

Análise da Eficácia e Eficiência de Estratégias Baseadas em Voto Majoritário em uma Aplicação de Computação por Humanos

João V. Miranda¹, Lesandro Ponciano²

¹Instituto de Informática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais(PUC-MG)
Bacharelado em Sistemas de Informação

joaovm.almeida97@gmail.com lesandrop@pucminas.br

Resumo. *Computação por humanos é um paradigma da computação que utiliza o poder cognitivo dos seres humanos para resolver problemas que os computadores convencionais ainda não conseguem resolver. Nas aplicações de computação por humanos, os trabalhadores são seres humanos que executam tarefas a fim de solucionar um determinado problema. Para se obter uma acurácia das respostas destas tarefas, são realizadas réplicas das mesmas e as respostas dessas réplicas são agregadas com o voto majoritário, que é a resposta mais frequente. Este trabalho tem como objetivo analisar a eficácia e eficiência de estratégias baseadas em voto majoritário, levando em conta dados de uma aplicação de análise de sentimentos. A pesquisa é do tipo exploratória, e também tem como métrica a acurácia das respostas providas pelos trabalhadores de uma aplicação de computação por humanos. São aplicadas as estratégias sequenciais e aleatórias baseadas em voto majoritário simples e ponderado. Os resultados mostram diversos cenários de eficácia (taxa de acerto) e eficiência (número de réplicas) quando se usa estratégias baseadas em voto majoritário.*

Palavras-Chaves: Voto Majoritário, Replicação, Computação por Humanos, Tarefas, Aplicações

1. Introdução

Computação por humanos é um paradigma que utiliza o poder de processamento cognitivo humano para resolver problemas que os computadores convencionais ainda não conseguem resolver de forma satisfatória [Quinn e Bederson 2011]. Dessa forma, mesmo com todo o avanço da computação baseada em máquinas, há tarefas que ainda não podem ser executadas com tanta precisão e eficiência, mesmo com os algoritmos computacionais mais avançados [Savage 2012]. O uso da computação por humanos se popularizou com as tarefas *reCAPTCHA*, que são tarefas onde os seres humanos têm de compreender imagens, é mais utilizado com o objetivo de proteger a aplicação que a utiliza de acessos indevidos por robôs. [Von Ahn et al 2008], mas atualmente o universo de aplicações baseadas em computação por humanos é amplo e diverso [Quinn e Bederson 2011].

Um sistema de computação por humanos é um sistema computacional distribuído onde os processadores são seres humanos, chamados de trabalhadores

[Ponciano et al 2014]. Uma aplicação baseada nesse paradigma é um grupo de tarefas relacionadas que podem solucionar um determinado problema, com a utilização do poder cognitivo humano [Ponciano 2015]. No paradigma da computação por humanos, existem tarefas que são atividades que podem ser realizadas por um ou mais trabalhadores, podendo ser subdividida em diversas outras tarefas e possuir dependências entre elas [McIlree 2007].

Nas aplicações deste paradigma, para se obter a acurácia das respostas dos trabalhadores é necessário que ocorra a descoberta de algum valor significativo, por isso é utilizado o método do voto majoritário, que considera como saída (ou resposta final) aquela cuja resposta é a mais frequente. Se baseado no contexto das tarefas de aplicações por humanos, podemos dizer que o voto majoritário é a resposta mais frequente dos trabalhadores que executam uma determinada tarefa [Sun et al 2011].

Nas tarefas de aplicações desse paradigma, mesmo após a aplicação de estratégias baseadas em voto majoritário, é possível observar uma variação nas respostas finais para a tarefa. Nesse contexto, o **problema tratado neste trabalho** é a falta de conhecimento sobre a eficácia e eficiência das estratégias baseadas em voto majoritário em diferentes cenários de tarefas da computação por humanos, considerando diferentes níveis de replicação, ou seja, diferentes quantidades de trabalhadores que executaram a tarefa.

Com a solução deste problema, é possível aprimorar o conhecimento das estratégias baseadas em voto majoritário. Também é possível extrair e obter informações de uma aplicação do paradigma da computação por humanos, ao realizar uma análise dos dados. Com essa solução, é realizada também a apresentação de dados relacionados à eficácia e eficiência das diferentes estratégias baseadas em voto majoritário, podendo levar em conta características da aplicação, como o nível de replicação e características dos trabalhadores envolvidos.

O **objetivo principal** deste trabalho é propor uma análise das diferentes estratégias baseadas em voto majoritário, para que o usuário possa ter uma maior compreensão e entendimento sobre a respectiva eficácia e eficiência das mesmas. É realizada também uma análise comparativa com as demais estratégias baseadas em voto majoritário, tendo como objetivo definir e apresentar a estratégia de maior eficácia e eficiência entre elas, com dados comprobatórios, para que possa ser utilizada em aplicações no paradigma da computação por humanos.

Por fim, neste estudo, pode-se citar duas principais contribuições. Primeiro, a proposta de analisar a eficácia e eficiência das estratégias baseadas em voto majoritário no paradigma da computação por humanos. Segunda, um levantamento das respostas corretas das tarefas de computação por humanos, a partir de dados quantitativos da aplicação, sem analisar os dados qualitativos que a tornam correta.

2. Referencial Teórico

O referencial teórico deste trabalho apresenta a definição de computação por humanos e seus principais pilares. Primeiramente é descrito o que é computação por humanos, logo depois, as tarefas de computação por humanos e as aplicações presentes no paradigma da computação por humanos. Para concluir, é realizada a abordagem da replicação de

tarefas e do voto majoritário, que possuem importância para o entendimento deste estudo.

2.1 Computação por Humanos

Nos últimos anos, mesmo com a constante evolução dos sistemas computacionais com o aumento de poder de processamento de dados, ainda se notou que existiam problemas que não poderiam ser resolvidos de forma satisfatória, como a interpretação de imagens. A computação por humanos surge como um paradigma que utiliza o poder cognitivo humano para resolver problemas que os computadores convencionais ainda não conseguem resolver [Savage 2012]. No paradigma da computação por humano os processadores são seres humanos, chamados de trabalhadores [Ponciano et al 2014]. A seguir são apresentadas as principais características de tarefas, aplicação, trabalhadores e replicação em computação por humanos.

2.1.1 Tarefas

Uma tarefa de computação por humanos é uma atividade que pode ser realizada por um trabalhador, podendo ser subdividida em diversas outras tarefas e possuir dependências entre elas [McIlree 2007]. Como exemplo dessas tarefas presentes neste paradigma podemos citar a compreensão de linguagem natural, a recuperação de informação em imagens e tarefas ligadas à criatividade [Ponciano et al 2014]. As tarefas de computação por humanos possuem um conjunto de instruções, essas instruções são interpretadas e processadas por seres humanos, obtendo-se como saída uma resposta para a tarefa.

As tarefas deste paradigma possuem um conjunto de instruções, essas instruções são interpretadas pelos seres humanos, obtendo-se a saída destas tarefas. Considere como exemplo, uma tarefa de identificar se existe ou não um pássaro em uma fotografia. O dado de entrada que o ser humano vai visualizar é a fotografia, a instrução que será dada para ele é: informe se há ou não um pássaro nessa fotografia. O dado de saída, ou resultado gerado pelo ser humano nessa tarefa será sim, ou não.

2.1.2 Aplicação

Uma aplicação desenvolvida no paradigma da computação por humanos é um conjunto de tarefas que resolvem um determinado problema, no qual os computadores convencionais ainda não são capazes de solucionar, mas os seres humanos com sua cognição, sim [Quinn e Bederson 2011]. Considere como exemplo de aplicação de computação por humanos uma que visa identificar a frequência com que um pássaro aparece em uma reserva natural. Tem-se milhões de fotos da reserva ao longo de um ano. Cada tarefa é uma foto. Todo o conjunto de tarefas é a aplicação.

2.1.3 Trabalhadores

Os trabalhadores são os processadores nas aplicações de computação por humanos, responsáveis por utilizarem sua cognição como poder de processamento [Ponciano et al 2014]. Eles podem exercer seu trabalho em aplicações de pensamento voluntário, onde não recebem nenhuma recompensa financeira [Ponciano et al 2014]. Também podem exercer seu trabalho por uma remuneração estabelecida anteriormente, que são os sistemas de trabalho online [Ipeirotis, Provost e Wang 2010].

2.1.4 Replicação de Tarefas

No paradigma da computação por humanos, a replicação de tarefas é utilizada para se obter respostas redundantes, onde vários trabalhadores executam réplicas de uma determinada tarefa. As saídas das tarefas são processadas, retornando ao desenvolvedor da aplicação uma resposta com uma maior acurácia [Ponciano et al 2014]. A replicação requer a definição do nível de replicação, onde é definido a quantidade de pessoas necessárias para executar a tarefa de modo que o resultado seja válido.

Considerando o exemplo de tarefa de computação por humanos que foi descrito na seção 2.1.1, essa mesma tarefa também pode ser replicada n vezes. A partir do momento que existem várias fotografias, para identificar com confiança se existe ou não um pássaro nelas, a fim de se obter um resultado redundante, é necessário que a tarefa seja replicada para vários trabalhadores.

2.2 Voto Majoritário

O voto majoritário é um método de consenso simples, frequentemente aplicado e que geralmente funciona bem na prática não computacional. O voto majoritário assume que os trabalhadores de alta qualidade são a maioria e operam independentemente [Sheshadri e Lease 2013]. O método identifica como correta a resposta mais frequente fornecida pelos trabalhadores da aplicação, sendo esta, o voto majoritário dos trabalhadores [Ponciano et al 2014]. O voto majoritário é utilizado para se obter uma maior acurácia das respostas dos trabalhadores, em paralelo com o *Ground Truth*, que se trata das respostas corretas disponíveis das tarefas.

Considerando o exemplo de tarefa de computação por humanos onde o trabalhador tem de identificar se há ou não um pássaro na imagem, após 3 trabalhadores responderem a tarefa, 2 deles responderam que sim, há pássaro na reserva e 1 disse que não há pássaro na reserva. Neste caso, o voto majoritário é sim, pois a maioria respondeu que há pássaro na reserva.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados os trabalhos relacionados ao paradigma da computação por humanos, com o objetivo de sintetizar as principais contribuições nessa área de estudo. Os trabalhos discutidos ao longo desta seção apresentam resultados e contribuições relevantes à replicação de tarefas e obtenção de respostas com qualidade em computação por humanos.

Ponciano et al. (2014) buscam definir o nível de replicação de tarefas no paradigma da computação por humanos, apresentando uma estratégia de replicação de tarefas adaptativas. São realizadas medições de dificuldade das tarefas, concordância e credibilidade, que visam otimizar o número de réplicas necessárias para se obter uma resposta que represente a escolha da maioria dos trabalhadores. Em mercados de trabalho online, a falta desta definição pode gerar um custo monetário desnecessário no desenvolvimento dessas aplicações, pois são utilizados mais trabalhadores que os necessário.

Pinheiro et al. (2013) apresentam o resultado da prática de *Crowdsourcing*, demonstrando como uma comunidade de pessoas envolvidas em um objetivo em comum podem chegar a uma determinada conclusão. Os autores estudam o caso da maratona de Boston, onde houve um atentado terrorista no evento. As pessoas comovidas com o atentado e com as mortes, começaram a realizar pesquisas cibernéticas, analisando diversas variáveis na web, tentando decifrar a autoria do crime, onde chegam a uma conclusão errada e acabam ocasionando a morte de outro inocente. Esse artigo mostra a importância de se analisar as informações providas pelas pessoas antes de chegar a uma conclusão.

Ponciano e Brasileiro. (2018) propõe uma melhoria na replicação de tarefas, considerando a credibilidade dos trabalhadores envolvidos em respondê-las. Os autores do estudo realizam a proposta de métricas para mensurar a credibilidade dos trabalhadores, realizando o desenvolvimento de um algoritmo capaz de otimizar a replicação de tarefas em tempo de execução, aprimorando as aplicações da computação por humanos. Esse trabalho tem ênfase nos trabalhadores, ele propõe diferentes métricas para medir a credibilidade deles, sendo eles: experimentada, reputada, ponderada e superficial.

Quinn e Bederson. (2011) apresentam uma abordagem analítica que realiza a comparação e distinção da computação por humanos e outros termos de relevância, como *crowdsourcing*, *social computing* e *Data Mining*. Os autores desenvolvem uma classificação (taxonomia) organizada de forma abrangente dos principais termos abordados, apresentando exemplos reais e distintos que permitem uma maior compreensão. Este trabalho se destaca pela organização, definição e distinção dos termos relacionados a computação por humanos que são comumente confundidos pela comunidade científica. A definição de computação por humanos usada neste estudo é aderente à definição proposta por Quinn et Bederson.

Almendra (2008) apresenta uma proposta de utilização de trabalhadores, no paradigma da computação por humanos, para efetuar a identificação de comportamentos fraudulentos no mercado eletrônico Brasileiro. Os trabalhadores, com suas capacidades cognitivas e de compreensão de imagens, são capazes de identificar diversas situações suspeitas no mercado eletrônico e realizarem a denúncia desses casos, garantindo que as aplicações sejam mais íntegras, e que ofereçam uma maior segurança e satisfação aos usuários honestos.

Baba (2018) apresenta a abordagem de métodos estatísticos com a proposta de controlar a qualidade das respostas dos grupos de trabalhadores de uma aplicação de computação por humanos, levando em conta diferentes aspectos da aplicação. Os métodos estatísticos apresentados neste estudo tem a capacidade de estimar a confiabilidade de cada trabalhador, considerando diversas características, como a unicidade das tarefas e o nível de conhecimento dos trabalhadores de uma aplicação de computação por humanos.

Savage (2012) apresenta um ganho de sabedoria a partir de multidões que jogarão jogos digitais, com o objetivo de descobrir a estrutura de uma proteína que ajuda o vírus da imunodeficiência se multiplicar. Os cientistas lutaram e estudaram por mais de uma década, para descobrir a estrutura da proteína, mas sem sucesso, mesmo com a utilização de tecnologia de ponta. A partir de um jogo digital onde os jogadores deveriam reorganizar as estruturas das proteínas, foi possível chegar a um resultado

eficaz, onde um estudo de mais de uma década não conseguiu chegar, e isso tudo graças às multidões que jogaram a aplicação.

Os trabalhos citados nesta seção estão relacionados à pesquisa apresentada neste estudo, pois apresentam a abordagem de replicação de tarefas no paradigma da computação por humanos, o *crowdsourcing* que representa o trabalho em grupo dos usuários, em prol de um objetivo em comum, e contém também as definições dos principais pilares da computação por humanos. O presente trabalho reúne as principais ideias dos trabalhos citados, como a prática de *Crowdsourcing*, a replicação de tarefas e a avaliação da credibilidade dos trabalhadores.

4. Metodologia

A pesquisa apresentada neste artigo pode ser definida como uma pesquisa do tipo exploratória, pois se trata de uma exploração estatística da eficácia e eficiência de estratégias baseadas em voto majoritário. Além disso, a pesquisa é quantitativa, pois busca-se, por exemplo, identificar a resposta correta, mas sem analisar os atributos qualitativos que a torna correta.

4.1 Obtenção de Dados e Métrica

Os dados utilizados neste trabalho são um conjunto de dados padrão de uma aplicação de computação por humanos, que já foi utilizado por outras iniciativas científicas e vários algoritmos semelhantes. Entre eles, está o *Ground Truth*, trata-se de um arquivo de texto que contém duas colunas, a do identificador das tarefas e a das suas respectivas respostas corretas geradas por um especialista. Tem-se também o arquivo de dados das tarefas, o qual possui três colunas, sendo elas: *question*, *rater* e *judgment*. *Question* é a coluna que se refere ao identificador da tarefa, *rater* é um código em hash que se refere ao identificador do trabalhador responsável por responder aquela tarefa e *judgment* se refere a resposta do trabalhador em questão. A Tabela 1 apresenta o arquivo de tarefas, contendo a identificação e as respostas dos trabalhadores. Cada linha é uma réplica de execução de uma tarefa, por isso uma tarefa pode aparecer em mais de uma linha.

Neste estudo, para a aplicação das estratégias baseadas em voto majoritário, são utilizados dados de uma aplicação de computação por humanos: Análise de sentimentos. A base de dados Análise de Sentimentos consiste em julgamento de seres humanos sobre as condições climáticas relatadas em tweets. Os trabalhadores julgam se a informação climática no tweet é negativa (0), neutra (1), positiva (2), se o tweet não é sobre a condição climática (3) ou não sabe responder (4).

Tabela 1. Representação do arquivo de tarefas com as respostas dos usuários

Question (Tarefa)	Rater (Trabalhador)	Judgment (Resposta)
81988801	af4efb63-1273-49f9-8ad1-bbe823db7e1c	1
81988801	j3fc22e9-76d4-4049-95b6-22b16e395fe5	4
81988802	af4efb63-1273-49f9-8ad1-bbe823db7e1c	1
81988802	j3fc22e9-76d4-4049-95b6-22b16e395fe5	1
81988802	af4efb63-1273-49f9-8ad1-bbe823db7e1c	1
81988803	j3fc22e9-76d4-4049-95b6-22b16e395fe5	1

A métrica de avaliação proposta neste trabalho é a acurácia nas respostas providas pelos trabalhadores, comparando as respostas obtidas após a aplicação da estratégia de voto majoritário com os resultados baseados em observações anteriores das mesmas (*Ground Truth*). Utilizando a acurácia como métrica é possível ter informações sobre a eficácia das estratégias baseadas em voto majoritário. Na Tabela 2 temos o exemplo do *Ground Truth*, contendo o título das tarefas e suas respostas.

A acurácia é a taxa de acerto nas tarefas *Ground Truth*. Ela é a razão entre o total de tarefas cujas respostas obtidas coincidem com as existentes na base *Ground Truth* e o total de tarefas *Ground Truth*.

Tabela 2. Representação do arquivo de *Ground Truth* da aplicação.

Tarefa	Resposta
81988801	1
81988801	1
81988801	3
81988801	2
81988801	1
81988801	1

4.2 Aplicação da Estratégia Sequencial por Voto Majoritário Simples

No método de voto majoritário simples, levando em conta a estratégia sequencial, os registros das tarefas, do arquivo de tarefas, são lidos sequencialmente, tarefa por tarefa, até atingir o nível de replicação desejado, que se trata da quantidade de trabalhadores, de cada tarefa. Caso o nível de replicação seja 5, os registros de cada tarefa do arquivo de tarefas são selecionados sequencialmente, até atingir o nível de replicação desejado, que é 5. Após efetuar a leitura e seleção das tarefas por nível de replicação, o voto majoritário do conjunto de tarefas selecionadas é descoberto. Então, calcula-se a acurácia no conjunto de dados.

4.3 Aplicação da Estratégia Aleatória por Voto Majoritário Simples

No método de voto majoritário simples, levando em conta a estratégia aleatória, os registros das tarefas são lidos de forma não sequencial (pois é feito um sorteio aleatório das réplicas), até atingir o nível de replicação desejado de cada tarefa. Logo após a leitura, é descoberta a resposta majoritária das tarefas respondidas pelos trabalhadores.

4.4 Aplicação da Estratégia Sequencial por Voto Majoritário Ponderado

No método de voto majoritário ponderado, levando em conta a estratégia sequencial, inicialmente, os trabalhadores possuem peso equivalente, ou seja, cada trabalhador possui uma mesma credibilidade. Ao iniciar a leitura das tarefas do arquivo de tarefas, levando em consideração o nível de replicação, é verificado se a resposta do trabalhador responsável por respondê-la coincide com o voto majoritário dos trabalhadores daquela tarefa, se sim, a credibilidade desse trabalhador é incrementada em 1. Após efetuar a

leitura de todas as tarefas, por replicações de cada tarefa, é selecionada a resposta que, somada aos pesos da credibilidade dos trabalhadores responsáveis por respondê-la é maior, no caso do método de voto majoritário ponderado, esse resultado é considerado para a geração da taxa de acerto.

Um exemplo da estratégia sequencial por voto majoritário ponderado seria o seguinte: existem N trabalhadores em uma aplicação de computação por humanos responsáveis por responder 1 tarefa por nível de replicação N . Após esses trabalhadores começaram a executar as réplicas da tarefa, verifica-se se a resposta de cada um deles se coincide com o voto majoritário da tarefa em questão, se sim, esse trabalhador terá um incremento no seu peso. Os pesos passam a ser considerados e atualizados a cada nova réplica de tarefa que o trabalhador executa. Após obter o peso de todos os trabalhadores, é selecionada como resposta final aquela que teve o maior valor de somatório dos pesos dos trabalhadores que a responderam.

4.5 Aplicação da Estratégia Aleatória por Voto Majoritário Ponderado

No método de voto majoritário ponderado, levando em conta a estratégia aleatória, inicialmente os trabalhadores também possuem uma pesagem equivalente, ou seja, cada um possui uma mesma credibilidade. Após definido o nível de replicação, as tarefas são lidas e selecionadas de forma aleatória, em seguida, é incrementada a credibilidade dos trabalhadores que terem a resposta que se coincidiram com o voto majoritário. Enfim, são selecionadas as respostas que tiveram o maior somatório de pesos dos trabalhadores responsáveis por respondê-las.

4.6 Obtenção da Taxa de Acerto, Desvio Padrão e Intervalo de Confiança

A taxa de acerto é obtida da seguinte maneira: Após a realização da replicação de tarefas, é feita uma verificação se as respostas providas pelos usuários estão corretas, quando comparadas ao arquivo de respostas das tarefas, o *Ground Truth*. Enfim, é realizado uma divisão da quantidade de respostas corretas obtidas após a verificação pelo número total de tarefas, obtendo assim, a taxa de acerto das tarefas.

Após a obtenção da taxa de acerto na aplicação, é calculado desvio padrão, para que possa ser possível mensurar uma margem de erro sobre a taxa de acerto descoberta anteriormente. Com o desvio padrão calculado, calcula-se o intervalo de confiança.

O intervalo de confiança se trata de dois valores: mínimo e máximo. São calculados a partir do desvio padrão do tamanho da amostra e da distribuição *t-student* para representar um limite de uma margem de erro aceitável para os resultados gerados após a aplicação das estratégias baseadas em voto majoritário. Os intervalos de confiança apresentados são para uma confiança estatística de 95%.

A Tabela 3 representa apenas um arquivo de saída de dados após a aplicação das estratégias baseadas em voto majoritário, considerando os níveis de replicação 1, 2 e 3. A tabela representa a taxa de acerto calculada por nível de replicação e a partir dela já efetua o cálculo do desvio padrão no caso das estratégias aleatórias.

Tabela 3. Representação da Taxa de Acerto e do Desvio Padrão por nível de replicação das tarefas, considerando as estratégias baseadas em voto majoritário

Voto Majoritário	Estratégia	Nível de Replicação	Taxa de Acerto	Desvio Padrão
Simple	Sequencial	1	0.783	0
Simple	Sequencial	2	0.783	0
Simple	Sequencial	3	0.846	0
Simple	Aleatória	1	0.7712	0.0095
Simple	Aleatória	2	0.7689	0.0111
Simple	Aleatória	3	0.8015	0.0076
Ponderado	Sequencial	1	0.783	0
Ponderado	Sequencial	2	0.839	0
Ponderado	Sequencial	3	0.856	0
Ponderado	Aleatória	1	0.7658	0.0121
Ponderado	Aleatória	2	0.8156	0.0082
Ponderado	Aleatória	3	0.8090	0.0073

5. Resultados

Nesta seção apresenta-se os resultados obtidos após a aplicação das estratégias baseadas em voto majoritário com os dados da aplicação, para assim verificar a eficácia e eficiência dessas estratégias em uma aplicação de computação por humanos. Primeiro, apresentamos os resultados obtidos após a aplicação do método de voto majoritário simples, com a estratégia sequencial e aleatória, e logo em seguida, com o voto majoritário ponderado, também com a estratégia sequencial e aleatória.

5.1 Voto Majoritário Simples

No método de voto majoritário simples, utilizando a estratégia sequencial, é possível afirmar que quanto maior o nível de replicação, maior tende ser a taxa de acerto das tarefas. Na Figura 4 podemos observar um crescimento da taxa de acerto em níveis de replicação maiores.

No método de voto majoritário simples, utilizando a estratégia aleatória, os resultados gerados também tendem a ser crescentes quanto maior o nível de replicação, mas já não conseguem atingir taxas de acerto tão altas quanto no caso da estratégia sequencial, pois pela replicação aleatória das tarefas, ocorrem oscilações maiores na taxa de acerto. Na Figura 4 compara-se a taxa de acerto obtida pela estratégia aleatória com a taxa de acerto obtida pela sequencial, podendo concluir que os resultados da taxa de acerto obtidos na estratégia aleatória são menores.

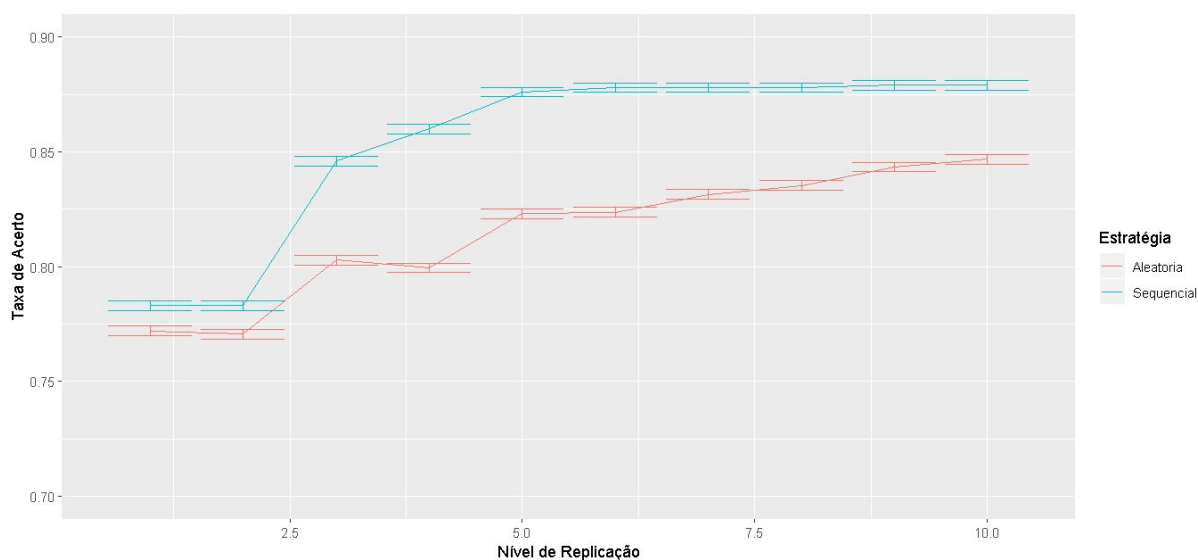


Figura 4. Taxa de acerto por nível de replicação considerando o voto majoritário simples.

5.2 Voto Majoritário Ponderado

No método de voto majoritário ponderado, ou por credibilidade, utilizando a estratégia sequencial, é possível observar que a taxa de acerto possui valores mais altos que no método de voto majoritário simples, mas eles não são necessariamente crescentes, podem variar. A estratégia mantém uma alta taxa de acerto, isso por que o método considera respostas que possuem uma maior credibilidade de acerto dos trabalhadores responsáveis por respondê-las. Na Figura 5 podemos observar que a taxa de acerto do maior nível de replicação supera as taxas referentes ao voto majoritário simples.

No método de voto majoritário ponderado, utilizando a estratégia aleatória, é possível observar uma discrepância nos valores obtidos ao realizar o cálculo da taxa de acerto, pois como a leitura dos registros se dá de forma aleatória, é possível que o peso do trabalhador tenha uma certa oscilação, mas também podem obter altas taxas de acerto. Na Figura 5, é possível observar a oscilação dos resultados quando se trata da estratégia aleatória baseada no voto majoritário ponderado.

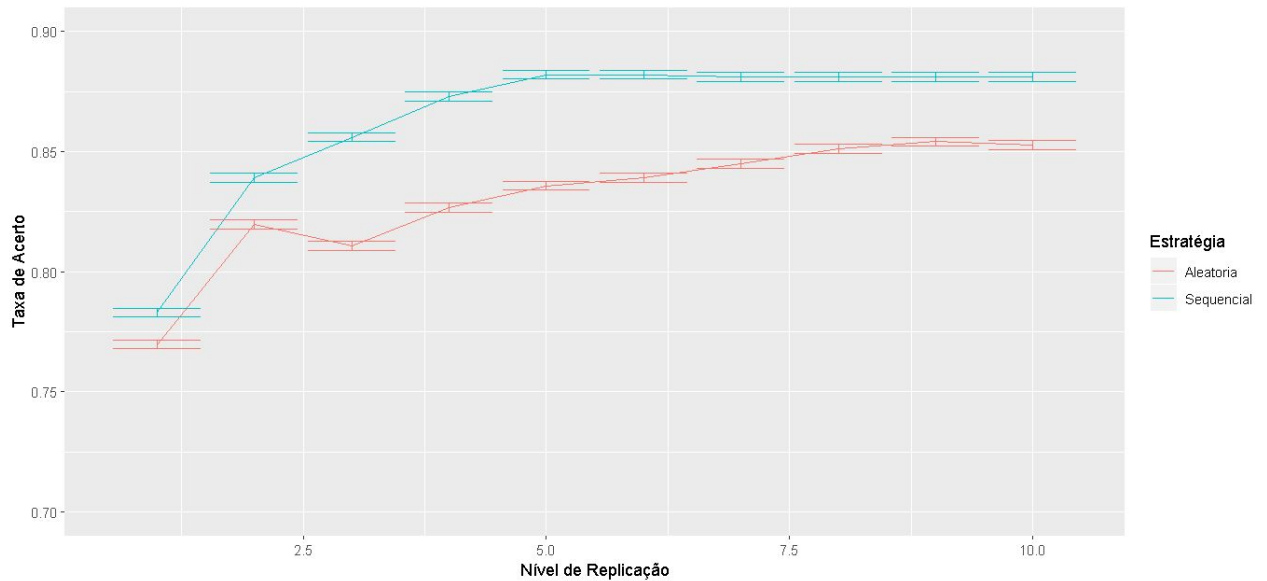


Figura 5. Taxa de acerto por nível de replicação considerando o voto majoritário ponderado.

6. Conclusão

Neste estudo foram abordadas as 4 estratégias baseadas em voto majoritário, sendo elas: sequencial por voto majoritário simples, aleatória por voto majoritário simples, sequencial por voto majoritário ponderado, aleatória por voto majoritário ponderado. Foram utilizados dados de aplicação de computação por humanos e abordagens como a replicação de tarefas e o voto majoritário, que foram de suma importância para o cálculo da taxa de acerto das tarefas e para geração de dados que comprovem a respectiva eficácia e eficiência das estratégias.

Nossos estudos mostram que as estratégias baseadas em voto majoritário podem gerar resultados diferentes, pois cada uma possui uma singularidade. No caso do voto majoritário simples, foi possível observar que as taxas de acerto foram menores, quando comparada com as taxas de acerto do voto majoritário ponderado, esses tiveram taxas de acerto maiores, ao considerar o peso dos trabalhadores responsáveis por responder as tarefas.

É possível notar que ao analisarmos as estratégias aleatórias, o nível de replicação não quer dizer sempre que teremos uma maior acurácia nas respostas como no caso das estratégias sequenciais, pois a execução dos dados das tarefas das aplicações de computação por humanos se dá de forma aleatória. Enfim, podendo-se concluir que no caso das estratégias aleatórias, o nível de replicação por si só não é um fator de relevância para a taxa de acerto das tarefas.

Por fim, podemos dizer que das 4 estratégias baseadas em voto majoritário, a estratégia que gerou uma maior acurácia das respostas das tarefas foi a estratégia sequencial por voto majoritário ponderado. Ao considerar o peso dos trabalhadores, junto a leitura sequencial dos dados das tarefas, a estratégia que obteve a maior taxa de acerto quando comparada às saídas das outras estratégias abordadas neste estudo.

Referências Bibliográficas

- A. J. Quinn and B. B. Bederson (2011) “Human computation: a survey and taxonomy of a growing field,” in ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). ACM, pp. 1403–1412.
- Almendra, V (2008). Um estudo de identificação de fraudadores em mercados eletrônicos através da computação humana; Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- A. Sheshadri and M. Lease, (2013) “Square: A benchmark for research on computing crowd consensus,” in Proc. First AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing. AAAI, pp. 156 – 164.
- Baba, Yukino. (2018) Statistical Quality Control for Human Computation and Crowdsourcing. In: IJCAI. p. 5667-5671.
- Cao, C., Tu, J., Liu, Z., Chen, L., & Jagadish, H. V. (2017). Tuning Crowdsourced Human Computation. In 2017 IEEE 33rd International Conference on Data Engineering (ICDE). IEEE. p. 1021-1032.
- Daniel, F., Kucherbaev, P., Cappiello, C., Benatallah, B., Allahbakhsh, M. (2018). Quality Control in Crowdsourcing: A survey of quality attributes, assessment techniques, and assurance actions. ACM Computing Surveys (CSUR), V. 51, n. 1, p. 7.
- L. Von Ahn, B. Maurer, C. McMillen, D. Abraham, and M. Blum, (2008) “recaptcha: Human-based character recognition via web security measures,” Science, vol. 321, no. 5895, pp. 1465–1468, 2008.
- Ipeirotis, P., Provost, F., Wang, J. (2010) “Quality management on amazon mechanical turk,” in Human Computation Workshop. ACM, pp. 64–67.
- Pinheiro, L. & Martins, L. (eds) (2013) Comunicação e Cultura: Cyberbullying and crowdsourcing: the case of the Boston Marathon . Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade, Universidade do Minho. ISBN 978-989-8600-19-6, p 26-35.
- Ponciano, L. (2015). Computação por Humanos na Perspectiva do Engajamento e Credibilidade de Seres Humanos e da Replicação de Tarefas; Tese do Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande.
- Ponciano, L., Brasileiro, F., Gadelha, G., Furtado, A. (2014). Adaptive Task Replication Strategy for Human Computation. In: Computer Networks and Distributed Systems (SBRC), 2014 Brazilian Symposium on. IEEE. p. 249-257.
- Ponciano, L., & Brasileiro, F. (2018). Agreement-based credibility assessment and task replication in human computation systems. Future Generation Computer Systems, 87, 159-170.
- McIlree, R. (2007) “How ‘Percent-Complete’ Is That Task Again” in The Project Management HUT.
- Savage, N. (2012) Gaining wisdom from crowds. Commun ACM 55(3):13

Sun, Yu-An., Dance, Christopher, R., Roy, Shourya. Little, Greg (2011). How to assure the quality of human computation tasks when majority voting fails. In: Workshop on computational social science and the wisdom of Crowds, NIPS. p.1-4.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. 59, n. 236, p. 433-460.

Von Ahn, Luis. (2008). Human Computation. In: Proceedings of the 2008 IEEE 24th International conference on Data Engineering, IEEE Computer Society. p.1-2