é o elemento básico do S3. A cobrança é de acordo com o tamanho do objeto, quanto tempo ele fica armazenado e a sua respectiva classe S3. Cada classe cobra um preço por mês para cada Gigabyte (GB) armazenado. A classe S3 Standard varia na tarifa de acordo com a quantidade total de GB. Objetos armazenados S3 Intelligent-Tiering, S3 Standard-IA e S3 One Zone-IA cobram por, no mínimo, 30 dias. Assim, mesmo que seja movido para outra classe ou deletado antes de completar 30 dias, os dias remanescentes serão cobrados. O período mínimo de armazenamento para S3 Glacier e S3 Glacier Deep Archive é de 90 e 180 dias, respectivamente [3].

A AWS também disponibiliza operações sobre os objetos por meio de API REST, SDK ou CLI. As operações são divididas em dois grupos de cobrança: um para requisições PUT, COPY, POST, LIST; e outro para GET, SELECT e demais requisições. O primeiro grupo tem tarifas mais caras do que o segundo. O SELECT ainda cobra pela quantidade de dados retornados e escaneados.

A recuperação de dados existe apenas para classes construídas para acesso infrequente. Ou seja, não é válido para o S3 Standard. Ela consiste em solicitar à AWS que uma cópia do dado armazenado fique disponível para acesso até que o tempo de expiração seja atingido. Após esse tempo, é preciso fazer uma nova solicitação para ter acesso ao objeto.

A recuperação de dados possui opções que variam de acordo com a classe na qual o objeto está armazenado. Elas se diferenciam pelo tempo de execução da operação. De modo geral, existem três opções com preços diferentes. A Expedite, que retorna objetos S3 em minutos, tem custo mais alto. A opção Standard retorna os dados em horas e é a intermediária. Em um terceiro modo, a opção Bulk, é possível recuperar grandes quantidades de dados de forma agendada e mais barata do que as demais. O cálculo do custo da recuperação de dados é dividido, para todas as opções descritas, entre requisição e quantidade, em GB, de dados recuperados. O S3 Glacier disponibiliza as três opções, enquanto que o S3 Glacier Deep Archive possui apenas as opções Standard e Bulk. O S3 Standard IA e o S3 One Zone IA cobram apenas pela quantidade de dados recuperados, isentando as requisições. Como a latência dessas classes é baixa, existe apenas uma opção de recuperação de dados.

Para a classe S3 Intelligent Tiering, o preço total por objeto varia de acordo com a camada, ou *tier*, onde ele está armazenado. Ele possui os mesmos elementos das demais classes e a cobrança equivale à classe do S3 correspondente. Também existem as taxas de Monitoramento e Automação de cada objeto.

Além de armazenamento e operações sobre os dados, a transferência para o AWS S3 pode ter custos. Mas não existe variação com o tipo de classe. Nesse caso, o custo é em função da origem ou do destino, no caso de exportação de dados.

#### 3.2. MODELO DE CUSTO

Com os elementos de cobrança principais do AWS S3 é possível formular um modelo que calcule o custo de manter um conjunto de dados  $\mathcal{D}$  armazenados no provedor de serviço de nuvem.

$$Cost = \sum_{i=1}^N S_i * (SC_i + DR_i) + RR_i + OP_i$$

$S_i$ : tamanho da  $i$ -ésima unidade de dado armazenada

$N$ : total de unidades armazenadas no conjunto de dados, ou  $|\mathcal{D}|$

$SC$ : custo de armazenamento

$OP$ : custo total das operações GET, PUT, COPY, POST, LIST e outras em arquivos usando API/SDK feitas na  $i$ -ésima unidade.

$RR$ : pedidos de recuperação de dados.

$DR$ : custo da quantidade de dados recuperados.

O custo total com o S3 da AWS pode ser calculado com a soma do custo de cada um dos elementos de cobrança para todos os objetos armazenados. Por isso o modelo itera em todos os objetos do conjunto  $\mathcal{D}$  considerado. O custo de armazenamento e de quantidade de dados recuperados depende do tamanho, em GB, do objeto em questão. Por isso, é preciso multiplicar o custo desses pelo tamanho do dado. Já para OP e RR, a cobrança é feita por requisição. Então, cada componente do modelo corresponde à multiplicação do preço da requisição pela quantidade de requisições feitas. Apesar das operações serem representadas por uma única variável, o custo de requisições sobre uma unidade de dado é o somatório do custo de todas as requisições realizadas, considerando as variações de preço de acordo com o tipo de operação. Por simplificação, o conjunto de operações representado no modelo por OP não inclui SELECT.

De forma simplificada, o custo do S3 pode ser visto como a soma do custo de armazenamento, S, recuperação, R, e operações de requisições, O, de todos os elementos de um conjunto de dados.

#### 4. ANÁLISE

Modelar serviço de armazenamento em nuvem pode ser utilizado para otimizar os gastos. Considerando o contexto AWS, uma forma de minimizar o custo total pode ser por meio da análise do uso de diferentes classes no decorrer da carga de trabalho de um conjunto de dados. Apesar desse tipo de processamento requerer um histórico do objeto sob análise, não é incomum que seja possível prever o perfil geral do uso dos dados para uma aplicação, ainda que esta seja nova.

Construir um otimizador de custos para o S3, no entanto, não é trivial. A flexibilidade e a variedade de opções oferecidas fazem com que inúmeras combinações sejam possíveis. Identificar para qual classe alocar cada objeto e, conseqüentemente, quanto tempo ele deve permanecer nela, por exemplo, pode significar, em muitos casos, uma busca proibitiva.

De forma alternativa, neste trabalho, criou-se um algoritmo de complexidade inferior que, apesar de não obrigatoriamente encontrar o mínimo global, retorna o menor valor do serviço dentre um subconjunto de possibilidades. Os diferentes custos analisados são criados a partir de uma descrição de carga de trabalho. Para cada objeto armazenado, esta carga deve conter os tamanhos e as quantidades de requisições por dia correspondentes.

Uma importante característica do serviço da AWS é a capacidade de adaptação. Do ponto de vista da carga de trabalho, ela permite que objetos, que mudam a quantidade de requisições ao longo do tempo, modifiquem a classe em que residem de acordo. O algoritmo disponibiliza essa flexibilidade por meio da definição do conceito de janela. A janela corresponde a um recorte no tempo da carga de trabalho para o qual será calculado o custo de armazenamento e acesso. O recorte de tempo de cada janela é disjuncto, para todas as janelas de um mesmo objeto. Seu tamanho é fixo para cada execução do algoritmo.

O tamanho da janela é parametrizável, podendo ser modificado de uma execução para outra. Ele pode ser medido em função da menor unidade da carga de trabalho. Neste trabalho, consideramos como menor unidade o dia. O tamanho ideal da janela depende do perfil de acesso de cada objeto. Portanto, para buscar custos mais baixos de armazenamento para uma carga de trabalho, é recomendável testar diferentes tamanhos de janela em cada execução do algoritmo de cálculo do custo total.

O funcionamento do algoritmo se dá pela avaliação sequencial da carga de trabalho sob a concepção das janelas. Para cada janela, todas as classes S3 são avaliadas. O custo de cada uma delas pode variar de acordo com a classe utilizada anteriormente, respeitando a política da AWS. Isso se deve à cobrança do S3 ser feita a partir de um número mínimo de dias de residência em um *tier* (ou seja, paga-se um custo adicional pela migração de dados entre classes). Em decorrência desta regra de negócio, a análise da carga de trabalho é feita de forma linear e progressiva no tempo.

O custo total da carga de trabalho de um objeto é dado pelo somatório do menor custo de cada janela. Como consequência, o custo depende do tamanho escolhido para a janela. Janelas que consideram intervalos de tempo curtos são muito impactadas pela quantidade de acessos localizados. Ao passo que janelas que consideram muito tempo ignoram nuances e perdem a capacidade de adaptação do S3 para melhorar em custo e performance.

A fim de avaliar o desempenho do algoritmo em relação ao do Intelligent Tiering, alguns testes foram realizados. Para a construção das amostras, por meio de execuções prévias, percebeu-se que um importante fator de custo é o tempo ocioso de objeto S3. A partir disso, considera-se nesta avaliação algumas categorias. Objetos que são acessados frequentemente, sendo raros os dias sem acesso, são da categoria de acesso contínuo. A categoria de acesso

esporádico é formada por objetos que possuem mais dias sem acesso do que com acesso. Por fim, uma categoria de acesso esporádico tardio, na qual, além da característica da categoria anterior, os primeiros acessos se dão a partir do trigésimo dia da carga do trabalho.

Para as categorias que possuem acesso esporádico, a distribuição dos períodos com algum acesso se deu de forma randômica. Com a ajuda de um gerador de números aleatórios, escolhia-se um dia a partir do qual se iniciaria um período de acesso. Em seguida, escolhia-se novamente um número entre 1 e 5 para, assim, determinar qual o tamanho deste período de acesso. Ou seja, nos experimentos, um objeto com acesso esporádico pode ter, no máximo, 5 dias de acesso consecutivo. Esses sorteios foram realizados 60 vezes para cada objeto do experimento. Podendo-se somar, portanto, até 300 dias de acesso. Como a análise foi feita considerando uma carga de trabalho de 1000 dias, um objeto da categoria esporádica pode ter, no máximo, 30% dos dias com acesso. Com isso, garantiu-se o perfil de mais dias sem acesso do que com acesso, característico da categoria.

Para cada dia do período de acesso, foram sorteados dois números aleatórios: um para a quantidade de GETs e outro para a quantidade de POSTs. Não foi feita distinção entre a quantidade de GETs e POSTs. Todos os números aleatórios usados na geração de amostras provêm de uma seleção uniforme a partir de um gerador pseudo-randômico Mersenne Twister.

Devido à aleatoriedade, cada amostra pode somar uma quantidade de dias e acessos diferentes umas das outras. Devido à cobrança do S3 AWS ser baseada em um milhar de requisições, optou-se por avaliar diferentes dimensões para números de acesso. Por conseguinte, foram analisadas cargas de trabalho na casa de mil, 1 milhão e 1 bilhão de acessos por dia para as operações GET e POST.

Nos experimentos realizados, encontrou-se a tendência de que para objetos da categoria

contínua é mais difícil encontrar custos inferiores aos entregues pelo S3 IT. Embora, em alguns casos, isso seja possível, encontrar janelas que integrem custos inferiores ao Intelligent-Tiering, a busca nem é simples e, frequentemente, não encontra economia significativa. Isso se deve ao fato de que objetos com muitas requisições são fortes candidatos para a classe S3 Standard, classe que o S3 IT tende a alocar os objetos, de acordo com a sua política.

Já os objetos da categoria de acesso esporádico não se beneficiam do gerenciamento conservador entre classes do S3 IT. Com o auxílio do modelo, foi possível encontrar para este tipo de perfil uma economia de, pelo menos, 85% se comparada ao S3 IT. É preferível, portanto, entender o uso da aplicação para identificar a melhor classe S3. Para objetos dessa classe que alcançam a casa de bilhão de requisições por dia ativo, a economia pode chegar a quase 100%. É possível ver a economia pelo uso customizado de classes em relação ao S3 IT, na Figura 2.

É interessante notar que os objetos da categoria esporádico tardio apresentaram comportamento semelhante aos da categoria esporádica. Percebeu-se, na verdade, que é possível economizar um pouco mais com o gerenciamento próprio dos objetos que não serão acessados imediatamente.

Nessas análises, considerou-se objetos de mesmo tamanho. Portanto, o tamanho dos objetos não influenciou nas diferenças encontradas.

Existem diferentes tamanhos de janelas que geram economia se comparado ao custo do S3 IT. No entanto, tamanhos de janelas diferentes geram custos diferentes. Por experimentação, percebeu-se que janelas de tamanhos inferiores, de 20 a 30 dias, retornavam os valores mais baixos para as categorias de acesso esporádico. Nesses experimentos, percebeu-se que os custos das cargas de trabalho não respeitavam uma

relação clara em função do tamanho da janela. Isso impossibilitou o uso de algoritmos de automatização para esta tarefa.

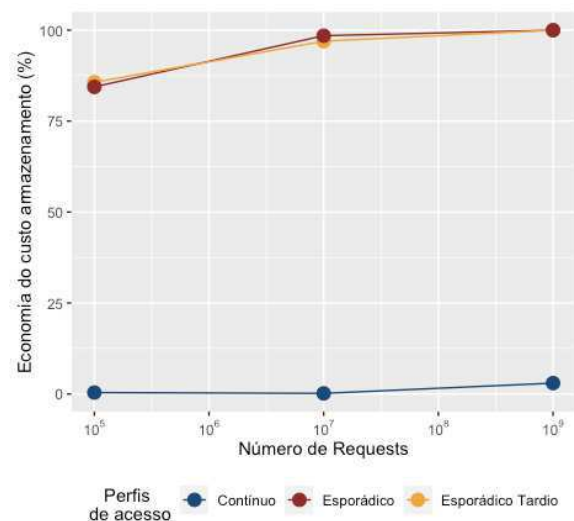


Figura 2: Economia de custos do AWS S3 considerando a porcentagem em relação ao Intelligent Tiering. A comparação é feita contra os custos da alocação gerada pelo algoritmo de adaptação. Variar a classe de armazenamento trouxe mais economia tanto no perfil de acesso esporádico quanto no de acessos esporádicos que se iniciam tardiamente. Para objetos com acessos diários, tentar variar a classe de armazenamento não trouxe economia.

Já no caso de objetos de acesso contínuo, os menores custos foram encontrados usando janelas de tamanhos maiores. Sendo, muitas vezes, iguais ao tamanho da amostra.

## 5. TRABALHOS RELACIONADOS

A preocupação com o custo de armazenamento é recorrente na literatura. Ao longo dos anos, a AWS adicionou flexibilidade aos seus serviços. Por sua vez, o barateamento dos recursos computacionais endossaram os cenários possíveis na nuvem. A avaliação de diferentes casos de uso, como o armazenamento de longo e curto prazo, são discutidos desde que o glacier e o S3 eram oferecidos como serviços distintos (Han 2015). Com o contínuo desenvolvimento recursos e de aplicações, novas análises são necessárias para cobrir o potencial existente.

Em alguns sistemas distribuídos, a avaliação de custo deve englobar outros provedores de nuvem. Com isso, considera-se não somente os requisitos de armazenamento, mas também a complexidade de transferência de dados. Nessas avaliações, as especificidades de cada provedor são, preferencialmente, abstraídas, focando-se nos principais elementos do sistema como um todo [1].

## 6. TRABALHOS FUTUROS

Ainda que seja possível encontrar custos inferiores aos do Intelligent-Tiering por meio do modelo criado, a usabilidade dessa alternativa é discutível. Considerando-se aplicações reais, não é possível prever com exatidão a carga de todo o tempo de vida de um novo objeto. Uma alternativa seria a investigação de possíveis heurísticas capazes de sugerir as regras de transição de objetos dos quais se possui pouco conhecimento do comportamento de acesso. A partir disso será possível encontrar padrões que ainda são desconhecidos neste trabalho.

Outra possível melhoria é a criação de um algoritmo que encontre o preço ótimo. Já que o modelo proposto só é capaz de buscar um preço inferior ao S3 IT com o auxílio de trabalho manual. No entanto, não é garantido que o custo encontrado seja o menor possível para nenhuma carga de trabalho. Uma possível melhoria ao método aqui explorado, é o uso de janelas de tamanhos variáveis. Isso abriria a possibilidade de adicionar automatização ao processo de busca.

## 7. CONCLUSÃO

Com a evolução do serviço de nuvem, existem muitas possibilidades de armazenamento. Diante tamanha flexibilidade, nem sempre é fácil escolher qual é a melhor configuração para dados de aplicações nos mais diversos contextos.

Visando auxiliar aplicações que possuem perfis de uso de armazenamento desconhecido, a AWS

adicionou dentre as opções do S3 o Intelligent-Tiering. Essa classe busca automatizar a mudança de objetos nas classes S3 com o objetivo de diminuir os custos.

Para verificar a eficiência da economia do S3 IT, desenvolveu-se um algoritmo que calcula o custo de armazenamento no S3 considerando as diferentes classes de do S3. O algoritmo usa a carga de trabalho de objetos para analisar as requisições com o auxílio de janelas. Viu-se neste trabalho que, se por um lado, o S3 IT pode beneficiar as aplicações que fazem uso intensivo dos dados, ela pode ser uma solução onerosa para algumas aplicações. Para objetos que são acessados esporadicamente, usar o S3 IT é muito mais caro do que gerando uma política personalizada para o objeto. Com o auxílio de análises comparando o custo do S3 IT e do algoritmo desenvolvido, certificou-se ainda que objetos que demoram cerca de um mês para serem acessados são ainda mais prejudicados pela política do S3 IT.

## 8. REFERÊNCIAS

- [1] IKKEN, S. Efficient placement design and storage cost saving for big data workflow in cloud datacenters (Networking and Internet Architecture [cs.NI]) - Institut National des Télécommunications. Paris, França. 2017.
- [2] Huang, D., and H. Wu. Mobile Cloud Computing: Foundations and Service Models. Elsevier Science, 2017, <https://books.google.com.br/books?id=dupGDgAAQBAJ>. Acessado Novembro 2020.
- [3] “Preço Amazon S3.” Amazon Web Services, <https://aws.amazon.com/pt/s3/pricing/>. Acessado Outubro 2020.
- [4] Stalcup, Katy. “AWS vs Azure vs Google Cloud Market Share 2020: What the Latest

Data Shows.” ParkMyCloud, 11 Agosto 2020, <https://www.parkmycloud.com/blog/aws-vs-azure-vs-google-cloud-market-share/>. Acessado Novembro 2020.

[5] Saifa, Subia, and Samar Wazirb. “Performance Analysis of Big Data and Cloud Computing Techniques: A Survey.” *Procedia Computer Science*, vol. 132, no. -, 2018, pp. 118-127. Performance Analysis of Big Data and Cloud Computing Techniques: A Survey, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918309062>.