

Análise de Correlação entre Flutuações Cambiais Reais e Moeda Virtual de um MMORPG

Rubens Cividati

Instituto Nacional de Telecomunicações
rubenscividati@gec.inatel.br

Isabella Capistrano

Instituto de Química
Universidade Estadual de Campinas
prof.isbellacapistrano@gmail.com

Marcelo V. C. Aragão

Instituto Nacional de Telecomunicações
marcelovca90@inatel.br

Abstract—This work proposes the collection of data from the MMORPG World of Warcraft's virtual currency and real-world exchange rates variations in order to perform a correlation analysis, to identify similarities and differences between these contexts and to point out possible explanations for such relationships. The collection methodology, the adopted metrics and the results of the processing are detailed. Subsequently, each analysis scenario is presented and discussed and, finally, suggestions for future research are proposed.

Index Terms—Correlation analysis, foreign exchange, MMORPG, statistics, virtual economy, World of Warcraft.

Resumo—Este trabalho propõe a coleta de dados de uma moeda de economia virtual do MMORPG World of Warcraft e de variações das taxas de câmbio do mundo real com o propósito de realizar uma análise de correlação, identificando semelhanças e diferenças entre estes contextos e apontando possíveis explicações para tais relações. São detalhados a metodologia de coleta, as métricas adotadas e os resultados do processamento. Posteriormente, cada cenário de análise é apresentado e discutido e, por fim, são propostas sugestões para pesquisas futuros.

Palavras chave—Análise de correlação, câmbio, economia virtual, estatística, MMORPG, World of Warcraft.

I. INTRODUÇÃO

World of Warcraft (comumente referenciado como WoW) é um MMORPG (do inglês, *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game*)¹ lançado em 2004 pela Blizzard Entertainment. Em 2013, foi o MMORPG mais jogado do mundo, contando com mais de 100 milhões de contas [1].



Fig. 1. Exemplo de personagem e cenário do World of Warcraft [2]

¹Jogo de interpretação de personagens no qual há interação entre grandes quantidades de jogadores desempenhando papéis diversos – como atacante, defensor ou suporte, por exemplo – no contexto da aventura.

Esse jogo bastante rico – tanto culturalmente, com sua vasta e detalhada história de fundo, quanto academicamente, por apresentar um ambiente de interações entre jogadores similar a uma sociedade real – vem dando espaço para a realização de estudos sobre o comportamento humano, tal como feito por Oultram [3] sobre a primeira pandemia evidenciada dentro de um ambiente virtual, conhecida também como *Corrupted Blood incident* [3].

Há várias ferramentas *online* com a finalidade de melhorar a experiência do jogador. Elas são normalmente dispostas na forma de aplicativos móveis, aplicações *web* ou *websites*. Algumas dessas aplicações são famosas e bastante utilizadas pelos jogadores de World of Warcraft, tais como MurlocNews² (página de notícias sobre os jogos da Blizzard Entertainment), Classic Raider³ (mostra os equipamentos dos personagens), Wowhead⁴ (enciclopédia de itens, missões e guias escritos e comentados por jogadores), WoWWiki⁵ (descrição de histórias e fatos ocorridos no jogo), WoWpop⁶ (contagem e estatísticas sobre a quantidade de jogadores por servidor), The Undermine Journal⁷ (dados sobre todos os itens que já passaram pela Casa de Leilões), WoW Token Info⁸ e WoWTokenPrices⁹ (ambos mostram o preço da ficha de jogo – WoW Token).

Dentre as ferramentas mencionadas, destacam-se aquelas relacionadas à Casa de Leilão do jogo, um local onde os jogadores conseguem realizar transações – como a compra e venda de equipamentos e/ou recursos para aprimoramento de personagem – de forma simplificada. Tais leilões são realizados entre indivíduos, criando um movimentado sistema econômico no mundo virtual.

Segundo dados oficiais da Blizzard, “existem muitos vendedores e lojas por toda Azeroth¹⁰, mas a maior parte do comércio acontece entre jogadores em Casas de Leilão”. Em 2013 aconteceram 2,8 milhões de trocas diárias na Casa de Leilões, o que remete a duas vezes a quantidade de transações no eBay na *Cyber Monday*¹¹ em 2009 [5].

²Disponível em <http://www.murlocnews.com.br/>.

³Disponível em <https://classicroaider.com/>.

⁴Disponível em <https://www.wowhead.com/>.

⁵Disponível em <https://wowwiki.fandom.com/wiki/Portal:Main>.

⁶Disponível em <http://wowpop.appspot.com/>.

⁷Disponível em <https://theunderminejournal.com/>.

⁸Disponível em <https://wowtoken.info/>.

⁹Disponível em <https://wowtokenprices.com/>.

¹⁰Mundo virtual no qual se passam as aventuras em World of Warcraft.

¹¹Dia correspondente à segunda-feira após o Dia de Ação de Graças, no qual lojas oferecem promoções para impulsionar vendas.



Fig. 2. Exemplo da interface da Casa de Leilões do WoW [4]

Dentre todos os itens disponíveis para a compra e venda na Casa de Leilões, um se destaca: a Ficha de WoW (normalmente referenciada como WoW Token). Este item é o único que pode ser comprado com dinheiro real no valor total de US\$20.00 (vinte dólares americanos). Sua finalidade é:

- Renovar a mensalidade do jogo (o que normalmente é feito com um plano de inscrição mensal, trimestral ou semestral pago com dinheiro real);
- Ser comercializada por um valor em ouro, dinheiro virtual que circula no jogo;
- Ser trocada por US\$15.00 (quinze dólares americanos) de saldo na loja da Battle.net¹².

Como foi dito, a WoW Token pode ser comercializada por dinheiro real, tornando-se, portanto, o único item capaz de influenciar o preço do ouro de World of Warcraft. Segundo uma reportagem da CNN¹³, “o dinheiro virtual de World of Warcraft é 6,8 vezes mais valorizado do que a moeda da Venezuela, o bolívar venezuelano” [6].

O preço da WoW Token varia de acordo com cada região geográfica (por exemplo, seu preço na região das américas é mais barato se comparado à região europeia). As regiões existentes no jogo são: Américas, Europa, Coreia e China.

O objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de uma ferramenta para coletar e correlacionar dados dos contextos econômicos real (isto é, flutuações de taxas de câmbio de moedas do mundo real) e virtual (ou seja, variação do preço em ouro da WoW Token em diversas regiões do planeta), tirando proveito das aplicações e fontes de dados mencionadas no início desta seção.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção II são apresentados os trabalhos relacionados ao tema, que serviram de motivação e referência para o desenvolvimento deste. Na seção III a proposta é explicada detalhadamente, bem como a forma como o trabalho foi conduzido. Na sequência, a seção IV aponta quais tecnologias foram utilizadas e como foram aplicadas. Em seguida, a seção V descreve os resultados obtidos e algumas das possíveis justificativas para eles. Por fim, na seção VI são apresentadas as considerações finais e propostas para trabalhos futuros.

¹²Plataforma da Blizzard Entertainment que contempla diversos jogos além do World of Warcraft e permite a compra de títulos, serviços e produtos diversos. Disponível em <https://us.shop.battle.net/>.

¹³Canal de notícias através de televisão por assinatura estadunidense.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos relacionados à análise de dados, de aspectos econômicos e do comportamento humano em economias virtuais foram relevante à elaboração do presente artigo.

Em “*The ideal elf: Identity exploration in World of Warcraft*”, Bessière, Seay e Kiesler [7] constataram que uma parcela dos jogadores de World of Warcraft avaliados são mais propensos a criar personagens mais parecidos com uma versão idealizada deles próprios do que adotar uma representação mais condizente com a realidade.

Em “*Corporate ideology in World of Warcraft*”, Rettberg, Corneliusen e Rettberg [8] afirma que alguns jogadores abordam a casa de leilões de forma científica, conseguindo estimar preços de itens, aproveitar diferenças de fuso horário para realizar compras e vendas em condições mais favoráveis e, em última instância, manipular o mercado interno do jogo.

Em “*World of Warcraft: the viability of massively multi-player online role-playing games as platforms for modeling and evaluating perfect competition*”, Kosminsky [9] realizou uma mineração de dados da casa de leilão (tanto de servidores específicos quanto de maneira geral) e da população de jogadores, na procura de correlações e *insights* sobre a economia do jogo. O autor concluiu que “a economia virtual do World of Warcraft em muitos aspectos, comporta-se como um mercado do mundo real altamente competitivo e, de fato, se aproxima do ideal de concorrência perfeita”.

Em “*Explaining purchasing behavior within World of Warcraft*”, Guo e Barnes [10] propuseram um modelo teórico para entender os fatores que influenciam na compra de itens em mundos virtuais, como no de World of Warcraft. O estudo descobriu que “jogadores com alto status social e posição tendem claramente a investir na compra de itens virtuais avançados, gastando quantias consideráveis de dinheiro para manter suas posições de liderança”.

Por fim, um estudo na área de análise de dados, intitulado “*Previsão de Resultado Empresarial utilizando Inteligência Artificial*”, propôs a previsão de resultados aplicados nas áreas financeira e contábil utilizando inteligência artificial [11]. Este trabalho trouxe ideias relevantes para a continuação deste artigo, que serão apresentadas na seção VI.

III. PROPOSTA

O objetivo deste trabalho consiste, em primeiro lugar, na coleta de dados da WoW Token tendo como fonte de dados o *site WoWTokenPrices* [12] e coleta da flutuação das moedas Euro, Real brasileiro, Renminbi e o Won sul-coreano, todas estas com base no Dólar americano, utilizando como fonte de dados o *site exchangeratesapi* [13]. Em seguida, dá-se o desenvolvimento de uma ferramenta para analisar e apontar correlações entre o contexto econômico virtual, ou seja, variação do preço em ouro da WoW Token, e o preço real, flutuação da taxa de câmbio.

O trabalho foi dividido em duas partes. A primeira tem o foco na configuração de um servidor Linux para realizar a rotina da coleta de dados automaticamente com a frequência de vinte minutos, totalizando 72 coletas diárias; a segunda é voltada para o tratamento e análise dos dados coletados, aplicando as técnicas relevantes para correlacionar o contextos econômicos reais e virtual.

A. Coleta de Dados

Como já citado, existem vários *sites* que disponibilizam dados sobre a compra e venda de itens na Casa de Leilões como, por exemplo, o The Undermine Journal [14], pois conta com todo o acervo de itens do jogo. Como o objetivo deste trabalho é estudar a WoW Token, decidiu-se por utilizar o *site* WoWTokenPrices [12] justamente pela facilidade proporcionada para coleta dos dados referentes a este item em particular.

A coleta de dados foi feita de maneira autônoma por um servidor Linux, com o sistema operacional Ubuntu Server na sua versão 18.04.4 LTS (do inglês, *Long-Term Support*). Este sistema operacional foi escolhido por possuir suporte a longo prazo, ser gratuito, ser de simples utilização e de fácil configuração. O servidor foi apelidado de “Azerotserver”, uma breve homenagem ao mundo de World of Warcraft.

O servidor foi utilizado na plataforma Google Cloud¹⁴, pois ela disponibiliza uma quantidade de créditos gratuitos para serem consumidos em seus recursos no prazo de um ano. O Azerotserver foi configurado para coletar dados a partir de um *script* escrito em Python e armazenar os dados a cada vinte minutos, persistindo os dados no Google Drive¹⁵ (sistema de armazenamento em nuvem do Google).

A coleta de dados foi feita ininterruptamente durante o período de 01/07/19 até 31/12/19, correspondendo ao segundo semestre de 2019. Foram coletadas 72 amostras diárias, durante 180 dias consecutivos (ou seja, seis meses).

Os dados armazenados foram divididos em duas tabelas, uma dedicadas às cotações das moedas reais e outra para o preço do WoW Token nas quatro regiões do jogo.

B. Análise de Correlação

Com os dados coletados, foi possível aplicar algoritmos de análise de dados. Entretanto, uma etapa de pré-processamento (mais especificamente, normalização) foi realizada utilizando o método *MinMaxScaler*.

Normalização com *MinMaxScaler* é um dos mais utilizados algoritmos para normalização de dados, distribuindo suas magnitudes para um valor na faixa de 0 a 1. Este algoritmo funcionará melhor se a distribuição dos dados não for gaussiana ou o desvio padrão for muito pequeno. No entanto, ele é sensível a discrepâncias de dados, conhecidos como *outliers*. [15]

Com os dados normalizados, foram utilizados três medidas de correlação, sendo elas:

- Coeficiente de correlação de Pearson;
- Coeficiente de correlação de postos de Kendall;
- Coeficiente de correlação de postos de Spearman.

Todas essas três medidas fornecem um índice que varia de -1 a $+1$, no qual 0 indica nenhuma correlação entre dois conjuntos de dados em questão. Índices de correlação -1 ou $+1$ implicam em uma exata correlação linear. Correlações positivas indicam que ambos valores estão diretamente ligados, como por exemplo, quando x aumenta; y também aumenta. Em contrapartida, um índice negativo de correlação indica

que ambos os valores estão inversamente ligados, como por exemplo, quando x aumenta; y diminui.

Todavia, como valores modulares extremos (0 ou 1) dificilmente são encontrados na prática, é importante discutir como interpretar a magnitude dos coeficientes. Para Cohen [16], valores entre $0,10$ e $0,29$ podem ser considerados pequenos; valores entre $0,30$ e $0,49$ podem ser considerados como médios; e valores entre $0,50$ e 1 podem ser interpretados como grandes. Dancey e Reidy [17] apontam para uma classificação ligeiramente diferente: $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,6$ (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte). Seja como for, o certo é que quanto mais perto de 1 (independente do sinal) maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. No outro oposto, quanto mais próximo de 0 , menor é a força dessa relação.

b.1) Coeficiente de correlação de Pearson

Também chamado de “coeficiente de correlação produto-momento” ou simplesmente de “ ρ de Pearson”, é usado quando as duas variáveis em estudo são normalmente distribuídas, ou seja, para cada valor de x existe um valor de y . Esse coeficiente é afetado por valores extremos, que podem exagerar ou diminuir a força do relacionamento e, portanto, é inadequado quando uma ou ambas as variáveis não são normalmente distribuídas. [18] Para uma correlação entre x e y , o coeficiente de correlação de Pearson da amostra é dado pela Equação (1):

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Na equação, x_i e y_i é o valor de x e y para a posição i nos respectivos conjuntos de dados.

b.2) Coeficiente de correlação de postos de Spearman

Esta medida, frequentemente chamada de “ ρ de Spearman” ou simplesmente “ r_s ”, é apropriada quando as variáveis apresentam quantidades iguais [19]. Para calcularmos uma correlação entre os valores de x e y , antes deve-se ordenar de forma crescente ambos os valores, ranqueando do menor para o maior. O novo conjunto de dados para x é indicado como u , e o conjunto de dados para y é indicado como v . A fórmula para calcular o coeficiente de correlação de Spearman é dada na Equação (2):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2}{n^3 - n} \quad (2)$$

Na equação, n é a quantidade de pares de x e y .

b.3) Coeficiente de correlação de postos de Kendall

Esta medida, comumente chamada de coeficiente tau de Kendall ou simplesmente denotada por τ , é utilizada para medir a força de relação entre duas variáveis, x e y [19]. Pode ser calculada pela Equação (3):

$$\tau = \frac{\sum_{i < j} \text{sign}(x_j - x_i) \text{sign}(y_j - y_i)}{(n^2 - n)/2} \quad (3)$$

Na equação, n é a quantidade de pares de x e y e $\text{sign}(x_j - x_i)$ é $+1$ se $x_j > x_i$, e -1 se $x_j < x_i$.

¹⁴Disponível em <https://cloud.google.com/>.

¹⁵Disponível em <https://drive.google.com/>.

No contexto do experimento, cada moeda real foi emparelhada com sua respectiva região, ou seja:

- Real brasileiro com a região americana;
- Euro com a região europeia;
- Renminbi com a região da China;
- Won sul-coreano com a região da Coreia.

A representação gráfica de tais séries de dados emparelhadas, bem como os respectivos coeficientes de correlação e discussões de resultados são apresentados na seção V.

Na seção a seguir, são apresentadas todas as tecnologias relevantes para a realização deste trabalho.

IV. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Para que o trabalho fosse realizado de forma consistente, várias tecnologias foram utilizadas em conjunto para atingir o objetivo proposto. As ferramentas utilizadas no desenvolvimento são listadas nas subseções a seguir.

A. SQLite

O SQLite¹⁶ é uma biblioteca em linguagem C que implementa um mecanismo de banco de dados SQL (do inglês, *Structured Query Language*). Ela foi escolhido por ser portátil, compacta, fácil de se usar, eficiente, rápida, independente, confiável e completa [20].

B. Python

Python¹⁷ é uma linguagem de programação interpretada de alto nível, multiparadigma, com semântica dinâmica, podendo atuar de forma orientada a objetos possuindo uma grande comunidade de desenvolvedores, tendo sua licença livre [21]. A linguagem possui diversos pacotes auxiliares que facilitam a prototipação e desenvolvimento do projeto. A seguir, uma relação dos pacotes utilizados:

- Matplotlib¹⁸: uma biblioteca abrangente para criar visualizações estáticas, animadas e interativas [22].
- Numpy¹⁹: utilizado para a manipulação de dados científicos. Ele contém, por exemplo, um módulo para manipulação de vetores multidimensionais e sofisticadas funções de álgebra linear [23] [24].
- Pandas²⁰: fornece estruturas de dados rápidas, flexíveis e expressivas, desenvolvidas para trabalhar com dados relacionais ou etiquetados de forma fácil e intuitiva. Seu objetivo é ser uma interface fundamental de alto nível para realizar testes práticos e análises de dados reais [25].
- SciPy²¹: fornece várias rotinas numéricas fáceis de usar e eficientes, como por exemplo, rotinas para integração numérica, interpolação, otimização, álgebra linear e estatística [26].
- Statsmodels²²: disponibiliza classes e funções para as estimativas de diversos modelos estatísticos [27].

¹⁶Disponível em <https://www.sqlite.org/>.

¹⁷Disponível em <https://www.python.org/>.

¹⁸Disponível em <https://matplotlib.org/>.

¹⁹Disponível em <https://numpy.org/>.

²⁰Disponível em <https://pandas.pydata.org/>.

²¹Disponível em <https://www.scipy.org/>.

²²Disponível em <https://www.statsmodels.org/>.

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados das coletas e medições de correlação realizadas.

A tabela I mostra as três medidas de correlação calculadas para todos os cenários experimentais. Estes valores serão úteis no acompanhamento das análises feitas na sequência.

TABELA I
CORRELAÇÃO ENTRE WoW TOKEN E MOEDAS REAIS (POR REGIÃO)

Região	Moeda	Pearson	Kendall	Spearman
Américas	Real brasileiro	0,81	0,47	0,65
Europa	Euro	0,55	0,28	0,46
China	Renminbi	0,74	0,36	0,56
Coreia	Won sul-coreano	-0,10	-0,05	-0,09

A seguir, são exibidos os valores mínimos e máximos assumidos pela WoW Token (em ouro – vide tabela II) e pelas moedas reais (tomando como referência o dólar americano – vide tabela III). Tais informações fornecem uma noção de magnitude mais fiel às variações ocorridas, permitindo que os valores normalizados possam ser interpretados corretamente.

TABELA II
VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS DA WoW TOKEN (EM OURO)

Região	Valor mínimo	Valor máximo
Américas	124.886	217.216
Europa	168.887	300.741
China	194.593	336.611
Coreia	236.742	379.322

TABELA III
VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS MOEDAS REAIS

Moeda	Valor mínimo	Valor máximo
Real brasileiro	3,73	4,26
Euro	0,88	0,92
Renminbi	6,84	7,18
Won sul-coreano	1153,89	1223,67

No restante desta seção, são apresentados os gráficos das Figuras 3, 4, 5 e 6, que ilustram os valores normalizados da WoW Token e das moedas reais para cada região. As correlações (ou ausência delas) são apontadas em cada caso, bem como possíveis justificativas para tais ocorrências.

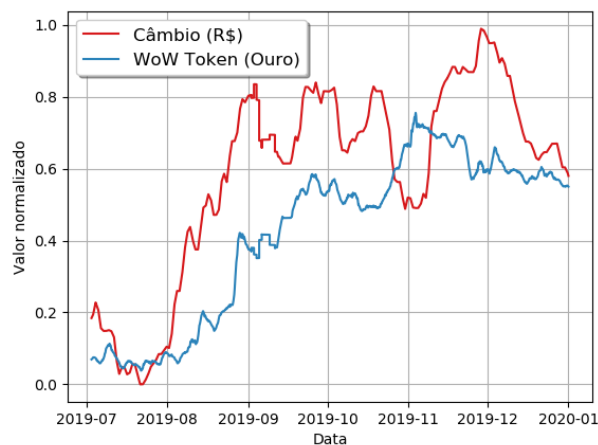


Fig. 3. Variação da WoW Token (ouro) e do Real brasileiro (Américas)

Observando o comportamento do gráfico sobre flutuação da WoW Token com o Real brasileiro, representado na Figura 3, é possível deduzir que quando a economia real cresce, o preço da WoW Token o acompanha. Esse fato se aplica para o intervalo de meses de julho até meados de outubro. Contudo, no final de outubro até a metade do mês de novembro, pode-se observar uma correlação inversa, ou seja, o Câmbio em R\$ diminui e o preço da WoW Token sobe.

Eventos ocorridos no Brasil em novembro que podem ter influenciado o Real brasileiro incluem a decepção com o mega leilão de petróleo [28] e a soltura do ex presidente Lula [29].

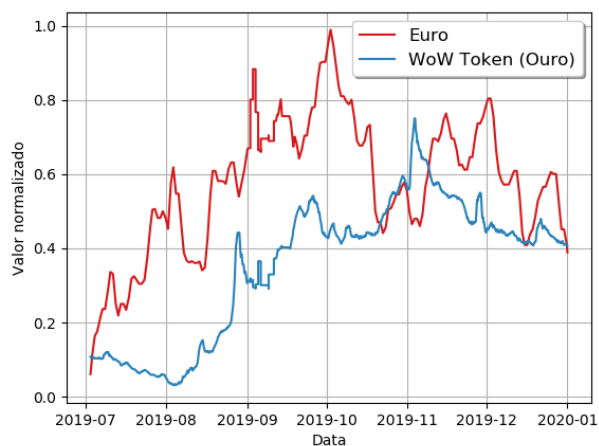


Fig. 4. Variação da WoW Token (ouro) e do Euro (Europa)

No gráfico referente aos dados do Euro e da região da Europa é possível perceber que, de um modo geral, de julho até a metade de outubro, há uma correlação crescente entre a moeda real e a moeda virtual. Logo em seguida, do final de outubro até metade de novembro, percebe-se uma correlação negativa: o valor do Euro cai e o preço da WoW Token aumenta.

Alguns eventos ocorridos na Europa durante o mês de agosto que podem ter influenciado no valor do Euro incluem as discussões sobre o Brexit e a suspensão do parlamento britânico por 5 semanas [30] e a renúncia do premiê da Itália e mais uma mudança no governo romano [31].

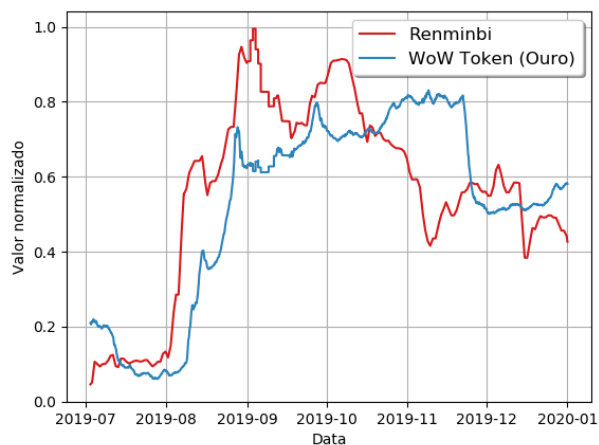


Fig. 5. Variação da WoW Token (ouro) e do Renminbi (China)

A curva vista no gráfico da variação da WoW Token na região da China com o Renminbi, representado pela Figura 5, possui um alto índice de correlação. No primeiro trimestre de dados, observa-se que a moeda virtual se comporta como se fosse uma sombra da moeda real, tendo suas variações bem similares ao Renminbi. A partir da metade do mês de outubro, até o final de novembro, percebe-se uma correlação inversa.

Eventos representativos da variação da moeda chinesa no mês de novembro incluem a recuperação da atividade fabril da China em novembro [32] e a guerra comercial com os Estados Unidos e queda nas exportações [33].

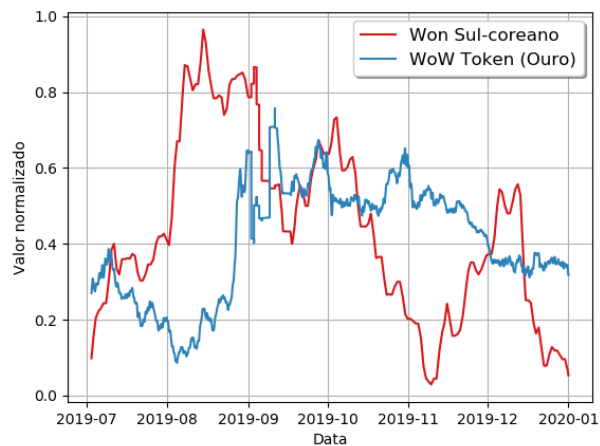


Fig. 6. Variação da WoW Token (ouro) e Won sul-coreano (Coreia)

Na Figura 6, que retrata a oscilação do Won sul-coreano com o preço da WoW Token na região da Coreia, é exibido um comportamento diferente dos demais gráficos. A primeira característica notável é que os valores da moeda virtual variam muito mais em relação as anteriores apresentadas. A segunda é que a magnitude do déficit encontrado no mês de novembro é bem grande. A terceira é que os índices de correlação, além de serem bem próximos de zero, apresentam valores negativos.

É importante ressaltar que, durante o mês de novembro, aconteceu a conferência anual da Blizzard, a BlizzCon (vide Figura 7). Nela foi anunciada um novo pacote de expansão para o jogo, denominado “Shadowlands” [34]. Esse fato pode ter aumentado o número de jogadores ativos no jogo, consequentemente valorizando o preço da moeda virtual (o que pode ser observado em todos os gráficos).



Fig. 7. Imagem promocional da BlizzCon 2019 [35]

VI. CONCLUSÃO

Diversos trabalhos propuseram o estudo de economias virtuais, presentes em jogos *online*, com o intuito de identificar diferenças e semelhanças e estabelecer correlações significativas com economias reais.

Este artigo propõe a coleta de dados sobre a variação do preço ficha do jogo World of Warcraft (WoW Token) em quatro regiões do mundo e de taxas de câmbio de moedas reais. Para tal, foi desenvolvida uma ferramenta em Python que, após seis meses de execução, produziu uma base de dados abrangente.

Utilizando medidas estatísticas – mais especificamente, coeficientes de correlação de Pearson, de postos de Spearman e de postos de Kendall – para avaliar numericamente a relação entre a moeda virtual e as moedas reais, observa-se que tal correlação pode ser considerada forte em alguns casos, da ordem de até 0,81. Em um caso específico, ao analisar o Won sul-coreano, percebeu-se uma relação negativa e de magnitude próxima a zero. Também foram levantadas hipóteses sobre eventos que podem ter influenciado na variação dos valores.

Como sugestões para trabalhos futuros, são propostos os seguintes pontos:

- Utilização de uma série temporal maior, para a obtenção de resultados ainda mais significativos;
- Levar em conta, além do preço da WoW Token e das taxas de câmbio das moedas reais, a cotação das ações da Blizzard Entertainment – isto é, a variação do ativo ATVI.
- Realização de análise de regressão, utilizando modelos estatísticos como o ARIMA (do inglês, *AutoRegressive Integrated Moving Average*) [36] ou baseados em aprendizado de máquina, como LSTM (do inglês, *Long Short-term Memory*) [37], com o intuito de “prever” (estimar) valores das séries temporais;
- Desenvolvimento de uma plataforma para exibição dos *insights* obtidos com a análise de regressão aos jogadores, fornecendo, por exemplo, dicas de quando um item em particular deve ser comprado e/ou vendido para maximização de lucro e/ou minimização de prejuízo.

REFERÊNCIAS

- [1] Blizzard Entertainment. *World of Warcraft - 1º Infográfico Oficial - Blizzard Entertainment*. Dez. de 2013. URL: <http://media.wow-europe.com/infographic/pt-br/world-of-warcraft-infographic.html>.
- [2] GaúchaZH. *Versão do game World of Warcraft dos anos 2000 é lançada por desenvolvedora*. 2019. URL: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/noticia/2019/08/versao-do-game-world-of-warcraft-dos-anos-2000-e-lancada-por-desenvolvedora-cjzsoi18006au01qmeee7r24w.html>.
- [3] Stuart Oultram. “Virtual plagues and real-world pandemics: Reflecting on the potential for online computer role-playing games to inform real world epidemic research”. Em: *Medical Humanities* 39.2 (2013), pp. 115–118. ISSN: 1468215X. DOI: 10.1136/medhum-2012-010299.
- [4] WoW Farming. *Taking Over the Auction House*. 2011. URL: <http://tomswowfarming.blogspot.com/2011/03/taking-over-auction-house.html>.
- [5] Blizzard Entertainment. *Ficha de WoW - World of Warcraft — Loja Blizzard*. 2020. URL: <https://us.shop.battle.net/pt-br/product/world-of-warcraft-token>.
- [6] Andrea Diaz. ‘World of Warcraft’s’ virtual gold is seven times more valuable than Venezuela’s real money. Mai. de 2018. URL: <https://edition.cnn.com/2018/05/08/world/world-of-warcraft-token-worth-more-than-venezuelas-currency-trnd/index.html>.
- [7] Katherine Bessière, A. Fleming Seay e Sara Kiesler. “The ideal elf: Identity exploration in world of warcraft”. Em: *Cyberpsychology and Behavior* 10.4 (2007), pp. 530–535. ISSN: 10949313. DOI: 10.1089/cpb.2007.9994.
- [8] Scott Rettberg, H G Corneliussen e J W Rettberg. “Corporate ideology in World of Warcraft”. Em: *Digital culture, play, and identity: A World of Warcraft reader* (2008), pp. 19–38.
- [9] Eli Kosminsky. “World of Warcraft: the viability of massively multiplayer online role-playing games as platforms for modeling and evaluating perfect competition”. Em: *Journal For Virtual Worlds Research* 2.4 (2009).
- [10] Y U E Guo e Stuart J Barnes. “Explaining purchasing behavior within World of Warcraft”. Em: *Journal of Computer Information Systems* 52.3 (2012), pp. 18–30.
- [11] Lucas Lopes e Filipe Campos. “Previsão de Resultado Empresarial utilizando Inteligência Artificial”. Instituto Nacional de Telecomunicações, 2019.
- [12] WhoisGuard Protected. *WoWTokenPrices*. 2020. URL: <https://wowtokenprices.com/>.
- [13] Madis Väin. *Exchange Rates API*. 2019. URL: <https://github.com/exchangeratesapi/exchangeratesapi>.
- [14] G. Dombroski. *The Undermine Journal*. 2020. URL: <https://theunderminejournal.com/>.
- [15] Hale, Jeff. *Scale, Standardize, or Normalize with Scikit-Learn*. 2019. URL: <https://towardsdatascience.com/scale-standardize-or-normalize-with-scikit-learn-6ccc7d176a02>.
- [16] Jacob Cohen. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic press, 2013. DOI: 10.4324/9780203771587.
- [17] Christine P. Dancy e John Reidy. *Statistics without maths for psychology*. Pearson Education, 2011, p. 648. ISBN: 9780273726029. URL: <http://books.google.com/books?hl=en%7B%5C%7Dlr=%7B%5C%7Ddid=QjfQ0%7B%5C%7DDdyNQ%7B%5C%7Ddoi=fnf%7B%5C%7Dpg=PR16%7B%5C%7Ddq=Statistics+Without+Maths+for+Psychology%7B%5C%7Ddots=5PBfHf-mB-%7B%5C%7Dsig=XUC1%7B%5C%7Dn214AVh3o%7B%5C%7DqgCh7wE8FmuY>.
- [18] Mavuto M Mukaka. “A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research”. Em: *Malawi medical journal* 24.3 (2012), pp. 69–71.
- [19] Stephen Kokoska e Daniel Zwillinger. *CRC Standard Probability and Statistics Tables and Formulae, Student Edition*. CRC Press, 2000. DOI: 10.1201/b16923.

- [20] Michael Owens. *The definitive guide to SQLite*. Apress, 2010, pp. 1–440. ISBN: 1590596730. DOI: 10.1007/978-1-4302-0172-4.
- [21] Guido Van Rossum et al. “Python Programming Language.” Em: *USENIX annual technical conference*. Vol. 41. 2007, p. 36.
- [22] J D Hunter. “Matplotlib: A 2D graphics environment”. Em: *Computing in Science & Engineering* 9.3 (2007), pp. 90–95. DOI: 10.1109/MCSE.2007.55.
- [23] Travis E Oliphant. *A guide to NumPy*. Vol. 1. Trelgol Publishing USA, 2006.
- [24] Stéfan van der Walt, S Chris Colbert e Gael Varoquaux. “The NumPy array: a structure for efficient numerical computation”. Em: *Computing in Science & Engineering* 13.2 (2011), pp. 22–30.
- [25] Wes McKinney. “Data Structures for Statistical Computing in Python”. Em: *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*. Ed. por Stéfan van der Walt e Jarrod Millman. 2010, pp. 51–56.
- [26] Pauli Virtanen et al. “SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python”. Em: *Nature Methods* 17 (2020), pp. 261–272. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>.
- [27] Skipper Seabold e Josef Perktold. “statsmodels: Econometric and statistical modeling with python”. Em: *9th Python in Science Conference*. 2010.
- [28] Filipe Andretta. *Sem concorrência, com domínio da Petrobras, leilão arrecada 2/3 do previsto*. 2019. URL: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/11/06/leilao-pre-sal-cessao-onerosa-petrobras.htm>.
- [29] Felipe Amorim e Bernardo Barbosa. *Por 6 votos a 5, STF veta prisão em 2a instância; Lula pode ser solto*. 2019. URL: <https://noticias.uol.com.br/politica/ultimas-noticias/2019/11/07/stf-veta-prisao-em-2-instancia-lula-pode-ser-solto.htm>.
- [30] Thiago Melo. *Brexit: Parlamento britânico suspenso por cinco semanas*. 2019. URL: <https://www.dw.com/pt-002/brexit-parlamento-britanico-suspenso-por-cinco-semanas/av-50216552>.
- [31] Lucas Ferraz. *Premiê da Itália renuncia, culpa Salvini e afunda país em incerteza*. 2019. URL: <https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2019/08/premie-da-italia-renuncia-e-crise-segue-sem-solucao.shtml>.
- [32] Yawen Chen e Se Young Lee. *Atividade fabril da China volta a crescer em novembro*. 2019. URL: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2019/11/30/atividade-fabril-da-china-retorna-inesperadamente-ao-crescimento-em-novembro.htm>.
- [33] RFI. *Exportações chinesas registram queda em novembro em plena guerra comercial com EUA*. 2019. URL: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/12/08/exportacoes-chinesas-registram-queda-em-novembro-em-plena-guerra-comercial-com-eua.ghtml>.
- [34] Blizzard Entertainment. *A nova expansão, World of Warcraft®: Shadowlands, foi anunciada!* 2019. URL: <https://blizzard.com/pt-br/news/23187289/a-nova-expansao-world-of-warcraft-shadowlands-foi-anunciada>.

nova - expansao - world - of - warcraft - shadowlands - foi - anunciada.

- [35] Blizzard Entertainment. *BlizzCon 2019*. 2019. URL: <https://blizzcon.com/>.

- [36] Chris Chatfield. *Time-Series Forecasting*. Chapman e Hall/CRC Press, 2000, p. 280. ISBN: 1584880635.

- [37] Sepp Hochreiter e Jürgen Schmidhuber. “Long short-term memory”. Em: *Neural computation* 9.8 (1997), pp. 1735–1780.

VII. AUTORES

Rubens Cividati é técnico em Informática pelo Instituto Federal do Sul de Minas Gerais Campus Inconfidentes. Graduando em Engenharia de Computação pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel). Possui interesse nas áreas de análise de dados e desenvolvimento de jogos.



Isabella Capistrano é Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas pela Unicamp, especialista em Ensino de Ciências pela UTFPR. Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Unicamp e Pós Graduanda em Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas ao Ensino de Ciências pelo IFSP Campinas. Idealizadora do instagram @ficadicaprof. Possui interesse na área de Tecnologia Educacional e Metodologias Ativas na Educação.



Marcelo Vinícius Cysneiros Aragão é graduado em Engenharia de Computação pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) em 2014 e Mestre em Ciência e Tecnologia da Computação pela Universidade Federal de Itajubá em 2018. Trabalhou de 2011 a 2018 no Inatel Competence Center, mais recentemente como Especialista em Sistemas, onde atuou principalmente como desenvolvedor de



soluções de Business Support Systems (BSS) em ambiente de integração contínua. É professor de disciplinas da graduação, como Engenharia de Software e Redes Neurais, e coordenador do curso de pós-graduação em Desenvolvimento de Aplicações para Dispositivos Móveis e Cloud Computing. Possui interesse nas áreas de análise de algoritmos, desenvolvimento de *software*, inteligência artificial, aprendizado de máquina e ciência de dados.