Bitcoin, Energia e Henry Ford: e a moeda baseada em energia

Resumo

Este documento explora a interseção entre Bitcoin, energia e os conceitos de moeda baseados em energia, analisando a sua génese, funcionamento e implicações.

Apresenta o conceito de dinheiro sonante, a dificuldade de criação associada à mineração de Bitcoin e a relação intrínseca com o consumo energético. Por fim, estabelece-se uma comparação aprofundada entre as ideias de Henry Ford sobre uma moeda lastreada em energia e o modelo de Bitcoin proposto por Satoshi Nakamoto, destacando as convergências e divergências entre ambos.

1. Introdução

O conceito de moeda evoluiu ao longo da história, desde a troca direta até às moedas digitais descentralizadas. O Bitcoin, introduzido por Satoshi Nakamoto em 2008, representa uma revolução no conceito de dinheiro, sendo a primeira moeda digital descentralizada baseada na tecnologia blockchain.

A sua criação e manutenção dependem de um processo intensivo e energético, conhecido como mineração, que assegura a segurança e a integridade da rede. Este artigo analisa o Bitcoin sob a perspetiva do seu consumo de energia, explorando a ideia de dinheiro sonante e a dificuldade de criação, estabelecendo uma comparação aprofundada e um paralelismo ideológico com as noções visionárias de Henry Ford sobre uma moeda baseada em energia.

2. O Conceito de Moeda e Dinheiro Sonante

O dinheiro, enquanto meio de troca, unidade de conta e reserva de valor, tem sido, historicamente, ancorado em ativos tangíveis, como ouro ou prata, cuja escassez conferia o seu valor intrínseco. Este conceito, conhecido como "dinheiro sonante", baseia-se na ideia de que a moeda

deve ter um valor inerente, derivado da sua dificuldade de obtenção ou produção. No contexto do Bitcoin, o dinheiro sonante é reinterpretado através da prova de trabalho (Proof of Work, PoW, em inglês), um mecanismo que exige esforço computacional significativo para validar transações e criar novos blocos na blockchain. Esta dificuldade de criação do Bitcoin é ajustada dinamicamente pela rede, garantindo que a emissão de novas moedas seja controlada e previsível, razão pela qual o Bitcoin é escasso e limitado a 21 milhões de unidades mineradas até ao ano 2140, previsto como o ano em que o último Bitcoin será minerado. Este é o processo conhecido como mineração, o qual requer a resolução de problemas criptográficos altamente complexos, consumindo elevadas quantidades de energia elétrica para alimentar as máquinas que os tentam solucionar.

Assim, o Bitcoin pode ser considerado um dinheiro sonante digital, onde o "som do metal" é substituído pelo trabalho computacional e energético necessário para a sua produção.

3. Energia e Bitcoin: Uma Relação Intrínseca

A mineração de Bitcoin é um processo intensivo em energia, refletindo a dependência da rede em recursos elétricos para manter a sua segurança. De acordo com estimativas do Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI), o consumo anual da rede Bitcoin em 2022 foi de 95,5 TWh, no ano de 2023 foi de 121,1 TWh, em 2024 foi de 137,91 TWh.

Este consumo decorre da necessidade de alimentar centros de mineração com hardware especializado (ASICs) que executam os cálculos intensivos para resolver o algoritmo SHA-256. A relação entre Bitcoin e energia é bidirecional: por um lado, a energia é um custo operacional essencial para os mineradores; por outro, o valor do Bitcoin está intrinsecamente ligado à energia consumida na sua criação.

Esta característica levou alguns autores a propor que o Bitcoin é, em essência, uma moeda baseada em energia, onde o valor de cada unidade é proporcional ao trabalho energético necessário para a sua produção.

Além disso, o Bitcoin tem incentivado a inovação no setor energético. Mineradores procuram fontes de energia baratas e renováveis, como a energia hidroelétrica, eólica e solar, para maximizar a rentabilidade, razão pela qual, em 2025, mais de 52% da energia consumida pelo Bitcoin é proveniente de fontes renováveis.

Em regiões com excesso de produção energética, como certas áreas do Texas, a mineração de Bitcoin atua como um estabilizador da rede elétrica, consumindo energia excedente que, de outra forma, seria desperdiçada.

4. Dificuldade de Criação e Escassez Digital

A dificuldade de criação do Bitcoin é um dos pilares da sua proposta de valor. A cada 2016 blocos (aproximadamente duas semanas), a dificuldade de mineração é ajustada para manter um tempo médio de geração de blocos de 10 minutos. Este mecanismo garante a escassez digital, limitando a emissão total a 21 milhões de bitcoins, um limite perpetuado no protocolo.

A dificuldade é medida pela complexidade do problema criptográfico que os mineradores devem resolver. Matematicamente, o alvo (target) é ajustado

de forma a que a probabilidade de encontrar um hash válido seja proporcional à potência computacional da rede. A fórmula para a dificuldade é dada por:

$$\text{Dificuldade} = \frac{\text{Target}_{\text{máximo}}}{\text{Target}_{\text{atual}}}$$

onde o Target máximo é o valor inicial do protocolo, e o Target atual é ajustado dinamicamente. Este mecanismo assegura que, à medida que mais mineradores se juntam à rede, a dificuldade aumenta, mantendo a estabilidade do sistema.

Em 2025, a dificuldade atingiu níveis recorde (1.4047 ZH/seg a 20/09/2025), impulsionando o consumo energético, mas reforçando a resiliência da rede contra ataques de 51%.

5. Henry Ford e Satoshi Nakamoto

A comparação entre as visões de Henry Ford e Satoshi Nakamoto sobre a moeda representa o cerne desta análise, revelando paralelos históricos e inovações tecnológicas que moldam o debate contemporâneo sobre o valor intrínseco da moeda.

No início do século XX, Henry Ford, o pioneiro da produção em massa e fundador da Ford Motor Company, propôs uma visão revolucionária para o sistema monetário global. A 4 de dezembro de 1921, numa entrevista ao New York Tribune, Ford defendeu a substituição do padrão-ouro por uma "moeda de energia", argumentando que o ouro fomentava guerras ao concentrar riqueza nas mãos de elites bancárias e governos corruptos.

Ford afirmou: "Sob o sistema de moeda de energia, o padrão seria uma certa quantidade de energia exercida durante uma hora, equivalente a um dólar" (Ford, 1921). Esta proposta visava ancorar o valor monetário em recursos produtivos universais, como a eletricidade gerada por barragens hidroelétricas, especificamente o projeto Muscle Shoals no rio Tennessee, que Ford planeava converter numa central de produção de energia massiva. Ford via a energia como um lastro mais estável e equitativo do que o ouro, pois era mensurável em quilowatt-hora (kWh), infinita em potencial e essencial para o progresso industrial, argumentando que tal sistema eliminaria a escassez artificial do ouro, que, na sua opinião, incentivava conflitos armados para controlar reservas minerais: "O mal essencial do ouro em relação à guerra é o facto de poder ser controlado. Quebre-se esse controlo e a guerra parará" (Ford, 1921).

A sua visão era centralizada: o Estado emitiria moeda lastreada em energia física, controlada por infraestruturas governamentais ou industriais, com emissão limitada a quantidades definidas para fins específicos, como a construção de infraestruturas. No entanto e como habitual, a proposta foi ridicularizada pela imprensa e elites financeiras, já que a viam como uma ameaça ao padrão-ouro e à influência bancária, e nunca avançou para além de debates públicos.

Por outro lado, Satoshi Nakamoto, o pseudónimo do criador do Bitcoin, implementou um sistema que ecoa e transcende a visão de Ford, convertendo energia diretamente em valor monetário através da mineração PoW.

No seu whitepaper, escrito 2008, Nakamoto descreve o Bitcoin como um "sistema de pagamentos eletrónicos peer-to-peer" que resolve o problema do gasto duplo sem intermediários confiáveis (descentralizado), utilizando a prova de trabalho para coordenar a rede e prevenir ataques.

Apesar de no whitepaper não ser mencionado, explicitamente, o termo energia, interpretações subsequentes revelam a consciência de Nakamoto sobre a sua importância e o seu custo, como fatores determinantes para o Bitcoin.

Num e-mail de maio de 2009 a colaboradores iniciais, como Martti Malmi, Nakamoto escreveu: "A Prova de Trabalho é a única solução que encontrei para fazer funcionar o e-cash p2p sem uma terceira parte confiável [...] Se crescesse para consumir energia significativa, ainda seria menos desperdício do que a atividade bancária convencional intensiva em trabalho e recursos que substituiria" (Nakamoto, 2009).

Esta perspetiva reflete uma aceitação pragmática do consumo energético como preço da descentralização, contrastando com a centralização proposta por Ford.

Contudo, as convergências são assinaláveis. Ambos ancoram o valor monetário em energia: Ford em kWh físicos de barragens, Nakamoto em joules computacionais dissipados na resolução de hashes SHA-256. O Bitcoin materializa o "dinheiro sonante" de Ford de forma digital, onde cada satoshi representa trabalho energético irreversível, conferindo escassez e imutabilidade. Nakamoto, como Ford, critica o controlo centralizado: o padrão-ouro para Ford, os bancos fiduciários para Nakamoto, que via a prova de trabalho como uma forma de distribuir o "controlo" pela rede global de nodes.

Economicamente, ambos visam estabilidade; Ford para evitar crises inflacionárias causadas por manipulações de ouro, Nakamoto através de uma política monetária rígida (21 milhões de BTC), resistente à inflação e emissão descontrolada.

No entanto, as divergências são profundas e revelam evoluções paradigmáticas. Ford imaginava um sistema centralizado, emitido por Estados ou corporações, com energia física mensurável e regulada, suscetível a intervenções políticas – um risco que ele próprio ignorava ao propor controlo estatal sobre barragens, ideias contextualizadas no mundo financeiro anterior ao crash de 1929.

Nakamoto, influenciado por criptografia cypherpunk, e pelo histórico de crises financeiras vividas (anos 70 Crise do Petróleo, Black Monday de 1987, Bolha dot.com e Subprime) criou uma rede descentralizada, onde a emissão e validação são distribuídas por milhares de mineradores independentes, sem autoridade central. A energia no Bitcoin não é "lastreada" em reservas físicas auditáveis, mas emergente do custo marginal de produção: o valor de um BTC deriva do trabalho total gasto na rede, ajustado pela dificuldade dinâmica e não de um depósito fixo de kWh.

Tecnicamente, enquanto Ford se baseava em engenharia hidráulica do século XX, Nakamoto empregou criptografia assimétrica (ECDSA) e funções hash para tornar o trabalho energético "útil" apenas para segurança, não para produção tangível.

Por outro lado, Nakamoto, como visionário, antecipou críticas ambientais, como evidenciado num post de 2010 no fórum Bitcointalk: "A utilidade das trocas por Bitcoin excederá de longe o custo da eletricidade usada; portanto, não ter Bitcoin seria um desperdício líquido" (Nakamoto, 2010). Esta perspetiva utilitária contrasta com o otimismo ingénuo de Ford (contextualizado às vivências da época), que subestimou resistências institucionais. No contexto atual, o Bitcoin valida Ford ao incentivar energias renováveis, mas expande-o ao democratizar o acesso global, permitindo que qualquer indivíduo com hardware contribua para a rede – um "poder popular" energético que Ford, preso à era industrial, não concebeu.

Esta comparação sublinha como o Bitcoin não é mera herdeira da visão de Ford, mas uma síntese evolutiva: transforma energia em escassez digital, resolvendo dilemas de confiança através de matemática, não de infraestruturas físicas. Para especialistas em criptografia, o Proof of Work de Nakamoto representa uma inovação quântica-resistente (via SHA-256), enquanto o lastro energético de Ford permanece vulnerável a obsolescência tecnológica.

6. Conclusão

O Bitcoin representa uma evolução do conceito de dinheiro sonante, redefinindo-o através da tecnologia blockchain e da prova de trabalho. A sua relação com a energia é central, não só como um custo operacional, mas como um pilar da sua proposta de valor, com consumos de 95,5 TWh, em 2022, 121,1 TWh no ano de 2023 foi e de 137,91 TWh no ano passado. A dificuldade de criação, garantida pelo ajuste dinâmico da mineração, assegura a escassez e a segurança da rede, enquanto o consumo energético reforça a ideia de uma moeda lastreada em trabalho real.

A comparação aprofundada com as ideias de Henry Ford revela paralelos fascinantes, mas também diferenças significativas. Enquanto Ford sonhava com uma moeda centralizada baseada em energia física, Nakamoto criou uma moeda descentralizada, onde a energia é convertida em valor através de processos criptográficos, sublinhando a relevância do Bitcoin como um marco na história do dinheiro, ao mesmo tempo que resgata ideias visionárias do passado, adaptando-as ao contexto tecnológico do século XXI.