

PARA DIVULGAÇÃO IMEDIATA

Serviço de Notícias de Medicina Ortomolecular, 11 de abril de 2025

Mitocôndrias recarregadas: Como a dieta cetogênica e o jejum aumentam a eficiência energética celular

Por Richard Z. Cheng, M.D., Ph.D.

Resumos

- **O mundo pode girar em torno do dinheiro, mas a vida gira em torno da energia.** Sem energia, saúde, desempenho e até felicidade diminuem, independentemente da riqueza.
- **As mitocôndrias são os motores da vida.** Otimizar a função mitocondrial é essencial para prevenir doenças, retardar o envelhecimento e manter o desempenho máximo.
- **A dieta cetogênica e o jejum intermitente** melhoram a energia celular, mudando seu metabolismo para um combustível mais limpo e eficiente: **as cetonas**.
- **As cetonas produzem mais ATP com menos estresse oxidativo do que a glicose**, o que melhora a resistência, a clareza mental mais nítida e a maior resistência.
- **Eu experimentei essa transformação em primeira mão.** Hoje, posso jogar duas horas de badminton intenso, com o estômago vazio, contra adversários décadas mais jovens, graças às mitocôndrias otimizadas.
- **Isso não é teoria, são mitocôndrias em ação.** Com nutrição, jejum e suplementos direcionados, a energia pode ser reconstruída de dentro para fora.

As mitocôndrias são os geradores de energia da célula, convertendo nutrientes em energia utilizável na forma de ATP (trifosfato de adenosina). Quando a função mitocondrial vacila, devido ao envelhecimento, má alimentação, estresse crônico ou toxinas, o resultado é uma cascata de disfunções, incluindo fadiga, neurodegeneração, doenças metabólicas, envelhecimento acelerado e até câncer.

Felizmente, duas estratégias sinérgicas, **a dieta cetogênica e o jejum intermitente**, foram redescobertas como ferramentas poderosas para melhorar a saúde e a função mitocondrial. Do ponto de vista da **Medicina Ortomolecular Integrativa (IOM)**, essas abordagens restauram o equilíbrio metabólico e melhoram a capacidade do corpo de produzir energia de forma eficiente, limpa e sustentável.

Uma nota pessoal: superando oponentes mais jovens

Por quase duas décadas, tenho sido um jogador de **badminton** dedicado, muitas vezes competindo em partidas rápidas e de alta intensidade com jogadores **10 a 30 anos mais jovens que eu**. Nos primeiros anos, descobri que a **resistência física** era meu maior desafio. Muitas vezes me senti exausto rapidamente.

Essa luta me levou a explorar e aplicar os princípios da **nutrição cetogênica, jejum intermitente e suporte mitocondrial**, não apenas para meus pacientes, mas para mim.

Hoje, a diferença é notável: posso jogar badminton intenso por 2 ou 3 horas, muitas vezes após um jejum de 15 horas, e terminar o jogo sem sentir fadiga excessiva. Essa

transformação pessoal confirmou o que há muito acredito como médico e cientista: **a otimização mitocondrial é a chave para manter a energia física e a resistência, mesmo à medida que envelhecemos.**

Cetonas: combustível mitocondrial mais limpo e eficiente

Quando o corpo muda do metabolismo dependente de glicose para o metabolismo **baseado em gordura**, ele produz **corpos cetônicos**, principalmente **beta-hidroxibutirato (BHB)**. Em comparação com a glicose, as cetonas são um **combustível mais eficiente**, pois produzem **mais ATP por molécula de oxigênio consumida** e geram **menos espécies reativas de oxigênio (ROS)** e subprodutos do estresse oxidativo [\[1,2\]](#).

Essa produção de energia mais limpa reduz os danos mitocondriais e apoia a função celular a longo prazo, especialmente em tecidos que exigem energia, como cérebro, coração e músculos.

O jejum e a cetose ativam a biogênese mitocondrial

Tanto o jejum quanto a cetose estimulam as vias de sinalização que regulam a **biogênese mitocondrial**, o processo de geração de mitocôndrias novas e saudáveis [\[3,4\]](#).

- **A AMPK (proteína quinase ativada por AMP)** é ativada durante estados de baixa energia (por exemplo, jejum), promovendo a oxidação de gordura e a regeneração mitocondrial [\[5,6\]](#).
- **SIRT1 (Sirtuína 1)**, uma enzima ligada à longevidade, melhora a saúde mitocondrial e as defesas antioxidantes [\[7,8\]](#).
- **PGC-1 α (coativador gama do receptor ativado por proliferador de peroxissomo 1-alfa)** é um regulador mestre do crescimento e função mitocondrial [\[3\]](#).

Por meio desses mecanismos, o jejum e as dietas cetogênicas **não apenas melhoram a produção de energia mitocondrial**, mas também melhoram sua **resistência e adaptabilidade**.

Flexibilidade metabólica: uma chave esquecida para a saúde

A maioria das dietas modernas, ricas em carboidratos e alimentos ultraprocessados, leva à **inflexibilidade metabólica** [\[9\]](#), onde o corpo fica preso ao uso da glicose como combustível primário. Essa condição está subjacente a muitas doenças crônicas, incluindo obesidade, resistência à insulina e diabetes tipo 2 [\[10\]](#).

Um dos defeitos metabólicos mais marcantes na **obesidade e no diabetes tipo 2** é a **incapacidade de acessar e queimar com eficiência a gordura corporal armazenada** para obter energia. Mesmo com grandes reservas de gordura, o corpo ainda depende da glicose externa, preso em um ciclo de armazenamento de gordura e fadiga.

Uma manifestação chave dessa disfunção é a tendência das pessoas com diabetes tipo 2 de desenvolver **sintomas de hipoglicemia quando pulam uma refeição**. Apesar de ter

excesso de gordura armazenada, sua oxidação alterada de gordura os impede de mudar para a gordura como fonte de combustível durante o jejum. Seu metabolismo permanece preso na dependência da glicose, tornando-os vulneráveis a quedas de açúcar no sangue, quedas de energia e caos metabólico impulsionado pela insulina.

Em contraste, **a cetose nutricional e o jejum intermitente restauram a capacidade do corpo de queimar seus próprios estoques de gordura como combustível**, convertendo gordura em **cetonas**, uma fonte de energia mais limpa e eficiente [\[11-13\]](#). Essa reativação da maquinaria de queima de gordura do corpo leva a:

- Perda de gordura sustentável
- Sensibilidade à insulina melhorada
- Maior estabilidade energética
- Redução dos desejos e flutuações de açúcar no sangue
- Resistência física melhorada

Na experiência clínica e na prática pessoal, essa mudança é transformadora. A cetose nutricional e o jejum **treinam o corpo para alternar entre as fontes de combustível**, restaurando a **flexibilidade metabólica** e otimizando a utilização de energia no nível mitocondrial [\[14\]](#).

Essa flexibilidade é fundamental não apenas para o controle de doenças, mas também para prosperar em **atividades físicas de alto desempenho**, como o tipo de resistência necessária para um desempenho atlético sustentado, mesmo além da meia-idade.

Menos toxinas, menos estresse nas mitocôndrias

O metabolismo excessivo da glicose resulta em produtos finais de glicação avançada (EFAs), picos de insulina e estresse mitocondrial [\[15-18\]](#). Dietas em jejum e cetogênicas:

- Glicose no sangue e insulina mais baixas
- Reduzir a inflamação e o estresse oxidativo
- Promover **processos de autofagia e** autolimpeza celular da mitofagia que removem mitocôndrias danificadas e outros detritos celulares

Essa redução no "ruído" metabólico permite que as mitocôndrias funcionem de **forma mais clara e eficiente**.

Aplicações clínicas de jejum + cetose

Na Medicina Ortomolecular Integrativa, a combinação de jejum e terapia cetogênica mostra-se promissora em:

- Doenças neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson) [\[19-24\]](#)
- Síndrome metabólica e diabetes tipo 2 [\[25-28\]](#)
- Câncer (como parte da terapia metabólica) [\[29-33\]](#)
- Doenças Autoimunes e Síndrome da Fadiga Crônica [\[34-38\]](#)
- Função mitocondrial melhorada [\[39-44\]](#)

Os pacientes relatam aumento de energia, redução da inflamação, melhora da clareza mental e melhora do controle metabólico.

O protocolo IOM para otimização mitocondrial

A saúde mitocondrial é fundamental para minha abordagem de prevenção e reversão de doenças, bem como minha busca pela longevidade. Com base na minha abordagem do ToolKit [\[45\]](#) para a saúde, incluo, mas não estou limitado a, as seguintes estratégias para apoiar a função mitocondrial ideal:

1. **Cetose nutricional** (dieta cetogênica de baixa toxicidade focada em gorduras animais)
2. **Jejum intermitente e prolongado**
3. **Suplementação com nutrição ortomolecular:**
4.
 - Vitamina C (5.000-15.000 mg/dia)
 - Magnésio (500-1.000 mg/dia)
 - Coenzima Q10 (200-400 mg/dia)
 - Carnitina, vitaminas do complexo B, ácido alfa-lipóico e muito mais
5. **Redução de toxinas:** identificação e minimização de desreguladores mitocondriais dietéticos, ambientais e farmacêuticos
6. **Otimização hormonal:** Abordando desequilíbrios da tireoide, glândulas suprarrenais e hormônios sexuais que afetam a saúde mitocondrial

Conclusão: Ferramentas ancestrais para a energia do futuro

A dieta cetogênica e o jejum não são modismos, são ferramentas metabólicas testadas pelo tempo profundamente codificadas na fisiologia humana. Ao ativar a biogênese mitocondrial, melhorar a eficiência energética e reduzir o estresse celular, essas estratégias são **críticas para a reversão de doenças ortomoleculares e otimização da saúde.**

Esteja você lutando contra uma doença crônica ou apenas se esforçando para obter **mais energia, clareza e resistência física**, apoiar suas mitocôndrias pode ser o passo mais poderoso que você pode dar. Eu experimentei isso em primeira mão: **na quadra de badminton, com o estômago vazio, vencendo oponentes mais jovens com energia de sobra.**

O mundo pode girar em torno do dinheiro, mas a vida gira em torno da energia. Este se tornou meu princípio orientador, não apenas para o desempenho pessoal, mas para capacitar os pacientes a recuperar sua vitalidade, uma mitocôndria de cada vez.

Referências

1. Veech, R. L. As implicações terapêuticas dos corpos cetônicos: os efeitos dos corpos cetônicos nas condições patológicas: cetose, dieta cetogênica, estados redox, resistência

à insulina e metabolismo mitocondrial. *Prostaglandinas Leukot Essent Ácidos Graxos* 70, 309-319 (2004).

2. Newman, J.C. e Verdin, E. Corpos cetônicos como metabólitos de sinalização. *Tendências Metab Endocrinol* 25, 42-52 (2014).

3. Cantó, C. & Auwerx, J. Direcionando a Sirtuína 1 para melhorar o metabolismo: tudo que você precisa é NAD (+)? *Farmacol Rev* 64, 166-187 (2012).

4. Jäger, S., Handschin, C., St-Pierre, J. & Spiegelman, B. M. Ação da proteína quinase ativada por AMP (AMPK) no músculo esquelético através da fosforilação direta de PGC-1 α . *Proc Natl Acad Sci U S A* 104, 12017-12022 (2007).

5. Ahmad, Y., Seo, D. S. & Jang, Y. Efeitos metabólicos das dietas cetogênicas: exploração do metabolismo de corpo inteiro em relação ao tecido adiposo e outros órgãos metabólicos. *Revista Internacional de Ciências Moleculares* 25, 7076 (2024).

6. McDaniel, S. S., Rensing, N. R., Thio, L. L., Yamada, K. A., e Wong, M. A dieta cetogênica inibe a via da rapamicina (mTOR) em mamíferos. *Epilepsia* 52, e7-11 (2011).

7. Tozzi, R. et al. Corpos cetônicos e SIRT1, reguladores epigenéticos sinérgicos para a saúde metabólica: uma revisão narrativa. *Nutrientes* 14, 3145 (2022).

8. Tozzi, R. et al. A dieta cetogênica aumenta a expressão de SIRT1 no soro e no tecido adiposo branco em camundongos. *Int J Mol Sci* 23, 15860 (2022).

9. Freese, J., Klement, R. J., Ruiz-Núñez, B., Schwarz, S. e Lötzerich, H. A (r)evolução do sedentarismo: perdemos nossa flexibilidade metabólica? *F1000Res* 6, 1787 (2017).

10. Poursalehi, D. et al. Ingestão de alimentos ultraprocessados em relação ao estado de saúde metabólica, fator neurotrófico sérico derivado do cérebro e níveis de adropina em adultos. *Nutr J* 23, 121 (2024).

11. Zhao, X. et al. O papel crucial e o mecanismo da resistência à insulina em doenças metabólicas. *Testa. Endocrinol.* 14, (2023).

12. Zdzieblik, D., Friesenborg, H., Gollhofer, A. & König, D. Efeito de uma dieta rica em gordura versus dietas ricas em carboidratos com diferentes índices glicêmicos nos parâmetros metabólicos em atletas de resistência do sexo masculino: um teste piloto. *Testa. Nutr.* 9, (2022).

13. Tareen, S. H. K. et al. Estratificação do metabolismo celular durante a perda de peso: uma interação entre metabolismo, flexibilidade metabólica e inflamação. *Sci Rep* 10, 1651 (2020).

14. Goodpaster, B. H. e Sparks, L. M. Flexibilidade metabólica na saúde e na doença. *Célula Metab* 25, 1027-1036 (2017).

15. Luo, X., Wu, J., Jing, S. e Yan, L.-J. Estresse hiperglicêmico e estresse carbônico na glicotoxicidade diabética. *Envelhecimento Dis* 7, 90-110 (2016).

16. Rungratanawanich, W., Qu, Y., Wang, X., Essa, M. M. e Song, B.-J. Produtos finais de glicação avançada (AGEs) e outros adutos em doenças relacionadas à idade e lesão tecidual mediada por álcool. *Exp Mol Med* 53, 168-188 (2021).

17. Reddy, V. P., Aryal, P. e Darkwah, E. K. Produtos finais de glicação avançada na saúde e na doença. *Microrganismos* 10, 1848 (2022).
18. Rubinsztein, D. C., Mariño, G. & Kroemer, G. Autofagia e envelhecimento. *Célula* 146, 682-695 (2011).
19. Bohnen, J. L. B., Albin, R. L. & Bohnen, N. I. Intervenções cetogênicas no comprometimento cognitivo leve, doença de Alzheimer e doença de Parkinson: uma revisão sistemática e avaliação crítica. *Frente Neurol* 14, 1123290 (2023).
20. Kashiwaya, Y. et al. O D-beta-hidroxiacetato protege os neurônios em modelos de doença de Alzheimer e Parkinson. *Proc Natl Acad Sci USA* 97, 5440-5444 (2000).
21. Al-Kuraishy, H. M. et al. Papel da dieta cetogênica nas doenças neurodegenerativas com foco nas doenças de Alzheimer: o ângulo do guardião. *Envelhecimento Res Rev* 95, 102233 (2024).
22. Jiang, Z. et al. Efeitos da dieta cetogênica na neuroinflamação em doenças neurodegenerativas. *Envelhecimento Dis* 13, 1146-1165 (2022).
23. Tao, Y., Leng, S. X. & Zhang, H. Dieta cetogênica: uma abordagem de tratamento eficaz para doenças neurodegenerativas. *Curr Neuropharmacol* 20, 2303-2319 (2022).
24. Grochowska, K. e Przeliorz, A. O efeito da dieta cetogênica na terapia de doenças neurodegenerativas e seu impacto na melhora das funções cognitivas. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra* 12, 100-106 (2022).
25. Turetta, C. et al. Impacto da dieta cetogênica no peso, parâmetros metabólicos e endócrinos em mulheres com síndrome dos ovários policísticos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Gynecol Obstet Invest* 1-19 (2025) doi:10.1159/000543941.
26. Saslow, L. R. et al. Um estudo piloto randomizado de uma dieta moderada em carboidratos em comparação com uma dieta muito baixa em carboidratos em indivíduos com sobrepeso ou obesos com diabetes mellitus tipo 2 ou pré-diabetes. *PLoS One* 9, e91027 (2014).
27. Charlot, A. e Zoll, J. Efeitos benéficos da dieta cetogênica na síndrome metabólica: uma revisão sistemática. *Diabetologia* 3, 292-309 (2022).
28. Alarim, R. A., Alasmre, F. A., Alotaibi, H. A., Alshehri, M. A. & Hussain, S. A. Efeitos da dieta cetogênica no controle glicêmico em pacientes diabéticos: meta-análise de ensaios clínicos. *Cureus* 12, e10796 (2020).
29. Seyfried, T. N. Câncer como doença metabólica mitocondrial. *Célula frontal Dev Biol* 3, 43 (2015).
30. Seyfried, T. N. O câncer como doença metabólica: sobre a origem, tratamento e prevenção do câncer. (Wiley, 2012).
31. Neha e Chaudhary, R. Dieta cetogênica como estratégia de tratamento e prevenção do câncer: uma alternativa terapêutica. *Nutrição* 124, 112427 (2024).
32. Weber, DD, Aminazdeh-Gohari, S. & Kofler, B. Dieta cetogênica na terapia do câncer. *Envelhecimento (Albany NY)* 10, 164-165 (2018).

33. Tan-Shalaby, J. Dietas cetogênicas e câncer: evidências emergentes. *Fed Pract* 34, 37S-42S (2017).
34. Soni, R. Explorando o potencial terapêutico da dieta cetogênica em doenças autoimunes: uma revisão abrangente. *IJSR* 13, 664-667 (2024).
35. Kornberg, M. D. O efeito imunológico de Warburg: evidências e oportunidades terapêuticas na autoimunidade. *Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med* 12, e1486 (2020).
36. Inverno, G. Esclerose múltipla e dietas cetogênicas. *Revista Britânica de Enfermagem em Neurociência* 19, S30-S31 (2023).
37. Craig, C. Abordagens dietéticas mitoprotetoras para encefalomielite miálgica / síndrome da fadiga crônica: restrição calórica, jejum e dietas cetogênicas. *Hipóteses Médicas* 85, 690-693 (2015).
38. Brockhoff, J. D., Bereswill, S. e Heimesaat, M. M. O impacto da dieta cetogênica no início e progressão da esclerose múltipla. *Eur J Microbiol Immunol (BP)* 13, 29-36 (2023).
39. Pathak, S. J. & Baar, K. Dietas cetogênicas e função mitocondrial: benefícios para o envelhecimento, mas não para os atletas. *Exerc Sport Sci Rev* 51, 27-33 (2023).
40. Ahn, Y. et al. A morfologia e a função mitocondrial aberrantes no modelo de autismo em camundongos BTBR melhoram com duas semanas de dieta cetogênica. *Int J Mol Sci* 21, 3266 (2020).
41. Milder, J. e Patel, M. Modulação do estresse oxidativo e função mitocondrial pela dieta cetogênica. *Epilepsia Res* 100, 295-303 (2012).
42. Miller, V. J. et al. Uma dieta cetogênica combinada com exercícios altera a função mitocondrial no músculo esquelético humano, melhorando a saúde metabólica. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 319, E995-E1007 (2020).
43. Hasan-Olive, M. M. et al. Uma dieta cetogênica melhora a biogênese mitocondrial e a bioenergética através do eixo PGC1 α -SIRT3-UCP2. *Neuroquímica Res* 44, 22-37 (2019).
44. Deng, Q., Lv, R. e Zou, T. Os efeitos da dieta cetogênica no tratamento do câncer: uma revisão narrativa. *Eur J Cancer Prev* (2024)
doi:10.1097/CEJ.00000000000000000918.
45. Cheng, R. Z. Uma mudança de paradigma na gestão de doenças epidêmicas e crônicas. <https://orthomolecular.org/resources/omns/v20n23.shtml> (2024).