

Os Principais Benefícios da Implementação de Protocolos de Empréstimos em Finanças Descentralizadas (DeFi)

Pedro Renato Mello^{1,3}, Luan Martins², Daniel Sadoc Menasché¹

¹ Instituto de Computação – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

²Parfin – Parity Financial Ltd., London, U.K.

³goAssets, São Paulo, Brasil

Abstract. *DeFi (Decentralized Finance) lending protocols offer alternatives to traditional credit by removing intermediaries and enabling leverage through smart contracts. This paper outlines the specific characteristics of these protocols and investigates the behavior of leveraged positions using Monte Carlo simulations based on Geometric Brownian Motion. We analyze the impact of asset volatility, leverage level (LTV), and liquidation risk, identifying an optimal leverage point that balances return and risk exposure.*

Resumo. *Protocolos de empréstimos em DeFi (Finanças Descentralizadas) oferecem alternativas ao crédito tradicional, eliminando intermediários e permitindo alavancagem via contratos inteligentes. Este artigo expõe as particularidades destes protocolos e investiga o comportamento de posições alavancadas nesses protocolos por meio de simulações de Monte Carlo com Movimento Browniano Geométrico. Analisamos o impacto da volatilidade, do nível de alavancagem (LTV) e dos riscos de liquidação, identificando um ponto ideal de alavancagem que equilibra retorno e exposição ao risco.*

1. Introdução

Protocolos de empréstimos em Finanças Descentralizadas (DeFi) operam de forma autônoma por meio de contratos inteligentes, concedendo crédito com garantias em criptoativos e sem a necessidade de intermediários tradicionais. Este artigo descreve as principais particularidades desses sistemas — como supercolateralização, ausência de análise de crédito e liquidações automáticas — e analisa o uso da alavancagem como estratégia recorrente nesse ambiente. Por meio de simulações de Monte Carlo com Movimento Browniano Geométrico, avaliamos o impacto da volatilidade dos ativos e dos níveis de alavancagem (*Loan-to-Value*, ou LTV) sobre o risco de liquidação, identificando um ponto de equilíbrio entre retorno e exposição ao risco.

Esse enfoque é relevante diante do crescimento expressivo da DeFi no setor financeiro, que amplia o acesso global ao crédito e promove novos modelos de operação financeira. No entanto, os mesmos fatores que tornam esses protocolos inovadores também introduzem vulnerabilidades importantes, exigindo uma compreensão mais aprofundada de seus mecanismos. Assim, este trabalho propõe uma análise conceitual e prática desses sistemas, com ênfase na alavancagem.

1.1. Objetivo

Este estudo tem como objetivo explorar as especificidades dos protocolos de empréstimos em *DeFi*, destacando suas diferenças em relação ao sistema financeiro tradicional e os novos riscos e oportunidades que introduzem. Além da caracterização conceitual, o artigo investiga de forma prática o uso da alavancagem como estratégia comum nesses protocolos, utilizando simulações para analisar seu desempenho em cenários voláteis. Para atingir esse objetivo, os seguintes aspectos serão abordados:

- Conceituar o funcionamento dos protocolos de empréstimos em *DeFi*, abordando sua estrutura, principais características e diferenças em relação ao sistema financeiro tradicional;
- Apresentar os principais casos de uso e benefícios desses protocolos, considerando aspectos como acessibilidade ao crédito e novas formas de empréstimos únicas deste tipo de tecnologia;
- Avaliar um de seus casos de uso com base em exemplos práticos.

1.2. Metodologia

Adotamos uma abordagem exploratória com foco na análise quantitativa de posições alavancadas em protocolos de empréstimos *DeFi*. Utilizamos simulações de Monte Carlo com Movimento Browniano Geométrico para modelar a dinâmica de preços dos ativos e avaliar o impacto de diferentes níveis de alavancagem (*Loan-to-Value*) sobre o risco de liquidação. Os detalhes da simulação e dos parâmetros utilizados são apresentados na Seção 3.2.1.

1.3. Literaturas anteriores

Diversos estudos já abordaram aspectos críticos dos protocolos de empréstimos descentralizados. Entre eles, destacam-se análises sobre a atomicidade das transações e os riscos introduzidos por *Flash Loans* [Qin et al. 2021], o uso de métricas alternativas como *social scores* para ampliar o acesso ao crédito [Hartmann and Hasan 2023], e a eficiência dos mecanismos de liquidação, que tendem a favorecer liquidadores em detrimento dos tomadores [Qin et al. 2008]. Essas contribuições ajudam a contextualizar os desafios enfrentados por sistemas de crédito em *DeFi*, servindo como base para a abordagem conceitual e empírica desenvolvida neste trabalho.

2. Empréstimos

O empréstimo é uma atividade tão primária quanto as permutas e o escambo. Na Grécia Antiga o empréstimo tinha um papel importante. Pequenos camponeses chamados de *hectemoros*, buscavam ricos proprietários de terras para obter sementes e alimentos. Qual seria a forma de pagamento? Uma parte da futura colheita.

Com o advento dos sistemas bancários os empréstimos também se desenvolveram passando a ser mais formalizados em contratos. Hoje temos uma estrutura básica bem estabelecida de um empréstimo tradicional, vamos utilizá-la para entender a nova estrutura de empréstimos na blockchain.

2.1. Comparação Entre Empréstimo Tradicional e *DeFi*

A tabela a seguir destaca as principais diferenças entre um empréstimo tradicional e um empréstimo em *DeFi*, considerando aspectos como credor, devedor, garantia e juros.

Tabela 1. Comparação entre empréstimo tradicional e *DeFi*

Aspecto	Empréstimo Tradicional	Empréstimo <i>DeFi</i>
Credor	Banco	Usuários que enviam dinheiro para o protocolo
Devedor	Comprador do imóvel	Usuário que pega criptoativos emprestado deixando outro ativo como garantia
Garantia	Imóvel financiado	Criptoativos bloqueados
Empréstimo	Valor fornecido pelo banco	Valor liberado via smart contract
Juros	Taxa fixa ou variável definida pelo banco	Taxa dinâmica baseada na oferta e demanda

3. Protocolos *DeFi*

Os protocolos *DeFi* são aplicações financeiras construídas sobre *blockchains* públicas, permitindo que usuários realizem operações como empréstimos, trocas de ativos e geração de rendimento sem depender de intermediários tradicionais, como bancos e corretoras. Essas plataformas utilizam contratos inteligentes para automatizar processos financeiros, garantindo transparência, segurança e acessibilidade global.

Diferente das finanças tradicionais, onde as transações dependem da confiança em instituições centralizadas, os protocolos *DeFi* operam de forma *permissionless* (sem permissão), permitindo que qualquer pessoa com acesso à internet interaja diretamente com eles, desde que possua os ativos necessários. Esse modelo descentralizado elimina barreiras geográficas e burocráticas, tornando o acesso ao crédito mais eficiente e acessível globalmente.

3.1. Protocolos de Empréstimo

Como apresentado na Tabela 1, os empréstimos em *DeFi* possuem características próprias, com vantagens e desvantagens distintas em relação aos modelos tradicionais. A seguir, exploramos os principais aspectos desses protocolos para um melhor entendimento utilizando como base um dos principais protocolos de empréstimo atuais, o Aave [Aave 2025].

Necessidade de Colateral. Uma das características mais marcantes dos protocolos de empréstimo *DeFi* é a exigência de um colateral superior ao valor pretendido no empréstimo. Em geral, esses protocolos operam com uma razão *Loan-to-Value* (*LTV*, valor de empréstimo) média de 80%. Isso significa que, se Bob depositar o equivalente a 100 dólares em Ethereum como garantia, ele poderá tomar emprestado até 80 dólares de outra criptomoeda.

À primeira vista, essa exigência pode parecer contraditória, já que a necessidade de um colateral superior ao valor emprestado pode parecer que invalida o propósito do empréstimo. No entanto, veremos adiante cenários nos quais esse modelo faz sentido e é

amplamente utilizado.

Ausência de Data de Pagamento. Nos empréstimos tradicionais, há prazos fixos para o pagamento da dívida, e o não cumprimento desses prazos pode acarretar multas e juros elevados. Já nos protocolos *DeFi*, essa obrigatoriedade não existe. Bob pode manter os 80 dólares que pegou emprestado pelo tempo que desejar e realizar o pagamento de forma integral ou parcelada.

A única consequência da demora no pagamento é o custo crescente para recuperar o colateral. Quanto maior o tempo decorrido, mais taxas e juros podem incidir, tornando o resgate dos 100 dólares em Ethereum progressivamente mais caro.

Limite de Liquidação. Mas o que acontece se Bob nunca pagar sua dívida? Ou se, após o empréstimo, o valor do Ethereum que ele deixou como garantia despencar? Para proteger tanto os credores quanto o protocolo, existe um mecanismo de segurança chamado Limite de Liquidação (*Liquidation Threshold*).

Esse limite, geralmente fixado em 85%, funciona da seguinte maneira: os 100 dólares em Ethereum garantem um empréstimo de 80 dólares, correspondendo a um *LTV* de 80%. Se o valor do colateral cair a ponto de representar mais de 85% do valor do empréstimo, o Ethereum de Bob é listado para liquidação. Isso significa que seus ativos são vendidos automaticamente (ou colocados a venda) por um preço 5% abaixo do mercado para incentivar compradores a adquirirem esse colateral. O valor arrecadado com a venda é então utilizado para cobrir o empréstimo, garantindo que os credores recebam seus fundos de volta com o rendimento esperado.

3.2. Casos de Uso

Uma das principais aplicações dos protocolos de empréstimo *DeFi* é a alavancagem, permitindo que investidores aumentem sua exposição a um ativo sem capital adicional. Por exemplo, um usuário otimista em relação ao ETH pode depositá-lo como colateral e tomar um empréstimo em USDC. Em seguida, compra mais ETH, ampliando sua posição. Se o preço subir, o retorno será maior, mas se cair, há risco de liquidação do colateral e perdas significativas.

3.2.1. Simulando cenários de alavancagem

Utilizamos o método de *Monte Carlo* para simular posições alavancadas em um mercado volátil, com a dinâmica dos preços dos ativos modelada por um *Movimento Browniano Geométrico (MBG)*. A simulação de Monte Carlo é particularmente adequada para analisar sistemas estocásticos, permitindo estimar estatisticamente o comportamento de variáveis sob diferentes cenários de incerteza.

No nosso experimento, foram criados **1.000 perfis de investidores** (“Bobs”), cada um iniciando com o depósito de uma unidade de um ativo no valor de \$3.000. O *Loan-to-Value (LTV)* foi atribuído aleatoriamente a cada perfil, refletindo diferentes níveis de apetite ao risco: perfis **conservadores** adotam LTVs baixos (tomam empréstimos menores), enquanto perfis **agressivos** optam por LTVs mais altos, aumentando a exposição ao risco de liquidação.

A variação do preço dos ativos foi modelada por um *Movimento Browniano Geométrico*, técnica amplamente utilizada em finanças quantitativas para simular o comportamento de ativos ao longo do tempo [Hull 2009]. Essa abordagem é adequada para o contexto, pois garante que os preços permaneçam **sempre positivos** e permite simular trajetórias de preço com **características estatísticas realistas**, mesmo em ambientes de alta volatilidade como o das criptomoedas.

3.2.2. Discussão

A Figura 1(a) apresenta um exemplo de trajetória de preço gerada pela simulação com o Movimento Browniano Geométrico. Observa-se uma tendência inicial de valorização, seguida por uma fase prolongada de desvalorização. Essa oscilação, típica de ativos voláteis, é fundamental para entender os riscos associados a posições alavancadas.

Já a Figura 1(b) apresenta a distribuição dos dias até a liquidação das posições simuladas. Embora a média esteja em torno de 270 dias, os dados mostram dois picos distintos, indicando que parte dos investidores é liquidada logo no início (devido à alavancagem muito elevada), enquanto outra parte mantém sua posição até o fim da simulação. A linha pontilhada azul marca a média, mas não reflete bem essa divisão entre os dois comportamentos.

A Figura 2 complementa essa análise ao evidenciar a relação direta entre o nível de alavancagem e a probabilidade de liquidação. O boxplot mostra três grupos: todas as posições, as posições que sobreviveram, e as que foram liquidadas. As posições liquidadas apresentam mediana de alavancagem consideravelmente maior, com dispersão elevada, indicando maior exposição ao risco. Em contraste, as posições que sobreviveram até o final da simulação são majoritariamente compostas por perfis com alavancagem próxima de 1.35x ($LTV \approx 25,92\%$), sugerindo esse valor como um possível limite seguro de alavancagem nesse tipo de ambiente de mercado.

Essas visualizações reforçam a importância de calibrar corretamente o LTV ao adotar estratégias alavancadas. Exceder certos níveis de exposição pode tornar inevitável a liquidação em cenários adversos, mesmo quando a tendência de longo prazo seja de recuperação.

4. Conclusão

Este trabalho apresentou uma análise conceitual e prática dos protocolos de empréstimos em *DeFi*, destacando suas particularidades em relação ao modelo tradicional e investigando o uso da alavancagem como estratégia de investimento. Por meio de simulações de Monte Carlo, foi possível observar como diferentes níveis de exposição ao risco afetam a probabilidade de liquidação, especialmente em ambientes voláteis. Identificamos um ponto de alavancagem que equilibra retorno e risco, oferecendo uma referência útil tanto para investidores quanto para projetistas de protocolos. Apesar dos benefícios de desintermediação e automação, os desafios relacionados à volatilidade dos ativos e à gestão de garantias continuam sendo fatores críticos para a sustentabilidade dessas soluções. Assim, o entendimento aprofundado desses mecanismos é essencial para o uso consciente e eficiente das ferramentas oferecidas pelas finanças descentralizadas.

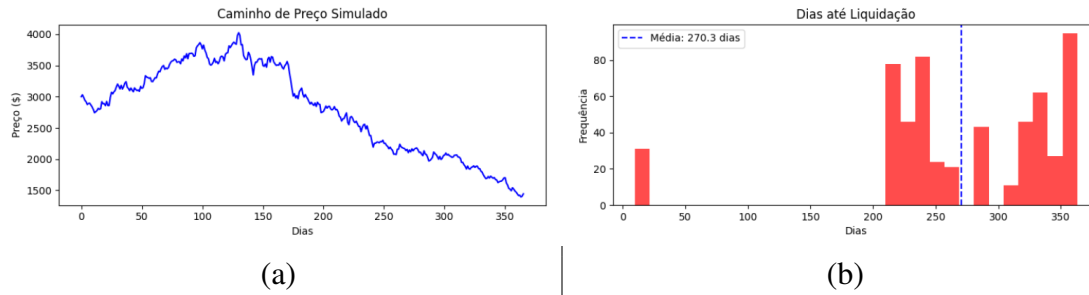


Figura 1. (a) Preço simulado e (b) Dias até liquidação ao longo dos dias

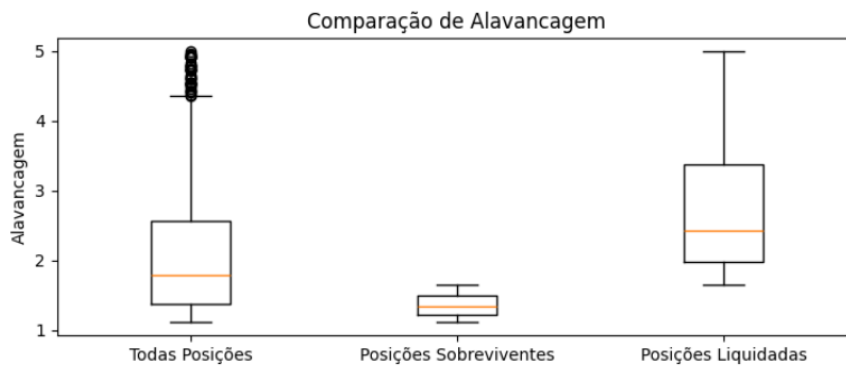


Figura 2. Boxplot apresentando a média das posições que sobreviveram a liquidação em contraste com as que foram liquidadas

Reprodutibilidade. Para garantir transparência e permitir a validação dos resultados, disponibilizamos o código utilizado para a simulação em um repositório público. A implementação completa pode ser acessada em nosso GitHub [Pedro Mello 2025].

Agradecimentos. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES e FAPERJ (E-26/204.268/2024).

Referências

- Aave (2025). Access the full power of defi. <https://aave.com/>. [Online; accessed 31-March-2025].
- Hartmann, J. and Hasan, O. (2023). Privacy considerations for a decentralized finance (defi) loans platform. *Cluster Computing*, 26(4):2147–2161.
- Hull, J. (2009). *Options, Futures, and other Derivatives*. Pearson Prentice Hall.
- Pedro Mello (2025). Lending protocol simulation. <https://github.com/pedromello/lending-protocol-simulation>. [Online; accessed 31-March-2025].
- Qin, K., Zhou, L., Gamito, P., Jovanovic, P., and Gervais, A. (2008). An empirical study of defi liquidations: Incentives, risks, and instabilities. *ACM IMC*, pages 336—350.
- Qin, K., Zhou, L., Livshits, B., and Gervais, A. (2021). Attacking the defi ecosystem with flash loans for fun and profit. *Springer*, pages 3–32.