

## RELAÇÃO ENTRE CRONONUTRIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR DIÁRIA E OBESIDADE EM ADULTOS

Alline Gouvea Martins Rodrigues<sup>1</sup>, Cristiana Araújo Gontijo<sup>2</sup>, Cristina de Matos Boaventura<sup>3</sup>  
Lara Ferreira Paraiso<sup>4</sup>, Léia Cardoso de Sousa<sup>5</sup>, Caio Henrique Ferreira<sup>6</sup>, Phelipe Elias da Silva<sup>7</sup>  
Heitor Bernardes Pereira Delfino<sup>8</sup>

### RESUMO

A obesidade é uma doença crônica, multicausal, complexa e de prevalência crescente que demanda ações integradas para prevenção e tratamento. A presente revisão narrativa analisou de forma descritiva como as descobertas em crononutrição podem contribuir para o manejo da obesidade em adultos. Para tanto, foram pesquisados artigos científicos originais indexados na PubMed/MEDLINE com disponibilidade de texto integral, priorizando-se os últimos 10 anos de publicação. Observou-se que os estudos em crononutrição associaram a alimentação antecipada, com ênfase diurna e em alinhamento com os ritmos circadianos à saúde. Em geral, variáveis de proteção incluíram a antecipação do desjejum e do ponto médio alimentar e calórico, carga calórica diurna, menores janelas alimentares, cronotipos diurno ou intermediário e menor jetlag alimentar. Enquanto, variáveis de risco foram associadas a maiores janelas alimentares, carga calórica noturna, cronotipo noturno e maior jetlag alimentar. A omissão do desjejum foi associada a maior prevalência de excesso de peso em estudos observacionais e, em contraste, a perda de peso em ensaios clínicos. Constatou-se que a crononutrição exerceu influência na regulação endócrina de melatonina, cortisol e insulina, no metabolismo de carboidratos e gorduras, na percepção de fome/saciedade, na ingestão alimentar diurna priorizando alimentos in natura e minimamente processados e, noturna, priorizando alimentos processados e ultraprocessados, relacionando-se, por fim, ao peso e índice de massa corporal, dentre outras variáveis. Os estudos indicaram, assim, que ritmos circadianos, metabolismo e a nutrição podem estar intimamente ligados. No entanto, pesquisas abrangentes com delineamentos mais robustos ainda são necessárias para aprofundar o conhecimento sobre a crononutrição.

**Palavras-chave:** Adiposidade. Cronotipo. Ingestão de alimentos. Jejum intermitente. Ritmo circadiano.

### ABSTRACT

Relationship between chrononutrition, distribution of daily food intake and obesity in adults

Obesity is a chronic, multicausal, complex disease with increasing prevalence that demands integrated actions for prevention and treatment. This narrative review analyzed descriptively how discoveries in chrononutrition can contribute to the management of obesity in adults. To this end, original scientific articles indexed in PubMed/MEDLINE with full text availability were searched, prioritizing the last 10 years of publication. It was observed that studies in chrononutrition associate early feeding, with daytime emphasis and in alignment with circadian rhythms with health. In general, protective variables included early breakfast and dietary and caloric midpoint, daytime caloric load, smaller eating windows, diurnal or intermediate chronotypes, and less dietary jetlag. Meanwhile, risk variables were associated with larger eating windows, nocturnal caloric load, nocturnal chronotype, and greater dietary jetlag. Skipping breakfast was associated with a higher prevalence of being overweight in observational studies and, in contrast, with weight loss in clinical trials. It was found that chrononutrition influenced the endocrine regulation of melatonin, cortisol and insulin, carbohydrate and fat metabolism, the perception of hunger/satiety, daytime food intake prioritizing natural and minimally processed foods and nighttime food intake prioritizing processed and ultra-processed foods and was ultimately related to weight and body mass index, among other variables. The studies thus indicated that circadian rhythms, metabolism and nutrition may be closely linked. However, comprehensive research with more robust designs is still needed to deepen the knowledge about chrononutrition.

**Key words:** Adiposity. Chronotype. Food intake. Intermittent fasting. Circadian rhythm.

## INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) incluiu em 2011 a obesidade como doença crônica não transmissível na Classificação Internacional de Doenças (CID), sistema de codificação padronizado para doenças e outros problemas de saúde.

Atualmente, em sua 11<sup>a</sup> Revisão, CID-11, a OMS reafirma a obesidade como doença multifatorial que se apresenta pelo excesso de adiposidade promotora de efeitos adversos à saúde e a classifica em adultos por meio do índice de massa corporal (IMC), calculado como peso (kg)/altura<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>),  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>.

Reconhecendo a variedade de abordagens de gerenciamento disponíveis, a classificação subdivide-se em três níveis de gravidade, a citar: obesidade grau I para IMC entre 30,0 e 34,9 kg/m<sup>2</sup>, grau II para IMC entre 35,0-39,9 kg/m<sup>2</sup> e grau III para IMC  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> (OMS, 2022).

Considerando o IMC uma medida de tamanho, não de saúde e que não permite a avaliação da composição corporal do indivíduo com distinção entre adiposidade e massa muscular, seu uso no âmbito clínico individual pode ser complementado com outros métodos como, por exemplo, circunferências, dobras cutâneas, bioimpedância, dentre outros (World Obesity Federation, 2024; Marin-Jiménez e colaboradores, 2022).

The Obesity Society (TOS), em sua mais recente declaração de posição sobre a obesidade, publicada em 2018, assevera a obesidade como doença multicausal decorrente de balanço energético positivo acumulado no decorrer da vida, ocasionando excesso de gordura corporal onde praticamente todos os sistemas do corpo são afetados, tornando-se uma doença grave e debilitante por si só. Reforça ainda que a obesidade se distingue por múltiplos fenótipos, apresentações clínicas e respostas ao tratamento (Jastreboff e colaboradores, 2019).

A obesidade correlaciona-se, cronicamente, por exemplo, mas não limitado a: anormalidades estruturais, tais como, hipertrofia ventricular e distúrbios musculoesqueléticos; aumento do risco de comorbilidade, por promover distúrbios fisiológicos e deficiências funcionais, tais como, resistência à insulina, inflamação crônica, dislipidemias, elevação da pressão arterial, consideradas fatores de risco para mais de 200 doenças crônicas incluindo doenças

cardiovasculares, alguns tipos de câncer, doenças cerebrovasculares, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão, asma, doenças psiquiátricas, síndrome dos ovários policísticos, doença hepática gordurosa não alcoólica, doença da vesícula biliar, osteoartrite etc.; elevado risco de mortalidade prematura (Jastreboff e colaboradores, 2019); e, com impactos sociais importantes, principalmente quando internalizado o estigma do peso, podendo relacionar-se a não adesão à medicação prescrita, ao uso de substâncias, prejuízos à saúde mental, à comportamentos antissociais (Papadopoulos e Brennan, 2015), possíveis reflexos na maior ocorrência de vício alimentar (Parnarouskis e colaboradores, 2021) e pior desempenho no ensino superior (Hill, Rodriguez Lopez e Caterson, 2019).

Estima-se que, em 2022, mais de um bilhão de pessoas com cinco anos ou mais viviam com obesidade. Para adultos acima de 19 anos, o montante estimado de obesidade somava 880 milhões de pessoas, sendo maior entre as mulheres (17,9%; IC 95%: 17,3;18,5%) do que entre os homens (13,6%; IC 95%: 13,0;14,2%) (WHO, 2024a).

Embora seja observada uma tendência global, existe diferença de magnitude associada ao acesso financeiro e às condições de saúde, tornando o manejo da obesidade um desafio ainda mais proeminente para as economias emergentes e mais recentemente desenvolvidas (World Obesity Federation, 2024).

Especificamente para o Brasil, estudos de revisão sistemática e metanálise que avaliaram a obesidade encontram aumento da prevalência para todas as faixas etárias ao longo das últimas décadas (Ferreira e colaboradores, 2021; Sbaraini e colaboradores, 2021; Kodaira e colaboradores, 2021).

Para adultos, Kodaira e colaboradores (2021), ponderaram oitenta e nove estudos e nove inquéritos nacionais brasileiros, realizados entre 1974 e 2020 e encontraram que a prevalência de obesidade aumentou progressivamente nas faixas temporais analisadas, passando de 8,6% (IC 95%: 5,7; 11,9%) entre 1974-1990 para 23,9% (IC 95%: 21,8; 26,0%) entre 2011-2020 (Kodaira e colaboradores, 2021).

Para 2023, estudo por inquérito telefônico, com uma amostra de mais de 21 mil brasileiros residentes nas 27 capitais das unidades federativas, foi estimada uma frequência de obesidade em 24,3% da

população adulta (24,8% entre as mulheres e 23,8% entre os homens) (Brasil, 2023).

Um estudo global com 30.652 fontes de dados de 204 países (1990-2019) identificou o IMC elevado como um dos principais riscos à saúde em 2019, com aumentos significativos em todo o período.

A combinação de dieta inadequada, inatividade física e IMC elevado correlacionou-se a 11,9% (IC 95%: 9,6;14,5%) dos anos de vida ajustados por incapacidade (Murray e colaboradores, 2020).

Outro estudo, com 3.663 estudos representativos da população (1990-2022), observou que a prevalência da obesidade impulsionou a dupla carga de má nutrição (baixo peso somado à obesidade) na maioria dos países (Phelps e colaboradores, 2024).

Tais autores, destacam o fracasso das estratégias nacionais de promoção à saúde e prevenção da obesidade, implicando que os esforços para modificar os determinantes da elevação da adiposidade podem ser desafiantes sendo necessário uma transição nutricional saudável que possa combater o fardo remanescente de baixo peso, e, concomitantemente, reduzir a ocorrência de obesidade (Murray e colaboradores, 2020).

Nesse sentido, em 2024, a OMS lançou a Estratégia Global em Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde, considerando que se trata de dois dos principais fatores de risco para obesidade e outras doenças crônicas (WHO, 2024b).

Estudo de revisão sistemática, com metanálise de rede, concatenando dados de 121 estudos clínicos controlados randomizados, 21.942 adultos com sobrepeso ou obesidade, 14 tipos de dietas e três dietas de controle, incluindo Atkins, DASH, mediterrânea, low fat, dentre outras, constatou que o déficit calórico foi o principal fator para a perda de peso, independentemente do tipo de dieta seguida.

Todas as dietas com restrição calórica resultaram em perda de peso significativa e melhora na composição corporal, com redução da adiposidade e aumento da massa muscular.

As diferenças entre as dietas foram triviais a mínimas e desapareceram após 12 meses de intervenção, implicando que a longo prazo, as pessoas podem optar por diferentes estratégias dietéticas sem preocupação com a magnitude dos benefícios (Ge e colaboradores, 2020).

Outros estudos de revisão sistemática e metanálise também não encontram diferenças significativas no emagrecimento comparando dietas com restrição calórica de baixo e alto índice glicêmico (Chiavaroli e colaboradores, 2018) ou por jejum intermitente comparado a restrição calórica contínua para adultos com obesidade (Zhang e colaboradores, 2022).

Em uma revisão sistemática e metanálise contemplando nove estudos clínicos randomizados, observou-se que uma maior ingestão no início do dia em detrimento do final do dia, para uma mesma ingestão calórica total, culminou em benefícios para saúde, incluindo melhorias nos indicadores de resistência à insulina, glicose em jejum e colesterol LDL, além de associar-se a uma redução de peso significativamente maior, na magnitude de menos 1,3 quilogramas de peso corporal (IC 95%: -2,40;-0,06kg).

Sugere-se que essa melhoria esteja ligada potencialmente a uma maior sincronização dos ritmos circadianos do corpo humano e, embora mais pesquisas sejam necessárias, trata-se de um campo de pesquisa com resultados promissores (Young e colaboradores, 2023).

Já em ensaio clínico randomizado com alimentação com déficit calórico e isocalórica entre os grupos e com duração de quatro semanas, verificou-se que os indivíduos que consumiram maior aporte calórico matinal relataram fome significativamente menor, sugerindo-se que esse tipo de distribuição da ingestão alimentar pode auxiliar na adesão ao plano alimentar por meio de uma maior supressão do apetite (Ruddick-Collins e colaboradores, 2022).

Diante do exposto, observa-se que a obesidade traz impactos negativos para a saúde individual e coletiva.

Contudo, apesar dos avanços no conhecimento científico transdisciplinar, a prevalência da obesidade continua a aumentar expressivamente e a busca por soluções eficazes torna-se relevante.

É nesse contexto que o presente estudo se propôs a avaliar de forma descritiva como as descobertas em crononutrição associadas ao horário e distribuição da ingestão alimentar diária podem auxiliar no manejo da obesidade em adultos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de artigos selecionados e analisados da base dados PubMed, utilizando os seguintes termos de busca MeSH: obesity, obesity management, adiposity, adult, young adult, chrononutrition, chronotype, circadian rhythm, food intake and intermittent fasting, além de complementação com eventuais termos específicos. A busca foi limitada a artigos originais na modalidade ensaio clínico, ensaio clínico randomizado, revisão sistemática e metanálise, com disponibilidade de artigos na íntegra, indexados em MEDLINE, publicados em inglês e português, priorizando-se os últimos 10 anos de publicação.

Os artigos selecionados foram analisados de forma qualitativa, buscando identificar os principais achados, lacunas na literatura e tendências de pesquisa. Os dados extraídos dos artigos foram apresentados de forma narrativa e organizados em tabela e figuras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cronobiologia e Crononutrição

Os cientistas Jeffrey Hall, Michael Rosbash e Michael Young foram homenageados em 2017 com o Prêmio Nobel na categoria de Fisiologia ou Medicina por suas contribuições para o entendimento do funcionamento molecular dos ritmos circadianos nas células.

Nos últimos quarenta anos, os cientistas citados têm realizado contribuições importantes para a cronobiologia indo do isolamento e caracterização de um gene inicialmente descoberto em moscas das frutas responsável por codificar uma proteína específica traduzida durante a noite e metabolizada durante o dia para estudos subsequentes detalhando ciclos de feedback negativo, identificação de genes adicionais e mecanismos semelhantes em diversas espécies, incluindo humanos que se tornaram um tema predominante no estudo do sistema circadiano (Callaway e Ledford, 2017).

Atualmente, entende-se que os processos fisiológicos se alteram em um ciclo de 24 horas e que tais mudanças temporizadas estão relacionadas a um “relógio central” no hipotálamo, regulado principalmente pela luz

(dia/noite) e mensurado por meio de dosagem de melatonina, cortisol ou temperatura corporal central.

Correlacionando-se também com demais temporizadores ou relógios periféricos coordenados por diversos órgãos que sofrem influências do relógio central e de fatores externos, chamados de zeitgebers, ou, sinalizadores (Dote-Montero e colaboradores, 2023; Poggiogalle, Jamshed e Peterson, 2018; Svendsen e colaboradores, 2019).

Dentre os fatores externos, citam-se os comportamentos alimentares, não apenas de quantidade e qualidade dos alimentos, mas também relacionados ao momento e distribuição da ingestão energética diária (Crispim e colaboradores, 2024; Rovira-Llopis e colaboradores, 2024), bem como, por comportamentos de atividade física (Lewis e colaboradores, 2018) e de sono/vigília (Chaput e colaboradores, 2020; Dote-Montero e colaboradores, 2023; Poggiogalle, Jamshed e Peterson, 2018).

Quando esses relógios funcionam de forma dessincronizada pode-se ocorrer alterações metabólicas tais como, associação do período noturno com redução da oxidação lipídica na presença de alimentos, decréscimo na taxa metabólica basal, pior resposta glicêmica (maior glicemia pós-prandial e resistência à insulina) que, se mantidas a longo prazo, podem associar-se a efeitos deletérios ao organismo associando-se a desfechos altamente prevalentes, como obesidade e síndrome metabólica (Adafer e colaboradores, 2020; Jamshed e colaboradores, 2019; Rovira-Llopis e colaboradores, 2024).

Nesse contexto, surge a crononutrição, tema em ascensão nas pesquisas científicas, o qual propõe que a harmonização da ingestão alimentar com o relógio biológico e sistema circadiano pode contribuir para a otimização do metabolismo e consequente promoção da saúde (Adafer e colaboradores, 2020; Cunha e colaboradores, 2023; Dote-Montero e colaboradores, 2023; Rovira-Llopis e colaboradores, 2024).

### Variáveis de interesse no contexto da crononutrição

O Quadro 1 sintetiza as variáveis que vêm sendo investigadas pelos estudos no contexto da crononutrição com respectiva descrição e artigos de referência:

**Quadro 1** - Panorama de variáveis investigadas em estudos de cronomutrição: descrição e respectivas referências associadas. (continua).

Variável	Descrição	Referências
Ingestão da primeira e/ou última refeição do dia	Avaliada conforme horário cronológico, em tercís, por exemplo, ou pelo tempo decorrido desde o meio do sono até a primeira ingestão alimentar ou tempo decorrido desde a última ingestão alimentar até o meio do sono.	Crispim e colaboradores, 2024; Cunha e colaboradores, 2023; Dote-Montero e colaboradores, 2023; Farsijani e colaboradores, 2023; McHill e colaboradores, 2017; Wehrens e colaboradores, 2017; Zhang e colaboradores, 2022
Ingestão calórica noturna	Refere-se à quantidade de calorias ingeridas ou eventos alimentares ou horário de consumo no período noturno.	Cunha e colaboradores, 2023; Farsijani e colaboradores, 2023; Van Der Merwe, Münch e Kruger, 2022
Carga calórica matinal ou noturna	Distribuição de dietas isocalóricas com diferenças percentuais no aporte calórico dentre as refeições com maior aporte calórico no café da manhã ou jantar, respectivamente, em relação às demais refeições do dia.	Ruddick-Collins e colaboradores, 2022; Van Der Merwe, Münch e Kruger, 2022; Young e colaboradores, 2023
Janela de alimentação	Refere-se ao tempo entre a primeira e a última ingestão calórica diária.	Cunha e colaboradores, 2023; Dote-Montero e colaboradores, 2023
Frequência alimentar	Contempla o número de episódios alimentares ao decorrer de um dia.	Cunha e colaboradores, 2023; Farsijani e colaboradores, 2023; Zerón-Rugerio e colaboradores, 2021
Ponto médio calórico ou caloric midpoint	Corresponde a hora local em que 50% ou mais de calorias diárias são consumidas.	Crispim e colaboradores, 2024; Dote-Montero e colaboradores, 2023; Farsijani e colaboradores, 2023; McHill e colaboradores, 2017
Ponto médio alimentar ou eating midpoint	Corresponde ao ponto médio entre a primeira e a última refeição, calculado como horário da última refeição menos horário da primeira refeição, dividido por dois.	Crispim e colaboradores, 2024; Cunha e colaboradores, 2023; Zhang e colaboradores, 2022
Tempo de restrição alimentar ou time-restricted eating (TRE)	Refere-se à forma de jejum intermitente que limita o consumo diário de alimentos a um período entre quatro e 12 horas e induz uma janela de jejum no período complementar, mantendo-se uma janela alimentar consistente e independente de restrição calórica, podendo ser realizado jejum noturno ou diário (exemplo: Ramadã).	Adafer e colaboradores, 2020; Chawla e colaboradores, 2021; Wehrens e colaboradores, 2017
Jetlag alimentar ou jetlag social	Corresponde à variabilidade do ponto médio calórico entre dias não úteis e dias úteis, diferindo-se nos estudos entre jetlag alimentar durante a semana e finais de semana ou encontrado em trabalhadores em turno.	Dote-Montero e colaboradores, 2023; Zhang e colaboradores, 2022; Zerón-Rugerio e colaboradores, 2019
Cronotipo	Refere-se a manifestação da diversidade humana em relação à preferência de horários para atividades diárias de sono e vigília em relação ao ciclo claro e escuro, podendo ser classificada em matutino, vespertino ou noturno.	McHill e colaboradores, 2017; Teixeira e colaboradores, 2023; Van Der Merwe, Münch e Kruger, 2022; Zhang e colaboradores, 2022

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

### Janela de alimentação e ingestão matinal ou noturna

Em estudo transversal com 118 adultos jovens (82 mulheres) de 22±2 anos com eutrofia e sobre peso (IMC de 25,1±4,6 kg/m<sup>2</sup>) conduzido por Dote-Montero e colaboradores (2023) foi avaliada a relação entre o horário das refeições com a composição corporal e fatores de risco cardiometabólicos. Os autores não observaram associação entre o horário das refeições e composição corporal em adultos jovens, o que pode ser parcialmente explicado pela baixa variabilidade (12,5 ±1,5h) da janela de alimentação na amostra estudada.

Contudo, uma janela de alimentação diária mais longa e a primeira ingestão de alimentos mais cedo em um ciclo de 24 horas associaram-se significativamente a uma melhor saúde cardiometabólica em homens mesmo após ajustes para fatores de confusão e multiplicidade (todos  $p \leq 0,011$ ).

A constar: a janela de alimentação associou-se negativamente com HOMA-IR e com escore de risco cardiometabólico em homens ( $R^2=0,348$ ,  $\beta=-0,605$ ; e  $R^2=0,234$ ,  $\beta=-0,508$ ; todos  $p \leq 0,003$ ) enquanto o tempo desde o meio do sono até a primeira ingestão apresentou associação positiva para as mesmas variáveis ( $R^2=0,212$ ,  $\beta=0,485$  e  $R^2=0,228$ ,  $\beta=0,502$ ; todos  $p=0,003$ ), indicando que comer cedo em alinhamento com os ritmos circadianos pode desempenhar um papel importante na saúde cardiometabólica (Dote-Montero e colaboradores, 2023).

Já Crispim e colaboradores (2024), estudaram a associação entre o horário de alimentação e a obesidade em uma amostra representativa da população adulta brasileira com 21.020 participantes.

Utilizando informações de dois dias de diário alimentar e classificação do estado nutricional por IMC, os autores observaram que padrões alimentares cronomutritivos indicativos de ingestão tardia de refeições, tais como, ingestão mais tardia da primeira e última refeição do dia e maior aporte calórico após 21 horas foram significativamente associados ao IMC elevado, ao excesso de peso e à obesidade na população adulta brasileira.

Em detalhes, o primeiro momento alimentar foi classificado em tercis, constatando os respectivos horários médios: primeiro tercil às 6:36 (IC 95%:6:35;6:42), segundo tercil às 7:48 (IC 95%:7:36;7:48) e terceiro tercil às 9:36 (IC 95%:9:30;9:42).

A probabilidade de ter excesso de peso ou obesidade em relação ao primeiro momento de ingestão alimentar foi significativamente maior no segundo tercil (odds ratio (OR)=1,23; IC 95%:1,11;1,38 e OR=1,25; IC 95%:1,08;1,46, respectivamente) e no terceiro (OR=1,28, IC 95%:1,13;1,45 e OR=1,34, IC 95%:1,13;1,58, respectivamente) após regressão logística ajustada por variáveis de confusão (idade, sexo, escolaridade, renda, urbanização, ingestão calórica e situação de trabalho).

Considerando o mesmo modelo de ajuste, para a última refeição do dia, o primeiro, segundo e terceiro tercil apresentaram as médias de, respectivamente, 18:13 (IC 95%:18:12;18:18), 20:00 (IC 95%:19:59;20:01) e 21:48 (IC 95%:21:47;21:54) e constataram 16% (IC 95%:1,03;1,32) de incremento no risco de excesso de peso e 18% (IC 95%:1,00;1,41) para o risco de obesidade entre o terceiro e primeiro tercil.

O horário do ponto médio alimentar representou incremento de 28% no risco de excesso de peso (IC 95%:1,13;1,45) e 35% (IC 95%:1,14;1,59) para o risco de obesidade para o terceiro tercil (média ( $\bar{x}$ )=15:00; IC 95%:14:54;15:06) em relação ao primeiro tercil ( $\bar{x}$ =12:30; IC 95%:12:29;12:36). E, considerando o aporte calórico consumido após às 21h esse incremento foi de 33% (excesso de peso; IC 95%:1,10;1,59) e 47% (obesidade; IC 95%:1,14;1,89), respectivamente, para o terceiro tercil ( $\bar{x}$ =623,7 kcal; IC 95%:604,3;643,0) em relação ao primeiro tercil ( $\bar{x}$ =86,8 kcal; IC 95%:82,9;90,6) (Crispim e colaboradores, 2024).

Dietas igualmente restritivas com alteração na distribuição do aporte calórico em maior ingestão no período matutino ou no período noturno obtiveram resultados semelhantes em termos de redução de peso, gasto energético total diário ou taxa metabólica basal, no entanto, a autopercepção de saciedade foi significativamente maior para o grupo com maior aporte calórico matinal, indicando possível benefício na supressão do apetite e adesão em pessoas com obesidade, fator que pode ser importante para aplicação em um ambiente não controlado.

Tal resultado foi demonstrado por ensaio clínico randomizado com 30 indivíduos com excesso de peso submetidos a quatro semanas de dieta controlada caracterizada por 45%:35%:20% de aporte calórico no café da

manhã, almoço e jantar em comparação com 20%:35%:45%, respectivamente (Ruddick-Collins e colaboradores, 2022).

Em contraste, revisão sistemática com metanálise conduzida por Young e colaboradores (2023), no contexto de uma dieta com baixo teor de energia observou redução de peso significativamente maior para o grupo com maior ingestão alimentar no período matutino em comparação com período noturno.

Enquanto em estudo contemplando amostra representativa da população americana, com dados coletados entre 2015 e 2018 de 7.379 participantes acima de 18 anos, observou-se após regressão de Poisson ajustada para variáveis de confusão (idade, sexo, raça, escolaridade, renda familiar, estado civil, consumo de álcool, tabagismo, atividade física, sono e ingestão total de energia) que janelas alimentares prolongadas, última refeição e pontos médios alimentares tardios associaram-se significativamente a obesidade abdominal ou glicemia em jejum alterada. Indivíduos com janelas alimentares superiores a 12 horas apresentaram prevalência de obesidade abdominal 15% maior (IC 95% = 1,03; 1,28) quando comparados com aqueles que realizaram janela alimentar inferior a 12 horas.

Em relação ao horário da última refeição, foram constatados os seguintes valores de horários médios por tercils: primeiro tercil 18:40, segundo tercil 20:13, terceiro tercil 22:03.

Adultos no terceiro tercil apresentaram 12% (IC 95% = 1,01; 1,25) de acréscimo na prevalência de obesidade abdominal quando comparados ao primeiro tercil.

Neste estudo, horário da primeira refeição e ponto médio alimentar divididos em tercils, apresentando médias de 06:58, 08:26 e 10:41 e de 13:36, 15:47 e 18:08, respectivamente, não apresentaram associação com obesidade ou obesidade abdominal, mas, adultos com pontos médios alimentares tardios (segundo e terceiro tercil) apresentaram prevalência de glicemia de jejum elevada superior em 30% e 65% (IC 95% = 1,07; 1,59 e 1,22; 2,22, respectivamente) quando comparados ao primeiro tercil (Cunha e colaboradores, 2023).

Outro estudo com amostra representativa da população adulta americana em oito ciclos de uma série temporal maior (2003 a 2018), incluindo dados de 34.470 participantes demonstrou que os padrões de

ingestão alimentar entre adultos americanos configuram-se por uma carga calórica predominantemente noturna (jantar 35,9±0,02%, almoço 23,8±0,02%, lanches intermediários 21,1±0,02% e café da manhã 19,3±0,01%), assim como, janela alimentar média de 12,11±0,02 horas/dia com 35% dos indivíduos apresentando janela alimentar acima de 13 horas e 59% da população ingerindo calorias após 21 horas (Farsijani e colaboradores, 2023).

Considerando-se apenas o hábito de omissão de café da manhã em comparação com o consumo habitual de café da manhã, duas revisões sistemáticas com metanálise encontraram resultados conflitantes (Bonnet e colaboradores, 2020; Wicherksi, Schlesinger e Fischer, 2021).

Bonnet e colaboradores (2020), avaliaram exclusivamente ensaios clínicos randomizados, em adultos, com intervenção superior a quatro semanas e identificaram que o grupo com omissão do café da manhã reduziu significativamente o peso corporal (diferença média ponderada-DMP=-0,54 kg, IC 95%=-1,05;-0,03) e apresentou aumento do LDL-c (DMP=9,24 mg/dl, IC 95% = 2,18; 16,30). Já para porcentagem de gordura corporal, pressão arterial, colesterol total, HDL-c, triglicerídeos, proteína C reativa, insulina, glicemia de jejum, leptina, modelo homeostático de avaliação de resistência à insulina ou grelina a diferença não foi significativa (Bonnet e colaboradores, 2020).

Enquanto, revisão sistemática e metanálise incluindo apenas estudos observacionais longitudinais indicou um aumento de 11% no risco de sobrepeso/obesidade quando o café da manhã foi ignorado habitualmente em três ou mais dias por semana em comparação com omissão por dois dias por semana ou menos (IC 95% = 1,04; 1,19) (Wicherksi, Schlesinger e Fischer, 2021).

A Figura 1 apresenta a síntese das principais associações em cronomutrição sobre janela de alimentação e ingestão matinal ou noturna encontradas nos estudos abordados nesta seção, representados cronologicamente ao longo de um ciclo de 24 horas.

#### Tempo de restrição alimentar

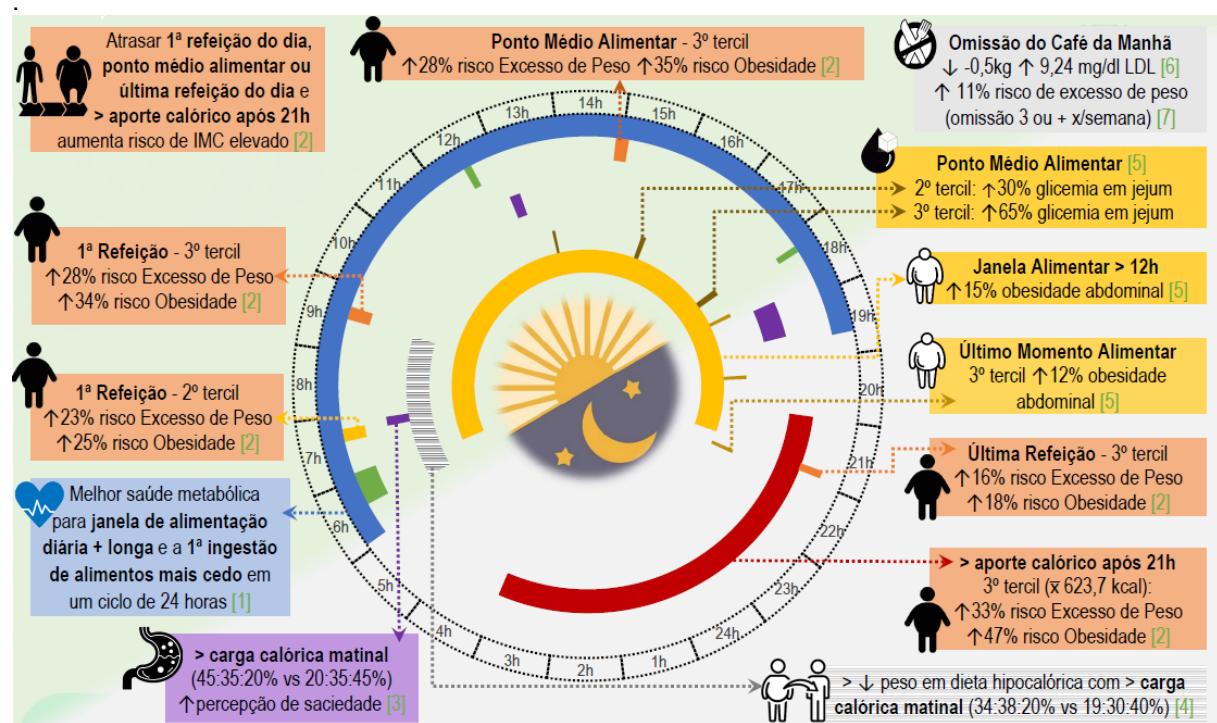
Em estudo de revisão sistemática conduzido por Adafer e colaboradores (2020) avaliando como a janela alimentar com restrição de tempo sem requerer restrição

calórica afeta a saúde humana foram contemplados 23 estudos publicados entre 2014 e 2020. Os autores observaram que as janelas de restrição alimentar variaram de quatro horas de alimentação por 20 horas de jejum (4/20) a 12/12, sendo a maioria (n=12) de 8/16.

Constou tratar-se de uma abordagem dietética bem tolerada (adesão entre 74% e 100% nos dez estudos que avaliaram este quesito), com uma redução não intencional de 20% na ingestão calórica e de aproximadamente 3% de peso. Observaram

ainda a ocorrência de redução de massa gorda inclusive nos grupos com dieta isocalórica.

A propósito, a janela alimentar com tempo de restrição alimentar relacionou-se a efeitos metabólicos benéficos independentemente da perda de peso, tais como, redução da resistência à insulina, glicose sanguínea, triglicerídeos, pressão arterial, entre outros, o que sugere que pode haver um efeito intrínseco a ser elucidado baseado nos princípios da crononutrição, com realinhamento da alimentação e do relógio circadiano (Adafer e colaboradores, 2020).



**Figura 1** - Esquema visual das principais associações em crononutrição sobre Janela de Alimentação, Ingestão Matinal ou Noturna encontradas nos estudos abordados, representados cronologicamente ao longo de um ciclo de 24 horas. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos citados (2024).

**Legenda:** [1] Dote-Monteiro e colaboradores, 2023. Estudo transversal, n=118. [2] Crispim e colaboradores, 2024. Estudo transversal populacional, n=21.020. [3] Ruddick-Collins e colaboradores, 2022. Estudo clínico randomizado, n=30. [4] Young e colaboradores, 2023. Revisão sistemática com metanálise, n=485, 9 estudos, horário exato não informado. [5] Cunha e colaboradores, 2023. Estudo transversal populacional, n=7.379. [6] Bonnet e colaboradores, 2020. Revisão sistemática com metanálise, n=425, 7 ensaios clínicos randomizados. [7] Wicherks, Schlesinger e Fischer, 2021. Revisão sistemática com metanálise, n=105.251, 9 estudos observacionais longitudinais.

Chawla e colaboradores (2021), examinaram por meio de revisão sistemática incluindo 14 estudos publicados até 2020, os efeitos da janela de restrição alimentar, com padrão de jejum diurno e de jejum noturno em dois marcadores do ritmo circadiano, cortisol e melatonina. Como janela de restrição alimentar

com jejum diurno, utilizaram o Ramadã, um subconjunto de janela de restrição alimentar com motivação religiosa Islã durante o qual restringe-se a ingestão alimentar desde o amanhecer ao pôr do sol com duas a três refeições feitas entre o pôr do sol e o amanhecer. Os autores observaram que todos

os estudos selecionados encontraram diminuição estatisticamente significativa nas concentrações de melatonina ( $p<0,05$ ) e dois dos três observaram cessação do ritmo circadiano do cortisol durante a janela de restrição alimentar com jejum diurno. Os estudos contemplando janela de restrição alimentar com jejum noturno não examinaram a melatonina e as alterações no cortisol foram mistas.

Pular o jantar resultou em redução significativa do cortisol noturno e aumento não significativo no cortisol matinal.

Por outro lado, pular o café da manhã resultou em redução significativa do cortisol matinal e um aumento relativo no cortisol do meio-dia. Este efeito pode indicar um eixo hipotálamo-hipófise-adrenal disfuncional e pode estar associado a riscos cardiométrabólicos em longo prazo (Chawla e colaboradores, 2021).

Já estudo experimental conduzido por Wehrens e colaboradores (2017) avaliaram o efeito da alteração do horário de janela alimentar sobre marcadores biológicos durante protocolo laboratorial de 13 dias que contemplou 10 participantes submetidos a seis dias com oferta de três refeições (café da manhã, almoço e jantar) em intervalos de cinco horas começando 30 minutos após acordar, e,

na sequência, começando cinco horas e meia após acordar por mais seis dias.

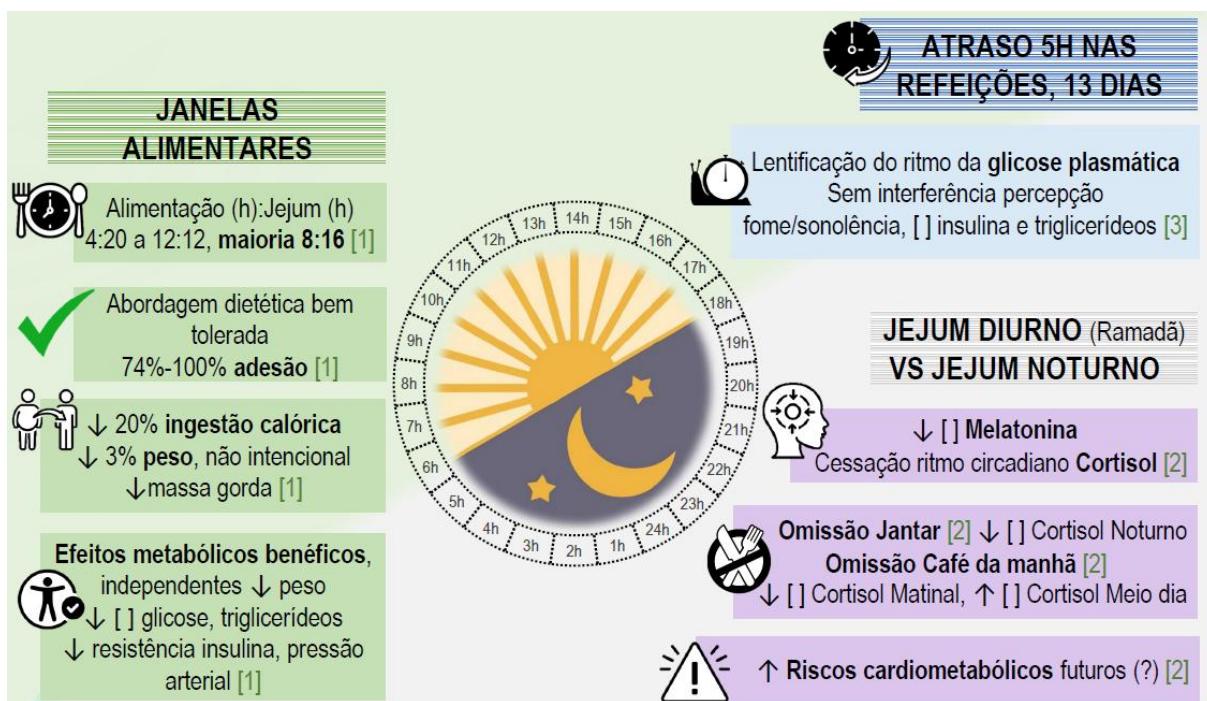
Durante o experimento, os autores observaram que, em rotinas constantes, a manipulação do horário das refeições por seis dias não interferiu na percepção de fome e sonolência, na dosagem dos hormônios de melatonina plasmática e cortisol, considerados hormônios marcadores do relógio mestre ou na dosagem de triglicerídeos plasmáticos.

No entanto, após as refeições tardias, os ritmos de glicose plasmática foram atrasados em  $5,69\pm1,29$  horas ( $p<0,001$ ) e a concentração média de glicose diminuiu em  $0,27\pm0,05$  mM ( $p<0,001$ ). No tecido adiposo, os ritmos de mRNA da PER2 (clock gene) foram atrasados em  $0,97\pm0,29$  horas ( $p<0,01$ ).

Os resultados indicam que os horários da alimentação podem impactar nos relógios moleculares periféricos a ponto de ocasionarem alterações na glicose plasmática.

Assim, para os autores, refeições programadas, poderiam, por outro lado, contribuir para a terapêutica de pacientes com distúrbios do ritmo circadiano, trabalhadores em turnos e viajantes transmeridianos (Wehrens e colaboradores, 2017).

A Figura 2 apresenta a síntese das principais associações em crononutrição sobre tempo de restrição alimentar encontradas nos estudos abordados nesta seção.



**Figura 2** - Esquema visual das principais associações em crononutrição sobre tempo de restrição alimentar encontradas nos estudos abordados, representados ao longo de um ciclo de 24 horas. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos citados (2024).

**Legenda:** [1] Adafer e colaboradores, 2020. Revisão sistemática, n=520, 23 ensaios clínicos. [2] Chawla e colaboradores, 2021. Revisão sistemática, n=418, 14 ensaios clínicos randomizados + observacionais. [3] Wehrens e colaboradores, 2017. Estudo experimental, n=10, 13 dias de intervenção.

#### Cronotipo e jetlag alimentar

Em uma revisão sistemática contemplando 24 estudos que avaliaram adultos saudáveis, classificados de acordo com cronotipo e perfis de composição corporal, utilizando desfechos de consumo alimentar, comportamento alimentar e/ou biomarcadores observou-se que embora os cronotipos avaliados tenham apresentado ingestão calórica e distribuição de macronutrientes semelhantes, os cronotipos noturnos em comparação com cronotipos matutinos eram mais propensos a ter sobre peso/obesidade, pior saúde metabólica, exacerbação de comportamentos alimentares menos saudáveis e ingestões dietéticas menos favoráveis.

Assim, os cronotipos noturnos associaram-se a maior ingestão calórica no período noturno, omissão e atraso no consumo do café da manhã, ingestão de menor aporte de vitaminas e minerais, menor consumo de alimentos minimamente processados, maior consumo de alimentos processados e ultraprocessados, bem como, os indivíduos

apresentaram menores valores sanguíneos de HDL colesterol e maiores valores de triglicerídeos, insulina, HOMA-IR, dentre outros, quando comparados ao cronotipo matutino.

Os autores sugerem que tais resultados podem contribuir para o entendimento da maior prevalência de excesso de peso no grupo de cronotipo noturno, porém estudos adicionais são necessários para essa elucidação (Van Der Merwe, Münch e Kruger, 2022).

Em adição, Teixeira e colaboradores (2023), em revisão sistemática contemplando 43 estudos publicados entre 2004 e 2020 sobre a associação do cronotipo com hábitos alimentares observaram que o cronotipo noturno associou-se à maior prevalência de obesidade em 47% dos estudos e, em cerca de 95% dos estudos, encontraram associação entre o cronotipo noturno e pelo menos um marcador de hábito alimentar não saudável, dentre eles, comer tarde da noite, omissão frequente do café da manhã e maior consumo de alimentos processados e ultraprocessados. Em contraste, os cronotipos matutinos

apresentaram maior propensão à realização do café da manhã mais cedo e ao consumo de alimentos frescos e minimamente processados.

Os cronotipos intermediários apresentaram padrões de saúde e alimentares mais próximos ao perfil matutino que noturno (Teixeira e colaboradores, 2023).

Enquanto McHill e colaboradores (2017), avaliaram o consumo de alimentos em relação tanto a hora do relógio quanto ao horário biológico, relacionado ao cronotipo, avaliado pelo momento da liberação de melatonina. Os autores conduziram um estudo transversal de 30 dias de avaliação de sono e comportamentos circadianos e registro alimentar de sete dias contemplando 110 adultos jovens (18 a 22 anos) durante sua rotina habitual.

Os participantes, de ambos os sexos, foram classificados em dois grupos por meio do percentual de gordura corporal sendo que os participantes com gordura corporal acima de 21% para homens e 31% para mulheres foram incluídos no grupo de pessoas com alta adiposidade e os demais no grupo de pessoas com baixa adiposidade.

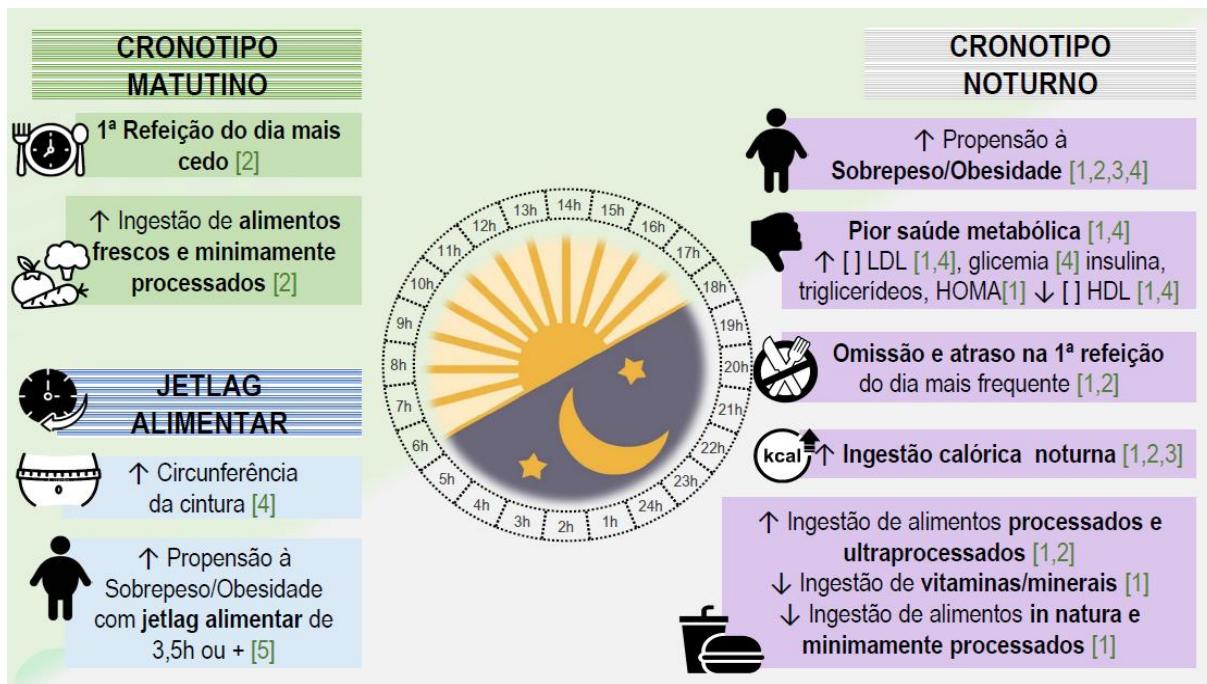
E, embora os autores não tenham encontrado associação entre a hora cronológica da ingestão de alimentos, quantidade calórica, composição de macronutrientes da refeição, nível de atividade física ou duração do sono com estado nutricional na amostra estudada, eles observaram que os indivíduos com alta adiposidade consumiram a maior parte de suas calorias 1,1h mais perto do início da produção de melatonina, o que anuncia o início da noite biológica, e que o momento da ingestão de alimentos em relação ao início da melatonina foi significativamente associado com a porcentagem de gordura corporal e índice de massa corporal.

Segundo os autores, os resultados podem sugerir que o consumo de alimentos durante a noite circadiana pode desempenhar um papel importante na composição corporal, com diferenças inclusive relacionadas ao cronotipo e pode ser independente de fatores de risco conhecidos como quantidade e

qualidade de alimentos ingeridos e nível de atividade física (McHill e colaboradores, 2017).

Em relação ao jetlag alimentar, Zhang e colaboradores (2022) conduziram uma revisão sistemática com metanálise contemplando 27 estudos para avaliar a associação entre o cronotipo noturno e o jetlag alimentar com obesidade, níveis de glicemia e lipídios em adultos, excluindo-se trabalhadores em turno. Os autores observaram que tanto o cronotipo noturno quanto o jetlag alimentar foram associados à obesidade e a parâmetros metabólicos desfavoráveis do metabolismo glicídico e lipídico. Em síntese, os participantes com cronotipo noturno em comparação com o cronotipo matinal manifestaram valores significativamente maiores para IMC (DMP=+0,44 kg/m<sup>2</sup>, IC 95%=-0,30;0,57), maior glicemia de jejum (DMP=5,83 mg/dl, IC 95%=-3,27;8,38), maior nível de colesterol total (DMP=6,63mg/dl, IC 95%=-0,69;12,56) e menor nível de HDL-C (DMP=-1,80mg/dl, IC 95%=-2,30;-1,31) (Zhang e colaboradores, 2022).

Similarmente, estudo transversal incluindo 1.106 adultos entre 18 e 25 anos observou associação positiva entre o jetlag alimentar e IMC ( $p=0,008$ ), de forma independente ao cronotipo e jetlag alimentar e ajustada para idade, sexo, nacionalidade, nível de atividade física, qualidade da dieta e duração de sono, identificando o limiar de jetlag alimentar de 3,5h ou mais, a partir do qual o IMC poderia aumentar significativamente (1,34 kg/m<sup>2</sup>, IC 95%=-0,026;2,40). Os autores observaram valores de horário significativamente diferentes para os horários das refeições e ponto médio alimentar entre dias de semana e finais de semana. As médias foram de, respectivamente, 8:21±1:15 e 10:24±01:08 para café da manhã, 14:15±01:09 e 14:53±00:58 para almoço, 21:17±00:47 e 21:32±00:56 para jantar, assim como, 15:09±01:28 e 16:01±01:18 culminando com um jetlag alimentar médio de 1,3±0,9 horas. Os autores inferem que a redução do jetlag alimentar poderia ser incluída como uma parte das orientações para prevenção da obesidade na população (Zerón-Rugerio e colaboradores, 2019).



**Figura 3** - Esquema visual das principais associações em crononutrição sobre Tempo de Restrição Alimentar encontradas nos estudos abordados, representados ao longo de um ciclo de 24 horas. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos citados (2024).

**Legenda:** [1] Van Der Merwe, Münch e Kruger, 2022. Revisão sistemática, n=22.312, 24 estudos. [2] Teixeira e colaboradores, 2023. Estudo transversal populacional, n=21.020. [3] Mchill e colaboradores, 2017. Estudo transversal, n=110. [4] Zhang e colaboradores, 2022. Revisão sistemática com metanálise, n=476.176, 27 estudos. [5] Zerón-Rugerio e colaboradores, 2019. Estudo transversal, n=1.106.

Ressalta-se, entretanto, que a associação do jetlag alimentar com demais variáveis cardiometabólicas é incerta.

Diferenças de jetlag alimentar associaram-se à circunferência da cintura, mas não foram associadas a alterações no IMC e aos níveis de glicemia em jejum, hemoglobina glicada, HDL-c na revisão sistemática conduzida por Zhang e colaboradores (2022).

E, a associação entre jetlag alimentar e fatores cardiometabólicos, não foi significativa em estudo transversal com 118 adultos jovens conduzido por Dote-Montero e colaboradores (2023) para as variáveis de pressão arterial, dosagem sanguínea de triglicerídeos, HDL-c, LDL-c, colesterol total e HOMA-IR (Dote-Montero e colaboradores, 2023).

A Figura 3 apresenta a síntese das principais associações em crononutrição sobre cronotipo e jetlag alimentar encontradas nos estudos abordados nesta seção.

## CONCLUSÃO

A crononutrição é uma área recente de pesquisa que tem avançado significativamente nas últimas décadas.

Ela propõe que a alimentação antecipada, com ênfase diurna e em alinhamento com os ritmos circadianos pode contribuir para a saúde metabólica, interagindo com diversos órgãos e na regulação endócrina de hormônios como melatonina, cortisol e insulina.

Tais interações promovem impactos positivos e modulam diversas funções do organismo, tais como, o metabolismo de macronutrientes, em especial, carboidratos e gorduras e sua associação positiva também é presente quando avaliadas variáveis de percepção de fome/saciedade, escolhas alimentares priorizando alimentos in natura e minimamente processados em oposição à alimentos processados e ultraprocessados, bem como, para dimensões corporais, à

exemplo de peso, IMC, volume de massa gorda, circunferência da cintura, dentre outras.

Isso se faz especialmente importante no cenário atual, cuja prevalência crescente de obesidade e consequente agravamento de comorbidades associadas é um consenso no cenário global, evidenciando ineficiência de políticas públicas e de diretrizes de enfrentamento nacionais e internacionais.

Além disso, demonstra a inexistência de protocolos eficazes para impedir o acometimento de novas pessoas, e, para promover a redução da adiposidade e manutenção do peso saudável tanto no âmbito coletivo, quanto no âmbito individual.

Os modelos teóricos existentes apontam para a complexidade e multifatoriedade da obesidade incluindo fatores biológicos, psicológicos, sociais, ambientais, econômicos, culturais, farmacológicos, genéticos, microbiológicos, dentre outros.

E, embora o desalinhamento circadiano não possa explicar de forma robusta e isoladamente a elevação das prevalências mundiais de obesidade na proporção identificada, os resultados encontrados ainda que limitados, são promissores para indicar um campo de conhecimento que pode ser ampliado no futuro que, juntamente com as demais áreas, pode provocar avanços nos modelos teóricos culminando com a formatação de diretrizes de manejo mais efetivas.

Em geral, variáveis de proteção incluíram, o hábito de comer antecipadamente pela manhã, carga calórica predominantemente diurna e ponto médio alimentar e calórico antecipado, janelas alimentares diurnas, inferiores a 12 horas, cronotipos diurno ou intermediário e menor jetlag alimentar.

Os achados e limitações evidenciam a necessidade de desenvolvimento de estudos adicionais mais robustos que incluam um delineamento metodológico aprimorado com determinação e padronização das variáveis mais relevantes de investigação. Sugere-se estudos adicionais correlacionando outras variáveis, como fatores sociais, ambientais, culturais e econômico.

Em adição, é importante ressaltar que embora esta revisão narrativa tenha explorado a relação da crononutrição com a obesidade de forma ampla e possa sintetizar evidências e apontar lacunas na literatura, por sua própria natureza metodológica, está sujeita a limitações inerentes ao formato, como a

possibilidade de viés na seleção dos estudos e a dificuldade de quantificar os resultados de forma precisa, limitando-se a generalização dos resultados.

Desta forma, os achados aqui apresentados devem ser interpretados com cautela e complementados por estudos futuros com delineamentos metodologicamente mais rigorosos, como, por exemplo, por revisões sistemáticas com metanálise.

Por fim, reforça-se a crononutrição e sua associação com a obesidade enquanto temática de relevância crescente e com potencial para futuras investigações que possam vir a embasar posteriormente diretrizes internacionais e recomendações clínicas, culminando em contribuições significativas para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- 1-Adafer, R.; Messaadi, W.; Meddahi, M.; Patey, A.; Haderbache, A.; Bayen, S.; Messaadi, N. Food timing, circadian rhythm and chrononutrition: A systematic review of time-restricted eating's effects on human health. *Nutrients*. Vol. 12. Num. 12. 2020. p. 3770.
- 2-Bonnet, J.P.; Cardel, M.I.; Cellini, J.; Hu, F.B.; Guasch-Ferré, M. Breakfast Skipping, Body Composition, and Cardiometabolic Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *Obesity*. Vol. 28. Num. 6. 2020. p. 1098-1109.
- 3-Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Vigitel Brasil 2023: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svs/vigitel/vigitel-brasil-2023-vigilancia-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas-por-inquerito-telefonico/view>. Acesso em: 21/06/2024.
- 4-Callaway, E.; Ledford, H. Medicine Nobel awarded for work on circadian clocks. *Nature*. Vol. 550. Num. 7674. 2017. p. 18.
- 5-Chaput, J.P.; Dutil, C.; Featherstone, R.; Rossa, R.; Giangregorio, L.; Saunders, T.J.; Janssen, I.; Poitras, V.J.; Kho, M.; Ross-White,

A.; Zankar, S.; Carrier, J. Sleep timing, sleep consistency, and health in adults: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. Vol. 45. Num. 10. 2020. p. S232-S247.

6-Chawla, S.; Beretoulis, S.; Deere, A.; Radenkovic, D. The window matters: A systematic review of time restricted eating strategies in relation to cortisol and melatonin secretion. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 8. 2021. p. 2525.

7-Chiavaroli, L.; Kendall, C.W.C.; Braunstein, C.; Mejia, S.B.; Leiter, L.; Jenkins, D.J.A.; Sievenpiper, J.L. Effect of pasta in the context of low-glycaemic index dietary patterns on body weight and markers of adiposity: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials in adults. *BMJ Open*. Vol. 8. Num. 3. 2018. p. e018456.

8-Crispim, C.A.; Rinaldi, A.E.; Azeredo, C.M.; Skene, D.J.; Moreno, C.R.C. Is time of eating associated with BMI and obesity? A population-based study. *European Journal of Nutrition*. Vol. 63. Num. 2. 2024. p. 527-537.

9-Cunha, N.B.; Teixeira, G.P.; Rinaldi, A.E.M.; Azeredo, C.M.; Crispim, C.A. Late meal intake is associated with abdominal obesity and metabolic disorders related to metabolic syndrome: A chrononutrition approach using data from NHANES 2015-2018. *Clinical Nutrition*. Vol. 42. Num. 9. 2023. p. 1798-1805.

10-Dote-Montero, M.; Costa, F.M.C.; Sanchez-Delgado, G.; Marchan-Ramirez, E.; Amaro-Gahete, F.J.; Labayen, I.; Ruiz, J.R. Association of meal timing with body composition and cardiometabolic risk factors in young adults. *European Journal of Nutrition*. Vol. 62. Num. 5. 2023. p. 2303-2315.

11-Farsijani, S.; Mao, Z.; Cauley, J.A.; Newman, A.B. Comprehensive assessment of chrononutrition behaviors among nationally representative adults: Insights from National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) data. *Clinical Nutrition*. Vol. 42. Num. 10. 2023. p. 1910-1921.

12-Ferreira, C.M.; Reis, N.D.; Castro, A.O.; Hofelmann, D.A.; Kodaira, K.; Silva, M.T.; Galvao, T.F. Prevalence of childhood obesity in Brazil: systematic review and meta-analysis.

*Jornal de Pediatria*. Vol. 97. Num. 5. 2021. p. 490-499.

13-Ge, L.; Sadeghirad, B.; Ball, G.D.C.; Costa, B. R.; Hitchcock, C. L.; Svendrovska, A.; Kiflen, R.; Quadri, K.; Kwon, H.Y.; Karamouzian, M.; Adams-Webber, T.; Ahmed, W.; Damanhoury, S.; Zeraatkar, D.; Nikolakopoulou, A.; Tsuyuki, R.T.; Tian, J.; Yang, K.; Guyatt, G.H.; Johnston, B.C. Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: Systematic review and network meta-analysis of randomised trials. *The BMJ*. BMJ Publishing Group. Vol. 368. 2020.

14-Hill, A.J.; Rodriguez, L.R.; Caterson, I.D. The relationship between obesity and tertiary education outcomes: a systematic review. *International Journal of Obesity*. Vol. 44. Num. 11. 2019. p. 2445-2460.

15-Jamshed, H.; Beyl, R.A.; Manna, D.L.D.; Yang, E.S.; Ravussin, E.; Peterson, C.M. Early time-restricted feeding improves 24-hour glucose levels and affects markers of the circadian clock, aging, and autophagy in humans. *Nutrients*. Vol. 11. Num. 6. 2019. p. 1234.

16-Jastreboff, A.M.; Kotz, C.M.; Kahan, S.; Kelly, A.S.; Heymsfield, S.B. Obesity as a Disease: The Obesity Society 2018 Position Statement. *Obesity*. Vol. 27. Num. 1. 2019. p. 7-9.

17-Kodaira, K.; Abe, F.C.; Galvão, T.F.; Silva, M.T. Time-trend in excess weight in Brazilian adults: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. Public Library of Science (PLoS). Vol. 16. Num. 9. 2021. p. e0257755.

18-Lewis, P.; Korf, H.W.; Kuffer, L.; Grob, J.V.; Erren, T.C. Exercise time cues (zeitgebers) for human circadian systems can foster health and improve performance: A systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. Vol. 4. Num. 1. 2018. p. e000443.

19-Marin-Jiménez, N.; Cruz-Leon, C.; Sanchez-Oliva, D.; Jimenez-Iglesias, J.; Caraballo, I.; Padilla-Moledo, C.; Cadenas-Sanchez, C.; Cuenca-Garcia, M.; Piñero-Castro, J. Criterion-Related Validity of Field-Based Methods and Equations for Body Composition Estimation in

- Adults: A Systematic Review. *Current Obesity Reports*. Vol. 11. Num. 12. 2022. p. 336-349.
- 20-McHill, A.W.; Phillips, A.J.K.; Czeisler, C.A.; Keating, L.; Yee, K.; Barger, L.K.; Garaulet, M.; Scheer, F.A.; Klerman, E.B. Later circadian timing of food intake is associated with increased body fat. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 106. Num. 5. 2017. p. 1213-1219.
- 21-Murray, C.J.L.; e colaboradores. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. Vol. 396. Num. 10258. 2020. p. 1223-1249.
- 22-OMS. Organização Mundial da Saúde. *Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, 11ª Revisão - CID-11*. Genebra: OMS. 2022. p. 2519. Disponível em: <https://icd.who.int/browse/2024-01/mms/pt#149403041>. Acesso em: 21/06/2024.
- 23-Papadopoulos, S.; Brennan, L. Correlates of weight stigma in adults with overweight and obesity: A systematic literature review. *Obesity*. Vol. 23. Num. 9. 2015. p. 1743-1760.
- 24-Parnarouskis, L.; Jouppi, R.J.; Cummings, J.R.; Gearhardt, A.N. A randomized study of effects of obesity framing on weight stigma. *Obesity*. Vol. 29. Num. 10. 2021. p. 1625-1634.
- 25-Phelps, N.H.; e colaboradores. Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*. Vol. 403. Num. 10431. 2024. p. 1027-1050.
- 26-Poggiogalle, E.; Jamshed, H.; Peterson, C.M. Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism: Clinical and Experimental*. Vol. 84. 2018. p. 11-27.
- 27-Rovira-Llopis, S.; Luna-Marco, C.; Perea-Galera, L.; Bañuls, C.; Morillas, C.; Victor, V.M. Circadian alignment of food intake and glycaemic control by time-restricted eating: A systematic review and meta-analysis. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. Vol. 25. Num. 4. 2024. p. 603-620.
- 28-Ruddick-Collins, L.C.; Morgan, P.J.; Fyfe, C.L.; Filipe, J.A.N.; Horgan, G.W.; Westerterp, K.R.; Johnston, J.D.; Johnstone, A.M. Timing of daily calorie loading affects appetite and hunger responses without changes in energy metabolism in healthy subjects with obesity. *Cell Metabolism*. Vol. 34. Num. 10. 2022. p. 1472-1485.
- 29-Sbaraini, M.; Cureau, F.V.; Ritter, J.A.; Schuh, D.S.; Madalosso, M.M.; Zanin, G.; Goulart, M.R.; Pellanda, L.C.; Schaan, B.D. Prevalence of overweight and obesity among Brazilian adolescents over time: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutrition*. Cambridge University Press. Vol. 25. Num. 1. 2021. p. 112-123.
- 30-Svendsen, S.D.; Præstegaard, A.; Løventoft, P.; Nørregaard, L.; Knorr, U.; Dam, H.; Frøkjær, E.; Danilenko, K.; Hageman, I.; Faurholt-Jepsen, M.; Kessing, L.V.; Martiny, K. Circadian reinforcement therapy in combination with electronic self-monitoring to facilitate a safe post-discharge period of patients with depression by stabilizing sleep: Protocol of a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*. Vol. 19. Num. 1. 2019. p. 210.
- 31-Teixeira, G.P.; Guimarães, K.C.; Soares, A.G.N.S.; Marqueze, E.C.; Moreno, C.R.C.; Mota, M.C.; Crispim, C.A. Role of chronotype in dietary intake, meal timing, and obesity: a systematic review. *Nutrition Review*. Vol. 81. Num. 1. 2023. p. 75-90.
- 32-Van Der Merwe, C.; Münch, M.; Kruger, R. Chronotype Differences in Body Composition, Dietary Intake and Eating Behavior Outcomes: A Scoping Systematic Review. *Advances in Nutrition*. Vol. 13. Num. 6. 2022. p. 2357-2405.
- 33-Wehrens, S.M.T.; Christou, S.; Isherwood, C.; Middleton, B.; Gibbs, M.A.; Archer, S.N.; Skene, D.J.; Johnston, J.D. Meal Timing Regulates the Human Circadian System. *Current Biology*. Vol. 27. Num. 12. 2017. p. 1768-1775.
- 34-WHO. World Health Organization. *World health statistics 2024: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals* [recurso eletrônico]. Genebra: WHO. 2024a. 1 recurso online. (World Health Statistics). Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglc>

lefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376869/9789240094703-eng.pdf?sequence=1. Acesso em: 21/06/2024.

35-WHO. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva: WHO. 2024. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43035/9241592222\_eng.pdf?sequence=1. Acesso em: 21/06/2024.

36-Wicherski, J.; Schlesinger, S.; Fischer, F. Association between breakfast skipping and body weight-a systematic review and meta-analysis of observational longitudinal studies. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 1. 2021. p. 272.

37-World obesity federation. World Obesity Atlas 2024. London: World Obesity Federation. 2024. Disponível em: <https://data.worldobesity.org/publications/?cat=22>. Acesso em: 21/06/2024.

38-Young, I.E.; Poobalan, A.; Steinbeck, K.; O'Connor, H.T.; Parker, H.M. Distribution of energy intake across the day and weight loss: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. Vol. 24. Num. 3. 2023. p. e13537.

39-Zerón-Rugerio, M.F.; Hernández, A.; Porras-Loaiza, A.P.; Cambras, T.; Izquierdo-Pulido, M. Eating jet lag: A marker of the variability in meal timing and its association with body mass index. *Nutrients*. Vol. 11. Num. 12. 2019. p. 2880.

40-Zerón-Rugerio, M.F.; Díez-Noguera, A.; Izquierdo-Pulido, M.; Cambras, T. Higher eating frequency is associated with lower adiposity and robust circadian rhythms: A cross-sectional study. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 113. Num. 1. 2021. p. 17-27.

41-Zhang, Q.; Zhang, C.; Wanf, H.; Ma, Z.; Liu, D.; Guan, X.; Fu, Y.; Cui, M.; Dong, J. Intermittent Fasting versus Continuous Calorie Restriction: Which Is Better for Weight Loss? *Nutrients*. Vol. 14. Num. 9. 2022. p. 1-19.

42-Zhang, R.; Cai, X.; Lin, C.; Yang, W.; Lv, F.; Wu, J.; Ji, L. The association between metabolic parameters and evening chronotype and social jetlag in non-shift workers: A meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*. Vol. 13. 2022. p. 1008820.

1 - Nutricionista, aluna do Curso de Especialização em Nutrição e Obesidade, Departamento de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

2 - Doutora em Ciências da Saúde - UFU, Docente da Ânima Educação, Departamento de Ciências da Saúde, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

3 - Mestre em Fisioterapia Cardiorrespiratória - UNITRI, Docente da Ânima Educação, Departamento de Ciências da Saúde, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

4 - Doutora em Genética e Bioquímica - UFU, Docente do Curso de Medicina, Universidade Federal de Catalão, Catalão, Goiás, Brasil.

5 - Doutora em Ciências da Saúde - UFU, Docente da Ânima Educação, Departamento de Ciências da Saúde, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

6 - Mestre em Ciências Veterinárias - UFU, Faculdade de Medicina de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

7 - Cirurgião-dentista, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

8 - Doutor em Medicina (Clínica Médica) - FMRP/USP, Docente do Curso de Especialização em Nutrição Esportiva e Obesidade, Departamento de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, Docente do Departamento de Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

#### Autor correspondente:

Heitor Bernardes Pereira Delfino.

heitor.delfino@ufu.br

Departamento de Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Av Pará - 1720, Campus Umuarama, Bloco 2U - Sala 8, Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil.

CEP: 38405-320.

#### E-mail dos autores:

allinegr@gmail.com

critiana.gontijo@animaeeducacao.com.br

cristina.boaventura@prof.una.br

lara.paraiso@ufcat.edu.br

leia.sousa@prof.una.br

profcaio.ferreira@gmail.com  
phelipe.elias@ufu.br  
heitor.delfino@ufu.br

Recebido para publicação em 19/02/2025  
Aceito em 11/06/2025