

# Equação para Mensuração de Centralização de Redes de Mineração de Criptomoedas

Autor: Hugo Quinteiro | Data: Julho de 2025

## Resumo

Este artigo propoe uma metrica de centralizacao aplicavel a redes de mineracao de criptomoedas, que corrige distorcoes comuns associadas ao uso isolado do hashrate bruto como medida de seguranca ou descentralizacao. O modelo considera: distribuicao estatistica, eficiencia energetica e dominancia por dispositivo. Aplicamos essa equacao ao Bitcoin e Monero, demonstrando que o Monero apresenta descentralizacao estrutural superior mesmo com hashrate inferior.

## 1. Introducao

A comparacao entre redes blockchain frequentemente recorre ao hashrate total como um indicador direto de seguranca e descentralizacao. No entanto, essa abordagem falha ao ignorar diferencas fundamentais entre algoritmos de mineracao, arquitetura de hardware e distribuicao de poder computacional. Este trabalho propoe uma nova equacao para medir descentralizacao estrutural de forma comparavel entre redes com caracteristicas distintas.

## 2. Metodologia

A metrica de descentralizacao  $C$  e definida pela equacao:

$$C = (\sigma_H / H_{avg\_dev})^\alpha * (\eta_{ideal} / \eta)^\beta * (H_{dev\_max} / H_{net})^\gamma$$

Onde:

- $\sigma_H$ : desvio padrao do hashrate entre dispositivos ou pools.
- $H_{avg\_dev}$ : hashrate medio dos dispositivos em uso.
- $\eta$ : eficiencia energetica observada [H/J].
- $\eta_{ideal}$ : eficiencia do melhor dispositivo disponivel.
- $H_{dev\_max}$ : hashrate por dispositivo mais poderoso.
- $H_{net}$ : hashrate total da rede.

Pesos escolhidos:

- $\alpha = 1.5$  (estatistica),  $\beta = 1.0$  (energia),  $\gamma = 2.0$  (dispositivo).

# Equação para Mensuração de Centralização de Redes de Mineração de Criptomoedas

Autor: Hugo Quinteiro | Data: Julho de 2025

## 3. Aplicacao: Bitcoin vs Monero

Dados utilizados:

- Bitcoin: 970.74 EH/s, 318 TH/s por dispositivo (S23), eficiencia 1 / 11 J/TH.
- Monero: 5.83 GH/s, 12.8 KH/s por dispositivo (Ryzen 9 5900x), consumo 150W.

Resultados:

- $C_{BTC} = 7.87e-10$
- $C_{XMR} = 3.96e4$
- Razao  $C_{XMR} / C_{BTC} \sim 5.04e13$

## 4. Discussao

Apesar do hashrate do Bitcoin ser milhares de vezes maior, a sua centralizacao estrutural e acentuada por dispositivos ultraeficientes e dominancia por pools. Monero exige milhares de dispositivos modestos, o que impede a dominacao por poucos agentes, favorecendo a descentralizacao fisica e estatistica da rede.

## 5. Conclusao

Esta metrica oferece um caminho mais realista e comparavel para avaliar descentralizacao em redes de mineracao com arquiteturas distintas. Defendemos seu uso como complemento (ou substituto) ao hashrate total em analises de seguranca e arquitetura de redes blockchain.

## 6.Codigo da Equacao

```
def centralization_index(sigma_H, H_avg_dev, eta, eta_ideal, H_dev_max,
H_net,
                        alpha=1.5, beta=1.0, gamma=2.0):
    term1 = (sigma_H / H_avg_dev) ** alpha
    term2 = (eta_ideal / eta) ** beta
    term3 = (H_dev_max / H_net) ** gamma
    return term1 * term2 * term3
```