

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE MEDICINA

**ASSOCIAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DOS TURNOS DE TRABALHO COM OS
HORÁRIO DE COMER E COM AS PERCEPÇÕES SUBJETIVAS RELACIONADAS
À INGESTÃO ALIMENTAR EM TRABALHADORES RODIZIANTES**

LUISA PEREIRA MAROT FURLAN

DOUTORADO

2022

LUISA PEREIRA MAROT FURLAN

**ASSOCIAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DOS TURNOS DE TRABALHO COM OS
HORÁRIO DE COMER E COM AS PERCEPÇÕES SUBJETIVAS RELACIONADAS
À INGESTÃO ALIMENTAR EM TRABALHADORES RODIZIANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Área de concentração:
Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof^a. Dra^a.
Cibele Aparecida Crispim

UBERLÂNDIA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F985L Furlan, Luisa Pereira Marot, 1988-
2022 Associação da alternância dos turnos de trabalho com os horários de
comer e com as percepções subjetivas relacionadas à ingestão alimentar
em trabalhadores rodíziantes [recurso eletrônico] / Luisa Pereira Marot
Furlan. - 2022.

Orientadora: Cibele Aparecida Crispim.
(Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.7000>
Inclui bibliografia.

1. Ciências médicas. I. Crispim, Cibele Aparecida, 1977-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde. III. Título.

CDU: 61

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 11 - Bairro Umarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3225-8628 - www.ppcs.famed.ufu.br - ppcs@famed.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Tese de Doutorado Nº 018/PPCSA				
Data:	28.09.2022	Hora de início:	14:30h	Hora de encerramento:	18:30h
Matrícula do Discente:	11813CSD034				
Nome do Discente:	Luisa Pereira Marot Furlan				
Título do Trabalho:	ASSOCIAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DOS TURNOS DE TRABALHO COM OS HORÁRIOS DE COMER E COM AS PERCEPÇÕES SUBJETIVAS RELACIONADAS À INGESTÃO ALIMENTAR EM TRABALHADORES RODIZIANTES				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	2 - DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E PROGNÓSTICO DAS DOENÇAS E AGRAVOS À SAÚDE				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	CRONOBIOLOGIA NUTRICIONAL				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Webex, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Profas. Dras. Elaine Cristina Marqueze (Universidade Católica de Santos), Patrícia Xavier Soares de Andrade Nehme, Eduardo Henrique Rosa Santos (UFU), Erick Prado de Oliveira (UFU) e Cibele Aparecida Crispim Fahmy (UFU), orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos, a presidente da mesa, Profa. Dra. Cibele Aparecida Crispim Fahmy, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Erick Prado de Oliveira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/09/2022, às 18:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Henrique Rosa Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/09/2022, às 18:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cibele Aparecida Crispim Fahmy, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/09/2022, às 18:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Cristina Marqueze, Usuário Externo**, em 28/09/2022, às 20:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patricia Xavier Soares de Andrade Nehme, Usuário Externo**, em 28/09/2022, às 21:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3958403** e o código CRC **EA8BE13C**.

DEDICATÓRIA

Ao meu pequeno Vicente,
que há um ano chegou neste mundo para me ensinar
que a vida tem muito mais sentido com ele aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me abençoar e me guiar todos os dias da minha vida.

Ao meu filho, **Vicente**, ainda tão pequenininho foi capaz de me ensinar tanto. Obrigada meu filho, por me mostrar quais são as coisas que realmente importam nesta vida e por me mostrar que a vida é muito melhor com você aqui. O simples fato de você existir me motiva a ser muito melhor, uma mãe melhor, uma esposa melhor, uma filha melhor, uma irmã melhor, uma profissional melhor.

Ao meu marido, **Daniel**. Obrigada pelo amor, carinho, paciência, incentivo, apoio e por sonhar junto comigo meus sonhos. Obrigada, principalmente, pela parceria, por “segurar as pontas” nas muitas vezes que precisei me fechar e me dedicar a este trabalho. Te amo.

À minha família, meus pais, **Roberto e Rosana**, obrigada por me ensinarem que conhecimento é o maior bem que podemos ter. Me lembro com carinho de momentos da infância passeando pela livraria com meus pais para escolher um novo livro, “fazemos questão de comprar todos os livros que vocês precisarem na faculdade e na vida”. Obrigada por serem meus maiores exemplos e incentivadores. Meus irmãos, **Paula e Ricardo**, que são os primeiros e melhores amigos que tenho nesta vida. Obrigada por estarem sempre do meu lado, comemorando as minhas conquistas junto comigo. Aos meus avós, que não estão mais aqui, **Roberto, Maria Zélia, Wilson e Maria Conceição**, que são minha maior saudade e fonte inesgotável de inspiração. Em especial às minhas duas avós, exímias professoras que me inspiram neste caminho.

À minha orientadora, **Profª Dra. Cibele Crispim**. Obrigada por ter me recebido no grupo e me ensinado tanto, muito além da pesquisa e do ensino. Obrigada por ser sempre tão dedicada, disponível, paciente e por todos estes anos de convívio, sou extremamente grata por ter trilhado este caminho com a sua orientação.

Aos colaboradores deste trabalho. À Profª Dra. **Claudia Moreno**, pela parceria na concepção e construção dos artigos, obrigada por ser sempre tão disponível e generosa. Ao Prof. **Kenneth Wright**, pela parceria e todas as contribuições feitas aos artigos. Este trabalho é muito melhor porque conto com as contribuições de vocês nele.

Ao CRONUTRI pela convivência e parceria ao longo destes anos, pelos conhecimentos e experiências trocadas presencial ou virtualmente. Em especial, à **Laura T. Balieiro**, é difícil colocar em palavras o quanto sou grata. Obrigada por ser sempre

meu braço direito, obrigada por essa parceria que vai muito além da pesquisa. Serei sempre grata por sua amizade e nunca me esquecerei que você estava me ajudando a embalar meu bebê recém-nascido enquanto rodávamos as análises estatísticas deste trabalho. À **Tássia V. C. Lopes**, pela amizade e parceria ao longo de todos esses anos, por ser sempre meu apoio e conselheira, obrigada pelas orientações técnicas e profissionais e pelo ombro amigo por tantas vezes. À **Dayane Rosa**, serei sempre grata por ter me incentivado a voltar para a pesquisa. Obrigada pela amizade e parceria durante esse projeto, desde a sua concepção até os frutos que já estamos colhendo.

À **Profª Drª Regina Mara Fisberg**, por disponibilizar seu tempo e seus recursos de forma tão gentil. Estendo meus agradecimentos às suas alunas que me acolheram tão bem. Obrigada por todo conhecimento que me transmitiram. A contribuição de vocês foi fundamental para o bom desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde pela oportunidade.

Aos voluntários que aceitaram participar desta pesquisa.

RESUMO

Introdução: Estudos prévios destacam a irregularidade nos padrões alimentares de trabalhadores em turnos e noturnos no que diz respeito aos horários e frequência das refeições. Entretanto, pouco se sabe sobre o impacto da rotação de uma escala de turnos rodíziantes sobre o consumo total, a distribuição de energia e macronutrientes em 24h e sobre as percepções subjetivas relacionadas à refeição. **Objetivo:** Avaliar o efeito da rotação de uma escala de turnos no sentido horário sobre: 1) a ingestão energética total e distribuição de energia e macronutrientes por faixa de horário ao longo de 24h; e 2) a variação das percepções subjetivas de fome, prazer em comer, saciedade e apetite por grupos alimentares. **Métodos:** Trinta trabalhadores em turnos do sexo masculino de uma mineradora localizada no interior do Centro-Oeste do Brasil foram avaliados ao longo de 240 horas consecutivas (10 dias da escala de turnos: 2 dias no turno matutino (Dia 1 e Dia 2 ou Matutino 1 e Matutino 2)- 08:00 - 16:00); 2 dias no turno vespertino (Dia 3 e Dia 4 ou Vespertino 1 e Vespertino 2) - 16:00 - 00:00); 24h livres (Dia 5 ou 24h Livres)- 00:00 - 00:00); 2 dias no turno noturno (Dia 6 e Dia 7 ou Noite 1 e Noite 2)- 00:00 - 8:00) e 3 dias de folga (Dia 8, Dia 9 e Dia 10 ou Folga 1, Folga 2 e Folga 3). O consumo alimentar foi avaliado por meio de recordatórios 24h (R24h) e as percepções subjetivas relacionadas a refeição (fome, prazer em comer, saciedade e apetite por diferentes grupos alimentares) por meio de escalas visuais analógicas. Modelos mistos lineares foram utilizados para analisar: o efeito da rotação dos turnos sobre a variação de horários das refeições, ingestão de energia e macronutrientes; o efeito da interação entre turno e faixas de horário (00:00-03:59, 04:00-07:59, 08:00-11:59, 12:00-15:59, 16:00-19:59, 20:00-23:59); a variação nas taxas de fome antes da refeição, prazer em comer, saciedade pós-refeição, apetite por grupos alimentares e energia consumida na refeição principal do turno; e a interação das refeições com a rotação dos turnos sobre as variáveis de percepção alimentar. **Resultados:** A rotação dos turnos não teve efeito sobre a quantidade de energia consumida em 24h ($p = 0,065$). A interação entre dia de turno e faixa de horário mostrou que nos dias de turno noturno (Dia 6 e Dia 7) há uma maior ingestão de calorias (D6: $441,5 \pm 48,4$ kcal, D7: $345,5 \pm 48,4$ kcal), gorduras (D6: $17,6 \pm 2,0$ %, D7: $15,1 \pm 2,0$ %), carboidrato (D6: $17,0 \pm 1,7$ %, D7: $14,0 \pm 1,7$ %) e proteína (D6: $16,4 \pm 1,8$ D7: $15,5 \pm 1,8$) entre 00:00 - 03:59, comparado aos outros dias de turno ($p < 0,05$). Com relação as percepções subjetivas relacionadas às refeições, um efeito isolado do turno mostrou maiores taxas de fome no segundo dia de turno noturno (N2: $6,4 \pm 0,4$) comparado aos

turnos matutinos (M1: $4,7 \pm 0,4$, $p < 0,001$ e M 2: $5,4 \pm 0,4$, $p = 0,005$) e o segundo dia de turno vespertino (V2: $5,6 \pm 0,3$, $p = 0,31$). A interação entre turno e refeição mostrou que no café da manhã do último dia de turno (N2) houve maiores valores de fome comparado a Matutino 1, Matutino 2 e Vespertino 2 (N2: $6,4 \pm 0,4$; M1: $5,2 \pm 0,4$, $p = 0,14$; M2: $5,3 \pm 0,4$, $p = 0,029$; V2: $5,2 \pm 0,4$, $p = 0,022$) e Matutino 1 e Matutino 2 na refeição depois do jantar (N2: $5,4 \pm 0,5$; M1: $1,5 \pm 1,6$, $p = 0,023$ e M2: $3,1 \pm 0,8$, $p = 0,018$). Menores taxas de prazer em comer foram encontradas no almoço para os turnos da manhã (M1: $6,4 \pm 0,4$ e M2: $6,3 \pm 0,4$) e no jantar para os turnos da tarde (V1: $6,7 \pm 0,4$ e V2: $6,4 \pm 0,4$) comparados aos demais dias de turno ($p < 0,05$). Na principal refeição dos turnos noturnos realizada no ambiente de trabalho houve menores taxas de fome nos turnos noturnos (N1: $5,1 \pm 0,4$ e N2: $5,0 \pm 0,5$) comparado aos outros dias ($p < 0,05$); o primeiro dia de turno noturno (N1) apresentou menor consumo energético (503 ± 62 kcal) comparado aos turnos matutinos e ao segundo dia de turno vespertino e menor taxa de saciedade ($5,9 \pm 0,4$) comparado aos turnos matutinos e vespertino ($p < 0,05$). N1 apresentou menor apetite por vegetais ($2,2 \pm 0,9$, $p < 0,05$) comparado aos turnos da matutino e vespertino; N1 ($4,2 \pm 0,9$) e N2 ($3,7 \pm 1,0$) apresentaram menor apetite por alimentos ricos em amido comparado a M2 ($6,4 \pm 0,9$, N1: $p = 0,026$, N2: $p = 0,013$) e A2 ($6,7 \pm 0,9$, N1: $p = 0,018$, N2: $p = 0,006$); e menores taxas de apetite para carnes no N1 ($4,4 \pm 1,0$) e N2 ($3,8 \pm 1,0$) comparados a todos os outros dias ($p < 0,05$). **Conclusão:** Houve maior ingestão de energia e macronutrientes durante a madrugada nos turnos noturnos, o que reduz o período de jejum noturno e pode ter implicações na desregulação metabólica. Houve um aumento das taxas de fome, sem diminuição das taxas de saciedade à medida que o turno avançava. A variação de fome entre as principais refeições dos turnos tendeu para menores taxas nas refeições noturnas; entretanto, nem sempre estes valores estavam associados a menor ingestão energética. Além disso, nas refeições noturnas houve menor apetite por vegetais, carne e alimentos ricos em amido. Considerando os impactos metabólicos da distribuição de energia no período noturno e a influência das percepções subjetivas nas boas escolhas alimentares, o entendimento dos fatores que realmente motivam a ingestão alimentar desses trabalhadores precisa ser abordado por estudos futuros. Isso pode melhorar as estratégias de orientação nutricional para trabalhadores em turnos e noturnos.

Palavras-chave: consumo alimentar, horário de refeição, nutrição, trabalhadores em turnos, escala de turnos rotativa, fome, saciedade, apetite.

ABSTRACT

Introduction: Previous studies have highlighted the irregularity in the eating patterns of shift workers, mainly regard mealtimes and frequency. However, little is known about the impact of shift rotation between day, evening and night work hours and free days, on total energy intake and 24-hour energy and macronutrient distribution and subjective perceptions related to the meal. **Objective:** To evaluate the effect of a clockwise rotating a shift schedule on: 1) total energy intake and distribution of energy and macronutrients by time range over 24 hours; 2) and on the variation of subjective perceptions of hunger before, meal enjoyment, post-meal satiety and appetite by food groups. **Methods:** Thirty male shift workers from a mining company of the Midwest of Brazil were evaluated over 240 consecutive hours (10 days of the shift schedule: 2 days in the morning shift (Day 1 and Day 2 or Morning 1 and Morning 2- 08:00 - 16:00); 2 days in the evening shift (Day 3 and Day 4 or Afternoon 1 and Afternoon 2)- 16:00 - 00:00); 24 hours free (Day 5 or 24h Free - 00:00 - 00:00); 2 days in the night shift (Day 6 and Day 7 or Night 1 and Night 2 - 00 :00 - 08:00) and 3 days off (D8, D9 and D10 or Free 1, Free 2 and Free 3). Food intake was evaluated by 24h recall (24hR) and the subjective perceptions related to the meal (hunger, meal enjoyment, satiety and appetite for food groups) by a visual analogue scale. Linear mixed models were used to analyze the effect of shift rotation on variation of meal times, energy and macronutrients intake; effect of the interaction between shift and time ranges (00:00-03:59, 04:00-07:59, 08:00-11:59, 12:00-15:59, 16:00-19:59, 20:00-23:59); on the variation in the rates of hunger before meal, meal enjoyment, satiety after meal, appetite for food groups and energy intake in the main meal of the shift, as well as the interaction of meals with the rotation of shifts on the food perception variables. **Results:** Shift rotation had no effect on energy intake in 24h ($p = 0.065$). The interaction between shift day and time range showed that on night shift days (Day 6 and Day 7) there was a higher energy intake (D6: 441.5 ± 48.4 kcal, D7: 345.5 ± 48.4 kcal), fats (D6: 17.6 ± 2.0 %, D7: 15.1 ± 2.0 %), carbohydrate (D6: 17.0 ± 1.7 %, D7: 14.0 ± 1.7 %) and protein (D6: 16.4 ± 1.8 D7: 15.5 ± 1.8) between 00:00 - 03:59, compared to the other shift days ($p < 0.05$). Regarding the subjective perceptions related to meals, an isolated effect of the shift showed higher hunger rates on the second day of the night shift (N2: 6.4 ± 0.4) compared to the morning shifts (M1: 4.7 ± 0.4 , $p < 0.001$ and M2: 5.4 ± 0.4 , $p = 0.005$) and second day of the afternoon shift (A2: 5.6 ± 0.3 , $p = 0.31$). The interaction between shift and meal showed that the last day of shift (N2) presented

higher values of hunger compared to Morning 1, Morning 2 and Afternoon 2, at breakfast (N2: 6.4 ± 0.4 ; M1: 5.2 ± 0.4 , $p = 0.14$; M2: 5.3 ± 0.4 , $p = 0.029$; A2: 5.2 ± 0.4 , $p = 0.022$) and morning shifts in the after-dinner meal (N2: 5.4 ± 0.5 ; M1: 1.5 ± 1.6 , $p = 0.023$ and M2: 3.1 ± 0.8 , $p = 0.018$). Lower rates of meal enjoyment were found at lunch for the morning shifts (M1: 6.4 ± 0.4 and M2: 6.3 ± 0.4) and at dinner for the afternoon shifts (A1: 6.7 ± 0.4 and A2: 6.4 ± 0.4) compared to the other shift days ($p < 0.05$). The main meal of the night shifts, at the workplace, showed lower rates of hunger in the night shifts (N1: 5.1 ± 0.4 and N2: 5.0 ± 0.5) compared to the other days ($p < 0.05$); the first day of the night shift (N1) showed lower energy intake (503 ± 62 kcal) than morning shifts and the second afternoon shift and lower satiety (5.9 ± 0.4) than mornings and afternoon shifts ($p < 0.005$). N1 had a lower appetite for vegetables (2.2 ± 0.9 , $p < 0.05$) compared to the morning and afternoon shifts; N1 (4.2 ± 0.9) and N2 (3.7 ± 1.0) had a lower appetite for starchy foods compared to M2 (6.4 ± 0.9 , N1: $p = 0.026$, N2: $p = 0.013$) and A2 (6.7 ± 0.9 , N1: $p = 0.018$, N2: $p = 0.006$); and lower appetite rates for meat on N1 (4.4 ± 1.0) and N2 (3.8 ± 1.0) compared to all other days ($p < 0.05$). **Conclusion:** There was a higher energy and macronutrient intake during the early hours of the night shifts, which reduces the overnight fasting period and may have implications for metabolic dysregulation. There was an increase in hunger rates, with no decrease in satiety rates as the shift progressed. The variation of hunger, between the main meals of the shifts, tended to lower rates in the night meals, however, these values were not always associated with lower energy intake. In addition, these late-night meals also had a lower appetite for vegetables, meat, and starchy foods. Considering the metabolic impacts of energy distribution at night, in addition to the influence of subjective perceptions on good food choices, understanding the factors that really motivate these workers' food intake needs to be addressed by future studies. This can improve nutritional counseling strategies for shift workers.

Keywords: food intake, mealtime, nutrition, shift workers, rotating shift schedule, hunger, satiety, appetite.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Figura 1. Potenciais mecanismos que associam o trabalho em turnos ao sobrepeso e à obesidade.....	25
--	----

ARTIGO 1

Figure 1 Shift Schedule.....	42
Figure 2 Eating occasions dispersion throughout 24.....	48
Figure 3 Total energy intake daily throughout 24h.....	49
Figure 4 Fasting periods throughout the shifts.....	50

ARTIGO 2

Figure 1 Shift Schedule.....	70
Figure 2 Perceptions of hunger (A), meal enjoyment (B) and satiety (C) of the meals throughout the day for each shift day.....	76
Figure 3 Shift day effect on hunger (A), meal enjoyment (B) and satiety (C) of the meals throughout the shift schedule.....	78
Figure 4 Interaction between shift day meals for hunger, meal enjoyment and	80
Figure 5 Frequencies (%) of the determinants of food eaten, overall (A), regarding shift day (B) and meal (C).....	81
Figure 6 Shift day effect on main shift meal hunger (red line), meal enjoyment (purple line), satiety (green line) and energy (yellow line).....	82

LISTA DE TABELAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tabela 1. Estudos que investigaram as percepções subjetivas relacionadas a fome, saciedade, prazer em comer e apetite por grupos alimentares em trabalhadores em turnos e noturnos fixos.....	31
--	----

ARTIGO 1

Table 1 - Sociodemographic characteristics, anthropometric variables, health behaviors, and sleep duration of shift workers (n=30).....	44
Table 2 – Shift effects on number of meals, meal timing variables and energy intake	47
Table 3 – Shift and time ranges of energy intake.....	51
Table 4 – Interaction between shift day and time ranges on macronutrients intake.....	53

ARTIGO 2

Table 1 - Characteristics of the population studied.....	74
Table 2 - Linear regression analysis associating subjective perceptions (hunger, meal enjoyment and satiety) with energy intake across the shift days.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

D – Shift day

DLMO – Dim Light Melatonin Onset

DM – Diabetes Mellitus

DM2 – Diabetes Mellitus tipo 2

ED – Eating Duration

F1 – Free day 1

F2 – Free day 2

F3 – Free day 3

GH – Growth hormone

h – Horas

HDL-c – High-density lipoprotein cholesterol

HOMA-IR – Homeostatic Model Assessment – Insulin Resistance

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC – Índice de Massa Corporal

M1 – Morning shift 1

M2 – Morning shift 2

N1 – Night shift 1

N2 – Night shift 2

PNS – Pesquisa Nacional de Saúde

PER2 – Period circadian regulator 2

RI – Resistência Insulínica

ARTIGO 1

BMI – Body Mass Index

CNS – Central Nervous System

D1 – Shift day 1

D2 – Shift day 2

D3 – Shift day 3

D4 – Shift day 4

D5 – Shift day 5

D6 – Shift day 6

D7 – Shift day 7

D8 – Shift day 8

D9 – Shift day 9

D10 – Shift day 10

ELISA – Enzyme-linked Immunosorbent Assay

h – Horas

HOMA-IR – Homeostatic Model Assessment – Insulin Resistance

NDS-R – Nutrition Data System for Research

R24h – Recall 24 h

USDA – US Department of Agriculture

WC – Waist Circumference

ARTIGO 2

A 1 – Afternoon Shift Day 1

A 2 – Afternoon Shift Day 2

BMI – Body Mass Index

ELISA – Enzyme-linked Immunosorbent Assay

F 1 – Free Day 1

F 2 – Free Day 2

F 3 – Free Day 3

h – Horas

HOMA-IR – Homeostatic Model Assessment – Insulin Resistance

M 1 – Morning Shift Day 1

M 2 – Morning Shift Day 2

N 1 – Night Shift Day 1

N 2 – Night Shift Day 2

NDS-R – Nutrition Data System for Research

R24h – Recall 24 h

USDA – US Department of Agriculture

24F – 24 Hours Free

APÊNDICE

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.2 Trabalho em turnos.....	19
2.3 Trabalho em turnos, ritmos biológicos e doenças metabólicas e nutricionais .	20
2.4 Trabalho em turnos e obesidade	23
2.5 Trabalho em turnos e consumo alimentar	25
2.5.1 Alimentação do trabalhador de turnos: quantidade e qualidade.....	25
2.5.2 Alimentação do trabalhador de turnos: horários	27
2.5.3 Alimentação do trabalhador de turnos: motivações e percepção subjetiva de fome, prazer em comer, saciedade e apetite por grupos alimentares.	28
3 OBJETIVOS	34
3.1 Objetivo geral	34
3.2Objetivos específicos	34
4 Artigo 1. Meal timing variability of rotating shift workers throughout a complete shift cycle and its effect on daily energy and macronutrient intake: a field study	35
5 Artigo 2. Hunger, meal enjoyment, and satiety after meals throughout a complete rotating shift cycle	65
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXO 1. RECORDATÓRIO 24 HORAS	103
ANEXO 2. ESCALAS DE SENSações SUBJETIVAS	106

APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	109
APÊNDICE 2 - Levantamento Sociodemográfico e Clínico.....	111

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais comum e necessário na sociedade moderna 24/7, o trabalho em turnos foi definido pela Organização Internacional do Trabalho como um método de organização em que os trabalhadores se sucedem no local de trabalho, permitindo que o estabelecimento continue funcionando mais do que as horas de trabalho dos trabalhadores individuais (IOL, 1990). As escalas geralmente envolvem horários atípicos ou não convencionais que englobam o período noturno e podem acontecer como turnos fixos ou rodíziantes (IARC, 2019). A prevalência deste tipo de escalas de trabalho varia entre 15-20% da força de trabalho ao redor do mundo (NIOSH, 2015; EUROSTAT, 2019). No Brasil, aproximadamente 15% da população ativa do país trabalha em escalas de turno (IBGE, 2013) e estima-se que 7,6% trabalham em turnos noturnos (PNAD, 2016).

O desalinhamento circadiano crônico ao qual os trabalhadores em turnos e noturnos estão expostos, em consequência aos horários atípicos de trabalho, é visto como uma das principais razões que levam ao maior risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade (ANTUNES et al., 2010, LIU et al., 2018) síndrome metabólica (MORENO et al., 2019) e doenças cardiovasculares (VETTER et al., 2016). Liu et al. (2018) encontraram em uma revisão sistemática com meta-análise que o trabalhador em turnos possui um risco aumentado de sobrepeso e obesidade em comparação ao trabalhador diurno, em 25% e 17%, respectivamente (LIU et al., 2018). Somado à privação de sono, o desalinhamento temporal entre os ciclos claro-escuro e vigília-sono, alimentação-jejum e atividade-reposo (SMITH e EASTMAN, 2012) favorece a desregulação no metabolismo de macronutrientes (CRISPIM et al., 2007) e no controle de fome e saciedade (CRISPIM et al., 2011).

Estudos mostraram que o trabalho em turnos pode interferir nos hábitos alimentares e uma série de fatores pode afetar o comportamento alimentar destes trabalhadores (GUPTA et al., 2019). Alguns aspectos já foram abordados por pesquisas prévias, como a irregularidade nos horários e na frequência das refeições (FREITAS et al., 2015), a preferência por alimentos com alto valor energético e o baixo consumo de alimentos fontes de fibras (BALIEIRO et al., 2014; LOWDEN et al., 2010). Apesar de não apresentarem valores maiores de ingestão de energia quando comparados aos trabalhadores diurnos (BONHAM et al. 2017), os períodos estendidos de vigília em turnos noturnos colaboram para maior consumo de calorias em trabalhadores em turnos rotativos (MAROT et al., 2020) e, conseqüentemente, para um maior número de episódios alimentares no período noturno (SHAW et al., 2019). O consumo de alimentos no período noturno é deletério a saúde do trabalhador, uma vez que vai contra a organização temporal do

organismo, que apresenta uma resistência insulínica (ALMEIDA et al., 2022) e lipídica (BONHAM et al., 2019) no período escuro do ciclo claro-escuro, além de menores valores de oxidação lipídica quando refeições noturnas são consumidas próximas ao horário de sono (KELLY et al., 2020). Além disso, a possível desregulação na secreção de hormônios relacionados a fome e saciedade (grelina e leptina) como consequência do desalinhamento circadiano e da privação de sono (SPIEGEL et al., 2004), podem influenciar as sensações subjetivas relacionadas à ingestão de alimentos, promovendo mais fome e menos saciedade após os turnos noturnos (SANTA CECILIA SILVA et al., 2017). Por outro lado, segundo Waterhouse et al. (2003), os trabalhadores em turnos parecem ser mais motivados a comer durante o trabalho pelo hábito e tempo disponível, do que pela própria fome ou apetite relatados.

Considerando os prejuízos que o desalinhamento circadiano por si pode causar ao trabalhador, somado aos hábitos alimentares, o presente estudo teve como objetivo avaliar a variação da distribuição diária de energia e macronutrientes e descrever as percepções subjetivas de fome antes de todas as refeições, o prazer em comer e a saciedade após as refeições ao longo de 240h consecutivas (10 dias), que representa um rodízio completo da escala de trabalho rotativa (manhã-tarde-noite). Espera-se que o turno rotativo favoreça uma variação na distribuição de energia ao longo de 24h, tendendo a maiores valores de calorias consumidas no período noturno, além de maior consumo de calorias e macronutrientes em 24h nos dias de turno noturno. Além disso, nós hipotetizamos que haveria maiores níveis de fome no segundo dia de turno noturno como consequência da privação de sono e desalinhamento circadiano, além de menores valores de fome na refeição principal do turno noturno comparado às refeições principais dos turnos matutino e vespertino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2 Trabalho em turnos

O trabalho em turnos é considerado uma realidade crescente no mundo atual e se faz cada vez mais necessário a fim de atender as demandas da “sociedade 24/7” (24 horas por dia, 7 dias por semana), permitindo a continuidade da produção de bens e serviços (MORENO et al., 2003). Seja nas indústrias de processo contínuo ou serviços essenciais como saúde, transporte e segurança, a rotação de turnos entre equipes em um mesmo posto de trabalho possibilita a não interrupção de serviços (SIMÕES et al., 2010; GUPTA et al., 2019). Particularmente nos países com economias em transição, este tipo de escala de trabalho está frequentemente associado à más condições de vida e trabalho, altas cargas e longas jornadas trabalho (IARC, 2019). Muitos trabalhadores optam por trabalhar em turnos por razões diversas, como remuneração mais alta e horários alternativos que permitem maior convívio em família (MCMENAMIN, 2007).

A prevalência de trabalho em turnos varia nas diversas regiões do mundo (IARC, 2019). Na Europa, 16,7% dos homens empregados e 9,4% das mulheres empregadas trabalham em turnos noturnos (EUROSTAT, 2019); no Canadá, 2,0% dos trabalhadores trabalham em turnos noturnos, 9,4% em turnos rotativos e 12,3% em horários irregulares (Statistics Canada, 2013); nos Estados Unidos, 27% da população ativa estão envolvidos em trabalho em turnos - “qualquer turno alternativo” -, incluindo turnos noturnos e rotativos (NIOSH, 2015); finalmente, no Brasil, segundo a pesquisa realizada pelo IBGE, trabalhadores em turnos representam aproximadamente 15% da força de trabalho nacional (IBGE, 2013), enquanto a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios estima que 7,6% da população ativa trabalha em turnos noturnos (PNAD, 2016).

O trabalho em turnos foi definido pela Organização Internacional do Trabalho (IOL, 1990) como um método de organização do tempo de trabalho em que os trabalhadores se sucedem no local de trabalho de modo a que o estabelecimento possa funcionar mais do que as horas de trabalho dos trabalhadores individuais (IOL, 1990). A mesma organização também define o trabalho noturno como todo trabalho realizado durante um período, não menos que sete horas consecutivas, incluindo o intervalo da meia-noite às 5 da manhã (IOL, 1990). O trabalho em turnos pode envolver várias formas de organização que podem diferir de acordo com as seguintes características principais: com ou sem trabalho noturno; contínuo ou não contínuo; fixo ou rotativo; velocidade de rotação (lentos versus rápidos); duração; número de

turnos consecutivos; direção da rotação; número de dias livres e “localização” destes dias na escala; regularidade (IARC, 2019).

A rotação entre turnos 24/7 é uma solução positiva pelo ponto de vista do empregador, já que torna possível a produção de bens e serviços constante. Ademais, alguns serviços como saúde e segurança são essenciais de forma ininterrupta, fazendo-se necessário o sistema de turnos. Entretanto, existe uma série de consequências negativas do trabalho em turnos que pode impactar de forma importante a saúde do trabalhador (IARC, 2019). Trabalhar em horários atípicos entra em conflito com os ritmos circadianos, forçando o trabalhador a uma irregularidade crônica de horários de sono-vigília, alimentação-jejum, comprometendo o padrão de sono e de consumo alimentar e, conseqüentemente, ao maior risco a doenças crônicas não transmissíveis (BRUM et al., 2015).

2.3 Trabalho em turnos, ritmos biológicos e doenças metabólicas e nutricionais

O sistema de temporização circadiana é composto pelo componente central, situado no núcleo supraquiasmático, e pelos componentes periféricos, que estão espalhados por vários tecidos do organismo, como coração, intestino, tecido adiposo, pâncreas e fígado (SCHIBLER et al., 2015; ASCHOFF, 1965). Este sistema, responsável por reger os ritmos biológicos, recebe pistas exógenas do ambiente, também conhecidas como *zeitgebers* (“doadores de tempo”), como o ciclo claro-escuro e o ciclo alimentação-jejum, que sinalizam para o sistema nervoso central e tecidos periféricos, respectivamente (SCHIBLER et al., 2015). Recebida a informação, os componentes central e periféricos transformarão, então, esta informação em ritmo, regendo assim os processos fisiológicos, metabólicos e comportamentais, para que aconteçam de forma coordenada e no horário mais apropriado do dia de 24 horas (WEBB; OATES, 2016).

A presença ou ausência de luz solar é o principal sinalizador para o núcleo supraquiasmático, que por sua vez sinaliza aos demais tecidos, promovendo sincronidade entre os componentes (WEBB; OATES, 2016). Entretanto, outros fatores são capazes de fornecer pistas para os componentes periféricos, assim como faz a luz solar para o núcleo supraquiasmático. Os ciclos de alimentação-jejum, vigília-sono e atividade-reposo são sinalizadores dos tecidos periféricos (CRISPIM e MOTA, 2018). Wehrens e colaboradores (2017) demonstraram, através de uma pesquisa de 37 horas em rotina constante, que o horário da refeição tem a capacidade de alterar o ritmo de componentes periféricos (WEHRENS et al., 2017). Os participantes foram submetidos a duas condições alimentares diferentes, a primeira com horários regulares de refeições isocalóricas e a segunda com um atraso de cinco horas nas mesmas refeições isocalóricas. O atraso no horário das refeições não afetou o ritmo de

marcadores centrais (melatonina e cortisol), mas atrasou o ritmo de glicose plasmática em $5,69 \pm 1,29$ horas ($p < 0.001$), e o ritmo do mRNA PER2 (Period circadian regulator 2), no tecido adiposo, em 0.97 ± 0.29 horas ($p < 0.01$). Quando as informações externas recebidas pelos relógios central e periféricos estão dessincronizadas, acontece um desalinhamento circadiano, que gera consequências metabólicas (LAPOSKY et al., 2008).

Os trabalhadores expostos a jornadas de turnos com horários atípicos experimentam, cronicamente, um desalinhamento temporal entre os ciclos vigília-sono, alimentação-jejum, atividade-reposo e o ciclo claro-escuro (SMITH e EASTMAN, 2012), promovendo o desalinhamento dos ritmos. Este estado de desalinhamento circadiano crônico tem sido apontado como a razão pela qual existe um maior risco no desenvolvimento de algumas doenças metabólicas, como a obesidade (LIU et al., 2018) síndrome metabólica e doenças cardiovasculares (VETTER et al., 2016), e câncer (IARC, 2019) entre trabalhadores em turnos e noturnos.

Quando em condições normais de alinhamento circadiano, o organismo espera e se prepara para refeições diurnas e jejum noturno (CRISPIM e MOTA, 2018). Quando o trabalhador de turnos consome refeições fora do horário esperado pelo organismo, há um conflito entre o ritmo endógeno do metabolismo de nutrientes (WEHRENS et al., 2017) e a pista externa que está sendo fornecida. Como consequência há um aumento de glicose e lipídeos plasmáticos, o que pode levar a distúrbios metabólicos agudos e cronicamente, desenvolvimento de doenças crônicas como Diabetes Mellitus tipo II (DM2) (PAN et al., 2011) e doenças cardiovasculares (VETTER et al., 2016). Um estudo que simulou as condições de trabalho em turnos mostrou que o desalinhamento entre os ritmos circadianos foi associado ao aumento da resistência insulínica e intolerância lipídica (AL-NAIMI et al., 2004). Tal fato pode ser explicado pela desregulação de alguns hormônios contrarreguladores da glicemia plasmática, como cortisol e GH, que estimulam a produção hepática de glicose pela neoglicogênese e inibem a captação nos tecidos periféricos (CRISPIM et al., 2007). A secreção destes hormônios apresenta um ritmo circadiano relacionado com o ritmo sono-vigília, ritmo este comprometido no trabalhador de turnos, tendo em vista a exposição a privação de sono/falta de padrão de sono e desalinhamento ao qual eles são expostos. Além disso, sabe-se que o ritmo sono-vigília também está intimamente relacionado ao metabolismo de lipídeos, uma vez que as taxas de lipólise e oxidação de gorduras são mais altas durante o período de sono noturno, enquanto há uma diminuição na lipólise e aumento da lipogênese na vigília (CRISPIM et al., 2007).

Padilha et al. (2010) demonstraram que trabalhadores em turnos *early morning* (início antes das 6 horas da manhã) apresentaram maiores valores de cortisol em 24h e uma tendência a maiores valores de HOMA-IR, considerado um marcador de resistência insulínica. Tais achados corroboram os resultados de estudos conduzidos na população japonesa, com maior frequência de marcadores de resistência insulínica e incidência de DM tipo 2 entre trabalhadores em turnos comparados aos trabalhadores diurnos (NAGAYA et al., 2002; MORIKAWA et al., 2005). Karlsson et al. (2003) avaliaram 665 trabalhadores diurnos e 659 trabalhadores rodíziantes e demonstraram altos níveis de triglicérides, baixos níveis de HDL-c e maior obesidade abdominal entre os trabalhadores em turnos comparados aos diurnos. Ademais, o turno rodíziante ainda apresentou duas vezes mais chances de baixos níveis de HDL-c (KARLSSON et al., 2003). Neste mesmo sentido, um outro estudo transversal avaliou os níveis séricos de triglicérides e HDL-c em 140 trabalhadores (diurnos e turnos). Os trabalhadores em turnos apresentaram maiores proporções entre triglicérides e HDL-c ($r=0.217$, $p=0.013$), maiores níveis de triglicérides ($r=0.220$, $p=0.012$) e menores níveis de HDL-c ($r=-0.200$, $p=0.016$), comparados aos trabalhadores diurnos (ALEFISHAT e ABU FARTHA (2015).

Além de estarem constantemente expostos à desregulação no metabolismo de macronutrientes em consequência do desalinhamento, recentemente algumas evidências têm sugerido que o horário da refeição também pode impactar no controle do peso e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (MCHILL et al., 2017; ZERON-RUGERIO et al., 2020). McHill et al. (2017) avaliaram a distribuição da ingestão de calorias e sua associação com a composição corporal de indivíduos adultos não trabalhadores em turnos. Os autores avaliaram a proporção de calorias consumidas nas quatro horas antes do DLMO (do inglês “*dim light melatonin onset*”) até o horário de dormir, por acreditarem que as calorias consumidas neste período ainda estariam sendo digeridas e metabolizadas durante e depois do DLMO (ou seja, durante a noite biológica). Os resultados mostram que maiores porcentagens de gordura corporal estavam correlacionadas com a porcentagem de calorias consumidas entre 4 horas antes do DLMO até o horário de dormir ($r = 0,26$, $p = 0,006$); e negativamente associadas com o horário do midpoint calórico (hora do dia em quem metade das calorias totais ingeridas são atingidas) em relação ao DLMO ($\beta = -0.15$; 95% CI: -0.27 , -0.02 ; $p = 0.02$) (MCHILL et al., 2017). Um estudo randomizado cross-over conduzido por Kelly et al. (2020) testou duas condições alimentares diferentes; os participantes recebiam café da manhã, almoço e jantar versus almoço, jantar e lanche noturno. A mesma refeição que era oferecida no café da manhã da primeira condição também era oferecida no lanche noturno da segunda condição (refeições idênticas de

700kcal). Os autores mostraram que a oxidação lipídica foi 15g menor em 24 horas na condição sem café da manhã e com lanche noturno (KELLY et al., 2020). Os períodos de vigília estendidos aos quais os trabalhadores em turnos são expostos (MAROT et al., 2020) favorecem este padrão de consumo de refeições noturnas (SHAW et al., 2019).

Baseado no exposto, entende-se que o organismo não está preparado para as calorias comumente ingeridas por trabalhadores em turnos e noturnos durante a noite. Isso pode justificar as evidências prévias que mostram uma maior prevalência de sobrepeso e obesidade em trabalhadores rodíziantes e noturnos comparados aos diurnos (BALIEIRO et al., 2014; LIU et al., 2018) e uma maior chance ao desenvolvimento de resistência insulínica, DM2 (PAN et al., 2011), síndrome metabólica (MORENO et al., 2019) e doenças cardiovasculares (VETTER et al., 2016).

2.4 Trabalho em turnos e obesidade

Já é muito claro na literatura a maior prevalência de sobrepeso e obesidade em trabalhadores em turnos e noturnos comparados aos trabalhadores diurnos (LIU et al., 2018; CANUTO et al., 2014; ANTUNES et al., 2010; SUWAZONO et al., 2008). Liu et al. (2018) desenvolveram uma robusta revisão sistemática com meta-análise que envolveu 26 estudos, sendo 7 coortes, 18 estudos transversais e 1 estudo caso-controle, totalizando 311 334 indivíduos. Os resultados mostraram que o trabalho em turnos foi positivamente associado com o risco de sobrepeso (RR: 1,25; 95% IC: 1,08-1,44) e obesidade (RR: 1,17; 95% IC: 1,12-1,22). Os dados apresentaram uma importante heterogeneidade influenciada por diferentes tipos de turnos (noturno fixo e rotativo) e diferentes pontos de corte de índice de massa corporal ($IMC > 30\text{kg/m}^2$ versus $IMC \geq 30\text{kg/m}^2$), e outros parâmetros além do IMC utilizados para classificar obesidade. Entretanto, os resultados se mantiveram quando as análises de subgrupos foram conduzidas.

Um grande estudo transversal ($n = 277\ 168$) com trabalhadores em turnos recrutados do UK Biobank investigou a associação entre trabalho em turnos e doenças metabólicas como obesidade e DM. Entre as variáveis estudadas estavam IMC, composição corporal, diabetes e/ou doença cardiovascular autorrelatada. Modelos de regressão ajustados para uma série de variáveis confundidoras mostraram uma associação entre o trabalho em turnos e maior IMC [b: 0,620 (0,025), $p < 0,001$] e circunferência da cintura [b: 1,391 (0,064), $p < 0,001$], além de maior relato de diabetes (OR: 1,06; 95% IC: 1,00-1,13) do que os participantes que não trabalhavam em turnos (WYSE et al., 2017).

Para além do desalinhamento circadiano, existe todo um estilo de vida que favorece a maior prevalência de sobrepeso e obesidade entre os trabalhadores em turnos e noturnos. Este estilo de vida envolve fatores como o sedentarismo e a falta de tempo e energia para prática de exercícios físicos (ALVES et al., 2016; NEIL-SZTRAMKO et al., 2016; ATKINSON et al., 2008) e o estresse e a ansiedade provocados pelo trabalho (SANTA CECILIA SILVA et al., 2017; CHANG et al., 2014; SELVI et al., 2010). Além disso, a privação de sono parece ser um fator determinante no estilo de vida do trabalhador, uma vez que pode desregular o equilíbrio entre hormônios relacionados a fome e a saciedade, promovendo maiores valores de grelina e menores valores de leptina (SPIEGEL et al., 2004) e, consequentemente, influenciando o consumo alimentar. Entre os principais aspectos ligados a gênese da obesidade em trabalhadores em turnos está a ingestão alimentar inadequada (QIN et al., 2003; NEDELTCHEVA et al., 2009; LOWDEN et al., 2010; MOTA et al., 2013; BALIEIRO et al., 2014; HEMIO et al., 2015; BONNELL et al., 2017; MAROT et al., 2020), tema esse que será discutido no próximo tópico.

A figura 1 descreve os principais potenciais mecanismos que associam o trabalho em turnos a maior prevalência de sobrepeso e obesidade.

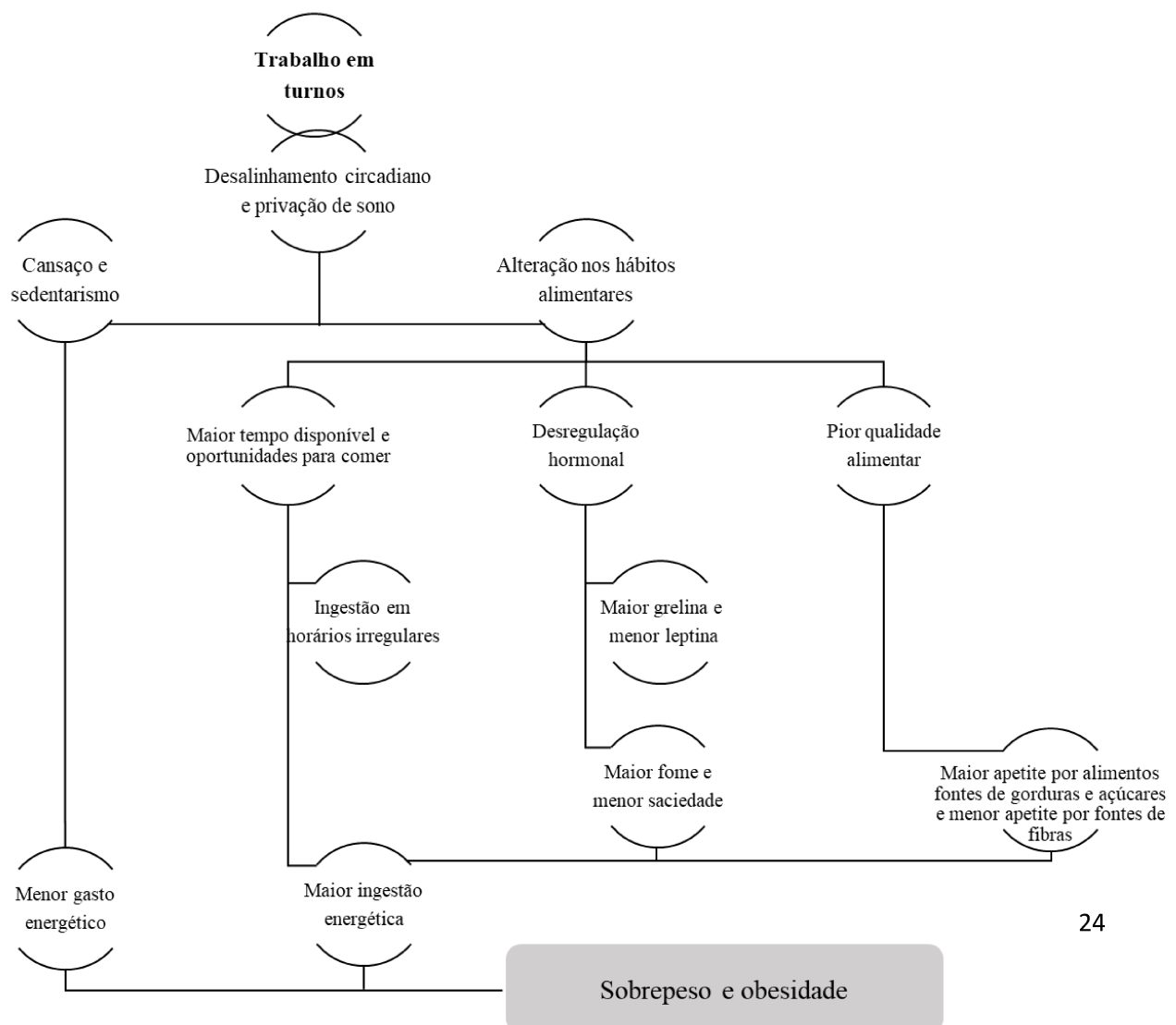


Figura 1. Potenciais mecanismos que associam o trabalho em turnos ao sobrepeso e à obesidade.

2.5 Trabalho em turnos e consumo alimentar

Como descrito anteriormente, trabalhadores em turnos e noturnos estão vulneráveis ao desenvolvimento de doenças crônicas metabólicas por sofrerem desalinhamento circadiano (PAN et al., 2011; MORENO et al., 2019). Entretanto, sabe-se que a alimentação tem um papel importante na saúde metabólica, o que tem motivado a realização de estudos na área de nutrição e consumo alimentar nessa população nos últimos anos. Muitas abordagens têm sido consideradas para se investigar o consumo alimentar de trabalhadores, como os alimentos consumidos, tipo de refeição, quantidades, qualidade e horários (GUPTA et al., 2019). Uma revisão sistemática desenvolvida por Bohnam et al. (2016) avaliou 12 artigos envolvendo 10.367 trabalhadores diurnos e 4.726 trabalhadores em turnos e encontrou que a quantidade de energia consumida entre os trabalhadores diurnos e turnos não diferiu entre os turnos. Esses autores sugeriram então que outros fatores como o desalinhamento circadiano, horário das refeições, escolhas alimentares e a variação circadiana no metabolismo de nutrientes poderiam ser responsáveis pelas taxas de obesidade entre estes trabalhadores (BOHNAM et al., 2016).

2.5.1 Alimentação do trabalhador de turnos: quantidade e qualidade

Estudos têm avaliado de forma quantitativa e qualitativa o tipo de alimento e os aspectos quantitativos das refeições consumidas pelos trabalhadores em turnos e noturnos. É comum um maior consumo de pequenas refeições (lanches) entre os trabalhadores em turnos quando estão em turnos noturnos, comparados com turnos diurnos e com trabalhadores diurnos (GIFKINS et al., 2018; BONNEL et al., 2017; HAN et al., 2016). Gifkins et al. (2018) mostraram que os trabalhadores relatam que adquiriram piores hábitos depois que começaram a trabalhar em turnos (GIFKINS et al., 2018). Neste mesmo sentido, Torquati et al. (2016) mostraram que enfermeiras de um hospital australiano referiram que trabalhar no turno noturno consiste em uma das maiores barreiras para uma alimentação saudável, e que o padrão irregular de refeições são consequência dos turnos noturnos (TORQUATI et al., 2016). Sahu e Dey (2011) mostraram que o número de grandes refeições feitas durante os turnos noturnos foi menor do que quando estavam em turnos da manhã e tarde, enquanto o número de lanches foi maior no turno noturno (Sahu e Dey, 2011).

Apesar do padrão irregular do consumo de refeições, os estudos mostram que a quantidade de calorias parece não ser diferente entre turnos e diurnos. Bonnel et al. (2017) encontraram que a ingestão total de energia em 24h não foi diferente, entretanto o período de 24h que incluiu o turno noturno apresentou uma maior porcentagem de energia vinda do açúcar comparado ao período de 24h com turno diurno (BONNEL et al., 2017). Lennernnas et al. (1995) mostraram que o trabalho e turnos rotativos não afetou o consumo de energia em 24h, mas afetou a distribuição das refeições (LENNERNNAS et al. 1995). Neste mesmo sentido, Shaw et al. (2019) não encontraram diferença na quantidade de calorias consumidas entre dias de turno, diurno e folga, mas encontraram uma maior ingestão total de açúcar no turno noturno (SHAW et al., 2019). Marot et al. (2020) investigaram a janela alimentar (intervalo entre a primeira refeição após acordar e a última refeição antes de dormir) de trabalhadores em uma escala de trabalho rotativa no sentido horário. Tal escala promoveu maiores períodos de vigília na transição dos turnos vespertinos para os turnos noturnos e, consequentemente, um maior ED ($20,7 \pm 1,2h$) e maior ingestão de energia ($3410 \pm 235kcal$) comparados aos outros dias da escala, sem diferenças para a porcentagem de macronutrientes. Os trabalhadores que se mantinham mais dias da escala com ED maior que 12 horas também apresentaram maior média de ingestão energética no ($2602 \pm 95kcal$) comparados àqueles que mantiveram o ED dentro de 12 horas por mais dias (1772 ± 115 , $p < 0,001$). Parece que o maior consumo de energia está associado aos períodos prolongados de vigília inerentes ao turno noturno e, consequentemente, maior tempo disponível para comer (MAROT et al., 2020). Silva et al. (2022) corroboram estes dados ao descrever uma correlação positiva entre uma maior janela alimentar e maior ingestão de calorias para trabalhadores diurnos ($\beta = 0,473$; $p = 0,004$) e noturnos ($\beta = 0,320$; $p = 0,023$). Os autores ainda demonstraram que o horário da última refeição do dia está positivamente associado com o consumo de calorias em 24h (trabalhadores diurnos: $\beta = 0.352$; $p = 0.044$; noturnos: $\beta = 0.424$; $p = 0.002$) (SILVA et al., 2022). Por uma outra perspectiva, Kosmadopoulos et al. (2020) avaliaram a energia ingerida no dia como porcentagem de energia consumida em relação a necessidade energética de policiais em turnos rotativos. Os autores encontraram que os policiais consumiam mais energia em relação a sua necessidade nos dias de folga ($183,5 \pm 52,8\%$) comparado aos dias de turno noturno vespertino ($129,6 \pm 46,4\%$) e noturno ($142,7 \pm 41,6\%$) ($p < 0,001$). Já com relação a composição de macronutrientes, não houve diferença significativa entre os dias (KOSMADOPOULOS et al., 2020).

Com relação a qualidade da alimentação e as fontes alimentares, Hemio et al. (2015) encontraram diferenças tanto na ingestão de nutrientes quanto no tipo de alimento consumido

entre trabalhadores de uma companhia aérea com sistemas de turnos diferentes - diurnos, em turnos que voavam e em turnos que não voavam. A proporção de energia derivada de gordura saturada foi maior para as mulheres que rodavam turnos (que voavam ou não) quando comparados com as mulheres diurnas (12,6 versus 12,2 % de energia, $p=0,023$) (HEMIO et al., 2015). Um estudo brasileiro avaliou 2279 enfermeiros de 18 hospitais públicos e encontrou que 65% dos homens referiram um consumo inadequado (alto) de frituras e 47,5% um consumo inadequado de frutas e vegetais comparados às mulheres (fritura: 58,9%, $p = 0,019$; frutas e vegetais: 42,3%, $p = 0,046$). Já entre mulheres, foi encontrado que quanto maior a jornada de trabalho, maior a chance do consumo de frituras (OR: 1,36, IC 95%: 1,08-1,70) (FERNANDES et al., 2013). Shaw et al. (2019) não encontraram diferença no consumo de grupos alimentares (frutas, vegetais, grãos integrais, laticínios, carnes, cafeína e álcool) entre os diferentes dias de turno. Por fim, Balieiro et al. (2014) encontraram uma maior proporção de consumo inadequado de vegetais (100 versus 92,7%, respectivamente, $p = 0.01$) e óleos (40,7 versus 24,6%, $p = 0.03$, respectivamente) entre trabalhadores noturnos comparados aos diurnos (BALIEIRO et al., 2014).

2.5.2 Alimentação do trabalhador de turnos: horários

Como sugerido por Bohnam et al. (2016), a associação entre trabalho em turnos e piores desfechos metabólicos está para além do consumo energético total e pode envolver outros fatores como o horário das refeições (BONHAM et al., 2016). Shaw et al. (2019) avaliaram o consumo de trabalhadores de diferentes tipos de turnos (fixo noturno e rotativo) e diferentes áreas (transporte, saúde e outros). Os autores compararam a ingestão nos turnos diurnos, noturnos e folga e observaram que os trabalhadores comem '24 horas por dia' e sem período de jejum prolongado quando no turno da noite. Entretanto, esses trabalhadores tendem a voltar para os padrões alimentares mais típicos (café da manhã, almoço e jantar) e 8 h de jejum noturno em dias de folga (SHAW et al., 2019).

Estudos mostram que o turno noturno favorece mais oportunidades de comer a noite (SHAW et al., 2019; KOSMADOPOULOS et al., 2020). Quando em turno rotativo, a janela alimentar está alinhada ao tempo de vigília; ou seja, quanto maior o tempo acordado, como acontece nos dias de turno noturno e na rotação entre turno vespertino e noturno, maior o consumo de calorias (MAROT et al., 2020). Isso favorece o consumo de refeições noturnas, como demonstrado por Shaw et al. (2019) e Kosmadopoulos et al. (2020). Os achados de Kosmadopoulos et al. (2020) mostraram que quando os trabalhadores estão em turnos noturnos as janelas alimentares são maiores ($13,86 \pm 3,14h$) do que os dias de folga ($11,26 \pm 1,81h$, $p =$

0,005). Somado a isso, os autores também demonstraram que nos dias de turno noturno as refeições são significativamente mais dispersas ao longo de 24h do que todos os outros dias da escala ($F(3,84) = 8,08, p < 0,001$). Ao estudarem o padrão de consumo alimentar de policiais brasileiros, Silva et al. (2022) demonstraram que os trabalhadores noturnos fazem a última refeição mais tarde; ou seja, enquanto os trabalhadores diurnos finalizam o dia alimentar na janela alimentar que compreende a faixa entre 17:00 e 22:59, os noturnos finalizam o dia alimentar na faixa de horário entre 23:00 e 04:59 ($p < 0,001$).

Apesar das evidências previamente apresentadas, o tema em questão é ainda pouco explorado na literatura e pouco se sabe sobre como é a variação da distribuição de energia ao longo de 24h durante a rotação de horários de trabalho em um curto espaço de tempo.

2.5.3 Alimentação do trabalhador de turnos: motivações e percepção subjetiva de fome, prazer em comer, saciedade e apetite por grupos alimentares.

Uma série de fatores estão envolvidos nas motivações que levam os trabalhadores em turnos e noturnos a comerem enquanto estão trabalhando. Gupta et al. (2019) conduziu uma revisão narrativa e descreveu alguns aspectos relacionados aos hábitos alimentares de trabalhadores em turnos e noturnos. Os autores encontraram que 36% entre os artigos estudados referem que o consumo alimentar durante o turno é influenciado pelos colegas de trabalho, 25% como tentativa de se manter alerta, 25% preocupações com a saúde, 18% estão relacionados ao efeito do estresse, 11% para evitar desconfortos gástricos, 11% pelo tempo disponível e 11% pelo número de anos trabalhando em turnos (trabalhadores com mais tempo de trabalho em turnos apresentam piores hábitos alimentares). Waterhouse et al. (2003) desenvolveram um questionário a fim de investigar as seguintes questões: porque os trabalhadores escolheram comer ou não comer em uma determinada hora do dia; os fatores que influenciaram o tipo de alimento consumido; e respostas subjetivas relacionadas à refeição (fome antes, prazer durante, saciedade depois). Quando perguntadas as razões que levaram os trabalhadores a optar por um certo tipo de alimento, uma maior proporção de trabalhadores referiu que o “apetite” nos dias de folga tem maior impacto comparado aos dias de trabalho (folga: 0,60 e trabalho: 0,42, $p = 0,008$), enquanto uma maior proporção referiu que o “tempo disponível” para se alimentar impacta mais nos dias de trabalho do que nos dias de folga (folga: 0,14 e trabalho: 0,30, $p = 0,002$). Os autores ainda demonstraram, ao investigar os principais motivadores que fazem com que os trabalhadores optem por fazer uma refeição, que a fome, por si só, é mais influente nos dias de folga do que nos dias de turno noturno (folga: 0,72 e trabalho: 0,57, $p = 0,048$) (WATERHOUSE et al., 2003).

Santa Cecília Silva et al. (2017) avaliaram as percepções de fome entre seguranças que trabalhavam no turno 12x36 (12 horas de trabalho e 36 horas de folga). Os autores demonstraram que os trabalhadores apresentaram mais fome no almoço do dia seguinte ao trabalho noturno ($6,56 \pm 1,79$) do que o almoço que se seguia a uma noite de sono ($6,13 \pm 1,66$, $p = 0,007$).

Além das motivações subjetivas, como já exposto, o desalinhamento dos ritmos biológicos afeta diretamente a organização endócrina relacionada ao controle da ingestão alimentar (TAHERI et al., 2004). Tal fato, somado a restrição de sono comumente experimentada pelos trabalhadores em turnos e noturnos, estariam associados à desregulação das concentrações dos hormônios que controlam fome e saciedade - grelina e leptina - em uma população que não trabalha em turnos (SPIEGEL et al., 2004; TAHERI et al., 2004; CHAPUT et al., 2007). Laposky et al. (2008) realizaram uma revisão narrativa que incluiu estudos com humanos não-trabalhadores em turnos e animais, discutindo a hipótese de que a privação de sono e o desalinhamento circadiano têm impacto no metabolismo energético. Os autores afirmaram que a privação de sono pode interferir diretamente no consumo alimentar, aumentando a ingestão em aproximadamente 350-500kcal/dia por meio do consumo de lanches, em consequência da desregulação dos hormônios grelina e leptina (LAPOSKY et al., 2008). Entretanto, para os trabalhadores de turnos, os resultados ainda são inconclusivos. Crispim et al. (2011) avaliaram as concentrações de leptina, grelina não-acilada e grelina acilada e níveis de apetite em trabalhadores de turno noturno fixo (22:00 - 06:00), turno matutino fixo (06:00 - 14:00) e turno diurno (08:00 - 17:00). Os autores encontraram menores níveis de leptina para os trabalhadores diurnos quando comparados aos noturnos. Já as concentrações de grelina acilada e não-acilada foram menores nos trabalhadores do turno matutino comparados aos trabalhadores do turno diurno (CRISPIM et al. 2011). McHill et al. (2022) conduziram um estudo controlado em laboratório que simulou o trabalho em turnos, com protocolo de desalinhamento circadiano e privação de sono inerentes à condição de turnos. A fim de avaliar o impacto destas condições e suas interações nos parâmetros de percepções subjetivas e hormônios relacionados a fome e saciedade (MCHILL et al., 2022), os autores encontraram que o desalinhamento crônico após 20 dias de desalinhamento teve efeito na diminuição da fome (-17%, $p = 0.02$), mas não nas concentrações séricas da relação grelina/leptina ($p = 0,21$), apesar de encontrado uma forte correlação entre relação grelina/leptina em jejum e taxas de fome ao longo do protocolo de dessincronização ($r^2 = 0.48$; $p < 0.01$).

Considerando o exposto, a hipótese de que há uma relação entre o desalinhamento e a privação de sono crônicas, a possível desregulação dos hormônios envolvidos com fome e

saciedade e uma maior ingestão energética ainda não é clara entre trabalhadores em turnos e noturnos. Desta forma, é importante ressaltar que, além do controle endógeno de fome e saciedade, as sensações subjetivas também interferem no consumo alimentar dos trabalhadores e devem ser melhor investigadas.

Estudos conduzidos com população que não trabalha em turnos, mas que simularam restrição de sono e desalinhamento circadiano comuns entre os trabalhadores em turnos e noturnos, mostraram que fome e saciedade podem estar relacionados a alterações plasmáticas de grelina e leptina (SPIEGEL et al., 2004) ou serem independentes à estas alterações (MCHILL et al., 2022). Spiegel et al. (2004) compararam a privação de sono por duas noites (quatro horas) versus noites de sono estendida (10h) e encontrou um importante efeito nos valores de leptina (-18%), grelina (+28%), taxas de fome (+24%) e apetite geral (+23%). O aumento do apetite tendeu a ser maior para alimentos densos em calorias com alto teor de carboidratos: apetite por doces (+33%), apetite por petiscos salgados (+45%) e apetite por alimentos ricos em amido (+33%) (SPIEGEL et al., 2004). McHill et al. (2022) demonstraram que após o protocolo de desalinhamento circadiano e privação de sono não houve mudança na preferência subjetiva por alimentos doces ($p = 0,23$) ou salgados ($p = 0,14$). Por outro lado, houve uma diminuição significativa na preferência subjetiva por alimentos ricos em amido (-18,9%; $p = 0,02$), carnes/aves (-23,0%; $p = 0,01$), frutas (-16,2%; $p = 0,01$) e vegetais (-25,7%; $p = 0,01$). Entretanto, deve-se ressaltar aqui que o referido estudo se tratava de uma condição controlada em que as refeições foram oferecidas e não livremente escolhidas pelo participante.

Poucos estudos investigaram as percepções subjetivas de fome antes da refeição, saciedade pós-refeição, prazer em comer e apetite por grupos alimentares em trabalhadores em turnos e noturnos fixos, acompanhando a rotina diária destes trabalhadores em condições de vida real (WATERHOUSE et al., 2003, CRISPIM et al., 2011, SANTA CECÍLIA SILVA et al., 2017). Além disso, tais estudos avaliaram estas percepções de forma pontual, comparando diferentes turnos e/ou diferentes indivíduos.

A fim de sintetizar os poucos resultados já descritos sobre a referida temática, a tabela a seguir apresenta os estudos conduzidos em campo com trabalhadores em turnos e noturnos fixos em rotina de vida real (Tabela 1).

Tabela 1. Estudos que investigaram as percepções subjetivas relacionadas a fome, saciedade, prazer em comer e apetite por grupos alimentares em trabalhadores em turnos e noturnos fixos.

Autor, ano	Amostra (n)	Escala de trabalho	Área de trabalho	Métodos de avaliação do consumo alimentar	Resultados
Waterhouse et al., 2003	93 homens e mulheres	Noturno fixo (20:00 – 06:00) e diurno (horário não informado pelo autor)	Saúde	Questionário de ingestão alimentar e escalas visuais analógicas.	Uma maior proporção de trabalhadores referiu que o “apetite” nos dias de folga tem maior impacto na escolha dos alimentos consumidos do que nos dias de trabalho (folga: 0,60 e trabalho: 0,42, $p=0,008$). O “tempo disponível” para se alimentar impactou mais a escolha do alimento nos dias de trabalho do que nos dias de folga (folga: 0,14 e trabalho: 0,30, $p = 0,002$). A sensação de fome, por si só, foi um determinante mais influente na decisão de fazer uma refeição nos dias de folga do que nos dias de turno noturno (folga: 0,72 e trabalho: 0,57, $p = 0,048$). A fome antes da refeição no dia de trabalho foi maior entre trabalhadores diurnos (diurnos: 6,86 versus noturnos: 5,35, $p<0,001$). A saciedade foi maior entre os trabalhadores noturnos (diurnos: 5,68 versus noturnos: 6,29, $p<0,05$).
Crispim et al., 2011	22 homens	Três turnos fixos: noturno (22:00 – 06:00); matutino (06:00 – 14:00); e	Indústria do aço	Registro alimentar de 7 dias	Na refeição antes do trabalho, trabalhadores do turno matutino apresentaram menor apetite para doces ($p = 0,01$), alimentos ricos em amido ($p=0,003$), legumes ($p = 0,0001$), carnes, aves, peixes, ovos e laticínios ($p = 0,0001$), apetite geral ($p = 0,0006$), e menor prazer em comer ($p = 0,02$), comparados aos turnos diurno e noturno.

		diurno (8:00 – 17:00)			
Santa Cecília et al., 2016	34 homens	12 por 36: noturno (18:30 – 06:30) + 36 horas de descanso	Segurança	Registro alimentar não-consecutivo de 6 dias.	Escores maiores de fome antes do almoço no dia seguinte ao trabalho noturno ($6,56 \pm 1,79$), comparado ao dia seguinte de noite de sono ($6,13 \pm 1,66$; $p = 0,007$).
Yoshizaki et al., 2016	162 mulheres	Diurno fixo: 08:30-17:15; Rotativo: sistema de 2 turnos (diurno – 08:30-17:15 e noturno-16:30- 09:15); sistema de 3 turnos (diurno- 08:30-17:15, tarde – 16:30-01:00 e noite – 00:45- 09:15).	Saúde	Questionário de comportamento alimentar da Sociedade Japonesa para Estudos de Obesidade	Turnos diurnos ($19,5 \pm 4,9$) e rotativos ($18,8 \pm 5,6$) não diferiram com relação à motivação para comer ($p=0,384$), comer como diversão ($7,4 \pm 2,4$ e $7,1 \pm 2,9$, respectivamente, $p=0,310$), sensação de saciedade ($10,9 \pm 3,1$ e $11,3 \pm 3,2$, respectivamente, $p=0,427$) e para tendência em comer rápido ($9,8 \pm 3,5$ e $9,7 \pm 3,6$, respectivamente, $p= 0,629$).

Vidafar et al., 2020	63 homens e mulheres	Diversas escalas de trabalho: noturnos fixos, rotativos horário e anti-horário, matutinos, vespertinos, plantão e outros	Socorristas de emergência, saúde, bens e serviços e transporte	Inventário de Desejo por Comida e Escala de poder dos alimentos	Maiores escores de desejo por comida estavam associados com pior qualidade de sono ($F_{1,61} = 4,29$, $p = 0,04$, $r = 0,26$), menor duração de sono ($F_{1,61} = 6,20$, $p = 0,02$, $r = -0,30$). Maiores escore de apetite foram associados com pior qualidade do sono ($F_{1,61} = 7,819$, $p = 0,007$, $r = 0,34$) e piores hábitos de higiene do sono ($F_{1,61} = 17,05$, $p = 0,0001$, $r = 0,47$).
----------------------	----------------------	--	--	---	---

Para além do que e quanto os trabalhadores noturnos comem, compreender outros fatores que envolvem o comportamento alimentar – como a distribuição das refeições em diferentes horários e as percepções subjetivas relacionadas à ingestão alimentar – é importante para identificar áreas modificáveis e, assim, melhorar o consumo alimentar, o estado nutricional e a saúde dos trabalhadores em turnos e noturnos fixos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a associação da alternância dos turnos de trabalho com a distribuição da ingestão de energia e macronutrientes em 24h e com a variação nas percepções subjetivas de fome, saciedade, prazer em comer e apetite de trabalhadores em turnos.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar as variações relacionadas a ingestão total de energia em 24 horas ao longo da escala de trabalho.
- Analisar o efeito da alternância dos turnos de trabalho sobre a distribuição diurna da ingestão calórica e de macronutrientes.
- Identificar o efeito da alternância dos turnos no período de jejum noturno.
- Investigar o efeito da alternância dos turnos sobre as sensações subjetivas relacionadas à ingestão alimentar (fome, saciedade, prazer em comer e apetite por grupos alimentares).
- Analisar o efeito da alternância dos turnos sobre a ingestão de energia e as sensações subjetivas relacionadas a ingestão alimentar (fome, saciedade, prazer em comer e apetite) na principal refeição consumida durante o período de trabalho.
- Avaliar a associação entre o consumo de energia e as sensações subjetivas relacionadas à ingestão alimentar (fome, saciedade e prazer em comer) ao longo da escala de turno.

4 **Artigo 1.** Meal timing variability of rotating shift workers throughout a complete shift cycle and its effect on daily energy and macronutrient intake: a field study

Artigo submetido para publicação para o periódico “European Journal of Nutrition”

**Meal timing variability of rotating shift workers throughout a complete shift cycle
and its effect on daily energy and macronutrient intake: a field study**

Luisa Pereira Marot^a; Laura Cristina Tibiletti Balieiro^a; Tássia do Vale Cardoso Lopes^a;

Dayane Eusenia Rosa^a; Kenneth P Wright Jr^b, Cláudia Roberta de Castro Moreno^c;

Cibele Aparecida Crispim^{*a}.

^aFaculty of Medicine, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Av. Para, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320;

^bSleep and Chronobiology Laboratory, Department of Integrative Physiology, University of Colorado Boulder, Boulder, CO 80309-0354, USA;

^cSchool of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brazil. Av. Dr. Arnaldo, 715. Zip code: 01246-904.

*Corresponding author: Cibele Aparecida Crispim, Faculty of Medicine, Federal University of Uberlandia, Minas Gerais, Brazil. Av. Para, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320 Uberlândia-MG. Phone/fax: (+5534) 3218-2084. E-mail: cibelecrispim@gmail.com

ORCID:

Luisa Pereira Marot - 0000-0002-8356-8421

Laura Cristina Tibiletti Balieiro - 0000-0001-6179-3743

Tássia do Vale Cardoso Lopes - 0000-0002-4089-3566

Dayane Eusenia Rosa - 0000-0001-7980-6792

Kenneth P Wright Jr - 0000-0002-1781-7469

Cláudia Roberta de Castro Moreno - 0000-0003-1839-9673

Cibele Aparecida Crispim - 0000-0002-6638-8197

Acknowledgments The authors express their gratitude to the volunteers for being part of this research. We are grateful to the collaborating researcher Regina M. Fisberg for facilitating the use of the Nutrition Data System for Research (NDSR) software.

Author's contributions CAC, LPM, and DER designed the research; LPM and DER conducted the research; CAC, LPM, TVCL, LCTB and DER analyzed the data; CAC, LPM, TVCL, LCTB, DER, CRCM, and KPW wrote the paper. All authors read the article, provided critical reviews, and approved the final manuscript.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the meal timing variability of rotating shift workers throughout a complete shift schedule and its effect on daily energy and macronutrient intake. **Methods:** Thirty male shift-workers from a mining company were evaluated in a complete rotation shift cycle over 240 consecutive hours (10 days; two days of morning shifts, two days of evening shifts, 24-hour free, two days of night shifts and three days off). Food intake related variables (meal timing, energy and macronutrient intake) were assessed by 24h recall by a trained nutritionist. Mixed models were used to analyze the variation in meal timing and energy and macronutrient intake throughout the shift cycle, as well as the interaction between shift and time ranges (00:00-03:59, 04:00-07:59, 08:00-11:59, 12:00-15:59, 16:00-19:59, 20:00-23:59). **Results:** The first meal of the day was earlier on night shifts compared to the other shifts ($p<0.001$), except for D4 (evening shift). Night shifts also showed a shorter night fasting than most other nights ($p<0.05$), except for the fasting between D1-D2 and D3-D4. There was no difference in 24h energy intake throughout the shift cycle ($p=0.065$). The analysis of interaction between shift and time ranges showed that night shifts presented a higher energy, fat, carbohydrate and protein intake between 00:00-03:59 compared with the other shift days ($p<0.05$). **Conclusion:** Night shifts seem to contribute to a longer eating window than other shifts. Moreover, there is a higher energy and macronutrients intake during night shifts, which reduces the night fast period and could have implications for metabolic dysregulation.

Keywords: Food intake; circadian; mealtime; shift workers; rotation shift schedule

INTRODUCTION

Shift work can be defined as work performed at non-standard working times, between 19:00 and 6:00 h [1, 2], and is adopted by several services (health, safety, telecommunications) and industries (chemical, transportation, food, aviation and mining). It is estimated that 20% of the working population in industrialized countries work in these atypical patterns of hours, whether fixed or rotating [3, 4, 5]. Shift work schedules have been associated with risks to workers' health. In 2019, the Working Time Society published a consensus indicating that there is strong evidence linking shift work to harmful health outcomes, such as cardiovascular disease, gastrointestinal, and metabolic disorders [6].

The negative impact of shift work on the duration and quality of sleep has been widely described in the literature [7]. Being awake and working at the time reserved for sleep also has an important impact on lifestyle habits, contributing to the adoption of eating habits that can negatively contribute to the metabolic health of shift workers [8,9,10]. Recently, our group observed an association between energy intake and wakefulness periods in rotating shift workers, who presented long periods of sleep deprivation and, consequently, long eating durations throughout a complete rotating shift cycle. This contributed to a longer time to eat and to an increased energy intake [11]. Shift workers are also shown to have a poor diet and low nutritional quality [12, 13], with irregular meal frequency and frequent eating occasions at night [14].

Even with the increase in the number of studies on the food consumption of shift workers, most findings have illustrated differences between fixed shifts (night *versus* day), with little emphasis on day by day eating habits of rotating shift workers. Thus, it is important to analyze the variation of eating times along the work schedule and its impact on the consumption of energy and macronutrients in this group. Recently, Shaw et al.

(2020) [15] evaluated the temporal distribution of food intake comparing night shifts, day shifts and days off, and found that workers eat around the clock when working in night shifts, with reduced fasting periods. However, they did not evaluate consecutive days, but random shifts [15].

The aim of this study was to evaluate the meal timing variability of rotating shift workers throughout 240 consecutive hours (10 consecutive days), which represents a complete shift cycle, and its effect on overall daily distribution of energy and macronutrients intake. We hypothesized that a rotating shift schedule leads to large variation in mealtimes, as well as a different meal distribution over the shifts, and that night shifts promote a higher nighttime energy intake. We also hypothesized that there is a higher daily energy and macronutrient intake on night shifts compared with the other shifts.

METHODS

Participants and ethics

This prospective and observational study was conducted with male rotating shift workers from a Brazilian mining company. The participants were informed about the objectives and procedures and invited to join the study. Those who joined signed an informed consent form. This study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Uberlândia (CAAE: 49689115.0.0000.5152).

Inclusion criteria included: 1) working in a clockwise rotating shift (morning-evening-night) for at least one year; 2) working in the operations control panel or leadership position (low levels of physical activity during work); 3) being able to wear actigraphy devices; 4) had not done transmeridian travel in the past three months; 5) no current diagnosis of a sleep disorder; 6) not taking sleep medications; 7) no current

diagnosis of diabetes; 8) being male. The data about diagnosed disorders were assessed by medical record from the occupational medicine sector of the company.

Using G*Power software and specifying analysis of variance (ANOVA) test of repeated measures within interactions, 10 repeated measures and 1 group, statistical power (1 - b error probability) (0.95), medium effect size (0.25) [16], F test with an alpha level of 0.05. A minimal sample size of 20 participants was determined as large enough for meaningful inferences to be drawn.

Based on information provided by the company, 132 men worked in a clockwise rotating shift schedule and 32 were eligible according to our inclusion criteria. Two declined and 30 accepted the invitation and completed the study.

Initial data on sociodemographic and health behaviors were assessed on the first day of the study. Then, the participants were evaluated over the shift schedule (10 consecutive days), as described below.

Initial Evaluation

Sociodemographic and health

Sociodemographic aspects, such as age, marital status, presence of children, level of education and years of shift work, and health status were assessed by a questionnaire, which was applied by the researchers.

Blood parameters

For biochemical parameters blood samples were collected from all participants at the company's ambulatory clinic on the first morning shift after 12 h of fasting overnight, during work time. The participants were instructed to maintain their normal sleep hours. Glucose and insulin serum concentrations were assessed by the glucose-

oxidase method (Siemens, Chicago, IL) and a commercial enzyme-linked immunosorbent assay kit (ELISA) (Siemens), respectively. Homeostasis model for the assessment of insulin resistance (HOMA-IR) was determined using the following formula: fasting serum insulin (IIU/L) x fasting serum glucose (mmol/L)/22.5 [17]. Cholesterol, triglycerides and HDL-cholesterol concentrations were assessed by means of coupled reactions by spectrophotometry using a commercial kit from Biosystems® (cholesterol - Ref. 21505, triglycerides - Ref. 11828, HDL-cholesterol - Ref. 11648). LDL-cholesterol was determined using the formula described by Friedewald et al. 1972 [18].

Anthropometric Variables

Weight, height, and waist circumference (WC) were measured by standardized methods [19, 20] at the first day of the study. Standardised cut-offs were used for waist circumference and body mass index (BMI, kg/m²) [21]. A trained nutritionist who was part of the research team performed all the anthropometric measurements.

Rotating shift schedule

Participants were followed up during a complete rotating shift cycle composed of ten consecutive days (D) - two morning shifts (D1 and D2 - 8:00h -16:00h); two evening shifts (D3 and D4 -16:00h-24:00h); 24 hours free (D5) between the last evening shift and the first night shift (24:00h-24:00h); two-night shifts (D6 and D7 - 24:00h-8:00h); and three days off (D8, D9, D10) (Figure 1).

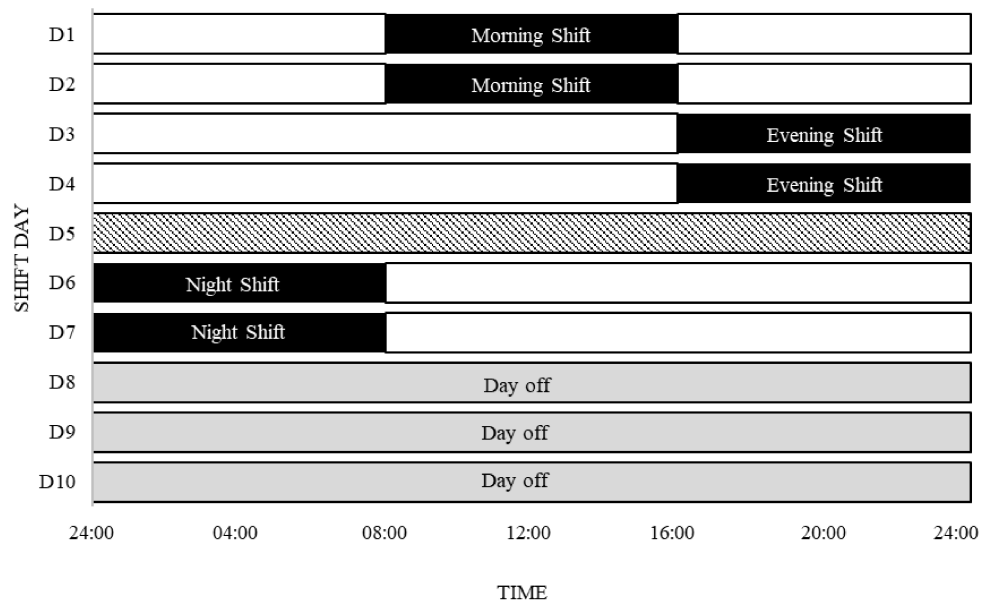


Fig. 1 Shift Schedule. Black= morning (D1 and D2) – 8:00h to 16:00h; evening (D3 and D4) – 16:00h to 24:00h; and night (D6 and D7) – 24:00h to 8:00h. Hatched grey= 24h free (D5) – 24:00h to 24:00h. Grey = days off (D8-D10)

Dietary intake data

A trained nutritionist using 24-h recall evaluated food intake daily. The multiple pass method developed by the US Department of Agriculture (USDA) [22] was used to perform this evaluation. Daily interviews on workdays were performed in a private room with the interviewer and participant only, while interviews on days off were assessed by phone [22]. The Nutrition Data System for Research (NDSR) software (version 2014, University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA) was used to analyze energy and nutrient intake of each meal.

The temporal evaluation of food consumption was assessed by meal timing variables, as well as meal distribution through the time ranges.

Meal timing variables

Meal timing variables was assessed considering the 24 hours of the day starting at 24:00 h and ending at the next 24:00 h (see Figure 1). The follow variables were assessed during the 24h period: number of meals; total energy (kcal); first meal (h:mm); last meal (h:mm); time midpoint (h:mm) – the midpoint between the first and last meals;

caloric midpoint (h:mm) – hour of the day when 50% of the total calories of the day were reached; the highest caloric meal intake (h:mm and kcal). The night fasting interval between days throughout the schedule was assessed calculating the longest fasting interval between meals or beverage, which provided at least 5 kcal [23].

Meal distribution through the time ranges

The energy and macronutrients distribution over each day was assessed grouping the meals every 4 hours, starting from 00:00 and ending at 23:59 (six-time ranges: 00:00-03:59, 04:00-07:59, 08:00-11:59, 12:00-15:59, 16:00-19:59, 20:00-23:59).

Actigraphy

The total sleep duration in 24h and the main sleep episodes (the longer ones), were assessed by actigraphy over the full shift cycle. The participants were instructed to wear the actigraph (Actrust–Condor Instruments VR) on their non-dominant wrist for 24 h on all shift days. Participants filled out a sleep diary daily over the 10 consecutive days. Actigraph and sleep diary data were analyzed simultaneously in order to perform an accurate analysis of the sleep duration.

Statistical Analysis

The Shapiro-Wilk test was performed to test the normality of the participants' characteristics. Data are presented as mean and standard error or median and interquartile range.

Mixed models were performed to evaluate the effect of shift (fixed effect) on sleep duration, number of meals, total energy, first meal, last meal, time midpoint between first and last meal (h:mm), caloric midpoint, high caloric meal, and night fasting interval

(dependent variables). The effect of the interaction between shift and mealtime ranges (fixed effects) on total energy, percentage of energy, carbohydrate, fat and protein (dependent variables) was also evaluated by mixed models. Models were adjusted for age, BMI and physical activity and included “subject” as a random effect. Post-hoc pairwise comparisons were performed using Sidak. Statistical analyses were performed using SPSS version 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Significance level was set at 5%.

RESULTS

Participants’ characteristics related to sociodemographic, health behaviors, anthropometric variables and the main sleep episode duration of all days of the shift cycle are presented in Table 1. Most participants (66.7%) had worked in shifts for more than 10 years; were married or living with a partner; and had children at home. Most of the workers used to do physical activities at least once a week. Nine workers presented with abdominal obesity ($WC \geq 102\text{cm}$). In relation to sleep parameters, the duration of the main sleep episode, sleep between D5 and D6, and between D6 and D7 was shorter compared with other shifts ($p < 0.05$); and regarding total sleep time in 24h, D7 (last night shift) was shorter compared with D2, D5, D8, D9 and D10 ($p < 0.05$) (Table 1).

Table 1 - Sociodemographic characteristics, anthropometric variables, health behaviors, and sleep duration of shift workers (n=30).

	N (%) or mean $\pm$ SD or median [IQR]
Age (years)	37.2 $\pm$ 5.7
Marital status	
Married or live with a partner	27 (90.0)
Single	3 (10.0)
Presence of children at home (<12 years)	19 (63.3)
Shift Work (years)	
<5	3 (10.0)
5-10	7 (23.3)
10-15	15 (50.0)
>15	5 (16.7)
Health behaviors	
Smoker	4.0 (13.3)
Alcohol consumption (g/day)	27.4 [13.7–42.0]

Physical activity (Yes)	19 (63.3)
Anthropometric variables	
Height (m)	1.74 [1.67–1.81]
Weight (kg)	83.9 [68.3–99.5]
BMI (kg/m ²)	28.43 ± 3.73
Eutrophic (BMI ≥ 18.5 kg/m ² - < 25 kg/m ²)	5 (16.7)
Overweight (BMI ≥ 25 kg/m ² - < 30 kg/m ²)	16 (53.3)
Obesity (BMI ≥ 30 kg/m ²)	9 (30.0)
Waist Circumference (cm)	96.5 [93.1–100.0]
Abdominal Obesity	9 (30.0)
Biochemical exams	
Glucose (mg/dl)	92.1 ± 13.5
Insulin (UI/ml)	6.5 [5.1–8.3]
HOMA-IR	1.6 [1.1–1.8]
Main Sleep Episode Between Shift Days (h)	
D1 and D2 (Morning to morning shift)	7.0 ± 0.3 ^a
D2 and D3 (Morning to evening shift)	8.1 ± 0.2 ^b
D3 and D4 (Evening to evening shift)	7.0 ± 0.3 ^a
D4 and D5 (Evening to 24 hours free)	6.8 ± 0.3 ^a
D5 and D6 (24 hours free to night shift)	4.7 ± 0.3 ^c
D6 and D7 (Night shift to night shift)	3.8 ± 0.3 ^c
D7 and D8 (Day off)	8.0 ± 0.3 ^{ab}
D8 and D9 (Day off)	8.2 ± 0.3 ^{ab}
D9 and D10 (Day off)	7.6 ± 0.5 ^{ab}
Total Sleep in 24h (h) (2400h-2400h)	
D2	6.8 ± 0.3 ^{ad}
D3	7.7 ± 0.9 ^{abc}
D4	5.8 ± 0.4 ^{bd}
D5	8.3 ± 0.6 ^{ac}
D6	5.9 ± 0.5 ^{adb}
D7	4.9 ± 0.3 ^b
D8	7.7 ± 0.4 ^{ac}
D9	8.4 ± 0.4 ^c
D10	7.3 ± 0.4 ^{adc}

BMI, Body mass index. The main sleep episodes and total sleep in 24 values with different superscripts letters are significantly different; $p < 0.05$, calculated by mixed models test, adjusted for age, BMI and physical activity. Abdominal obesity ≥ 102 cm.

Table 2 shows the data for meal timing and energy intake across the rotating shift schedule. Regarding number of meals, the only difference found was that D6 (night shift) had more meals than D10 (day off) ($p = 0.020$). Analyzing the meal timing variables, D6 (night shift) showed an earlier first meal than most shifts ($p < 0.001$), except for D4 (evening shift, $p = 0.628$) and D7 (night shift, $p = 0.880$); while D7 was also earlier than most shifts ($p < 0.05$), except for D4 (evening shift) ($p = 0.999$) and D5 (evening shift) (24h free, $p = 0.468$). Similarly, D6 (night shift) also had an earlier time midpoint than other

shifts ($p < 0.01$), except for D4 (evening shift) ($p = 0.999$) and D7 (night shift) ($p = 0.993$). Regarding last meal, D4 (evening shift) had an earlier last meal compared to D1 and D2 (morning shifts) ($p = 0.011$ and $p = 0.018$, respectively), with no differences compared to other shifts. The mixed model's analysis showed a significant overall effect on caloric midpoint ($p = 0.036$) (Table 2); however, the sequential Sidak's post-test did not identify any differences between the shifts. We did not find significant differences for both time and energy offered in the most caloric meal ($p = 0.176$ and $p = 0.236$, respectively) throughout the shifts (Table 2).

Table 2 – Shift effects on number of meals, meal timing variables and energy intake

Variables	D1 (Morning shift)	D2 (Morning shift)	D3 (Evening shift)	D4 (Evening shift)	D5 (24h free)	D6 (Night shift)	D7 (Night shift)	D8 (Day off)	D9 (Day off)	D10 (Day off)	P value*
Number of meals	4.3 ± 0.2 ^{ab}	4.2 ± 0.2 ^{ab}	4.1 ± 0.2 ^{ab}	4.3± 0.2 ^{ab}	4.1 ± 0.2 ^{ab}	4.4 ± 0.3 ^a	4.0 ± 0.3 ^{ab}	3.9 ± 0.3 ^{ab}	3.7 ± 0.3 ^{ab}	3.6 ± 0.3 ^b	0.005
First meal time (h:mm)	8:48 ± 0:27 ^a	8:16 ± 0:28 ^{ab}	8:52 ± 0:39 ^{ab}	5:51 ± 0:47 ^{bc}	7:56± 0:47 ^{abd}	3:44± 0:33 ^c	5:52± 0:42 ^{cd}	9:15± 0:24 ^a	8:52± 0:34 ^{ab}	9:36± 0:22 ^a	<0.001
Last meal time (h:mm)	21:00±0:10 ^a	21:01 ±0:11 ^a	20:36±0:19 ^{ab}	20:01±0:12 ^b	21:00±0:18 ^{ab}	20:44±0:21 ^{ab}	20:34±0:11 ^{ab}	20:37±0:16 ^{ab}	20:13±0:22 ^{ab}	20:32±0:26 ^{ab}	0.018
Time Midpoint (h:mm)	14:54±0:11 ^a	14:39±0:16 ^a	14:44±0:19 ^a	12:56±0:23 ^{bc}	14:28±0:26 ^{acd}	12:13±0:19 ^b	13:00±0:22 ^{bd}	14:57±0:15 ^a	14:35±0:20 ^{acd}	15:04±0:15 ^a	<0.001
Caloric Midpoint (h:mm)	15:21 ± 0:43	15:34 ± 0:41	13:49 ± 0:26	13:28 ± 0:26	14:37 ± 0:28	14:53 ± 0:41	14:30 ± 0:54	15:05 ± 0:41	16:05 ± 0:41	15:19 ± 0:47	0.036**
Time of highest caloric meal (h:mm)	17:20 ± 0:51	16:05 ± 0:51	15:13 ± 0:40	15:05 ± 0:51	16:52 ± 0:44	14:04 ± 1:08	14:38 ± 1:24	15:58 ± 0:55	17:21 ± 0:49	16:08 ± 0:50	0.176
High caloric meal (kcal)	1225.2 ± 93.1	950.7 ± 93.1	914.7 ± 93.1	1043.2 ± 94.4	1147.9 ± 93.1	1029.1 ± 95.9	958.11 ± 96	1071.4 ± 96.1	1115.9 ± 99.3	1001.7 ± 101.2	0.236

Data from 24h period from 24:00h to 24:00h. Values are means and standard error. *Mixed Models was used to analyze the effect of shift day (independent variable) on each variable (dependent variables). Adjusted for: age, BMI, physical activity. Values with different superscripts letters are significantly different; p<0.05. ** The mixed models analysis showed a significant overall effect on caloric midpoint (p = 0.036), but the Sidak's post-test did not identify any differences between the shift days.

Figure 2 shows the 24-hour distribution of eating occasions on each day of the rotating work schedule and days off (240 consecutive hours). It is possible to observe a concentration of the eating occasions during the day and in a part of the night (18:00h – 24:00h) in D1-D2 (morning shifts) and D8-D10 (days off). On the other hand, days D3-D7 (evening shift, 24h free-day and night shift) presented eating occasions all day long, even at nighttime. In relation to the energy intake of each eating occasion, it is possible to observe meals with very high energy, during night periods.

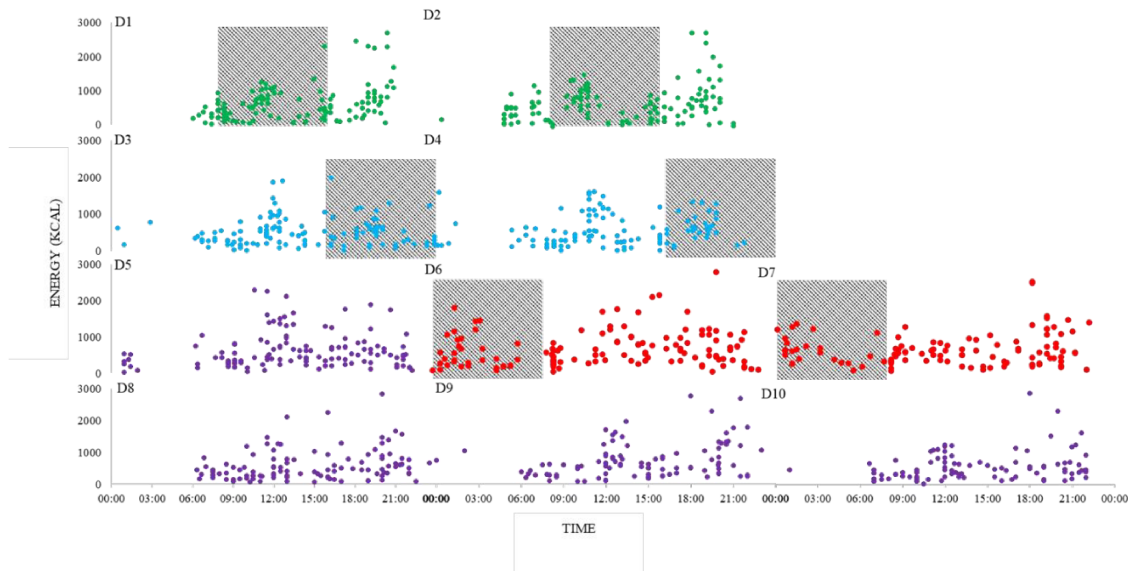


Fig. 2 Eating occasions dispersion throughout 24h. Hatched boxes = work periods. Energy intake on the y axis and Time of the day on the x axis. Green dots = eating occasions on morning shifts (D1 and D2). Blue dots = eating occasions on evening shifts (D3 and D4). Purple dots = eating occasions on days off (D5, D8, D9 and D10). Red dots = eating occasions on night shifts (D6 and D7)

Figure 3 shows the variation of daily total energy intake through the 10 days of the cycle (between 24:00h and 24:00h). All the days demonstrated values of energy consumption above the estimated energy requirements [24]. We found a non-significant trend of difference between shifts throughout the schedule ($p=0.065$).

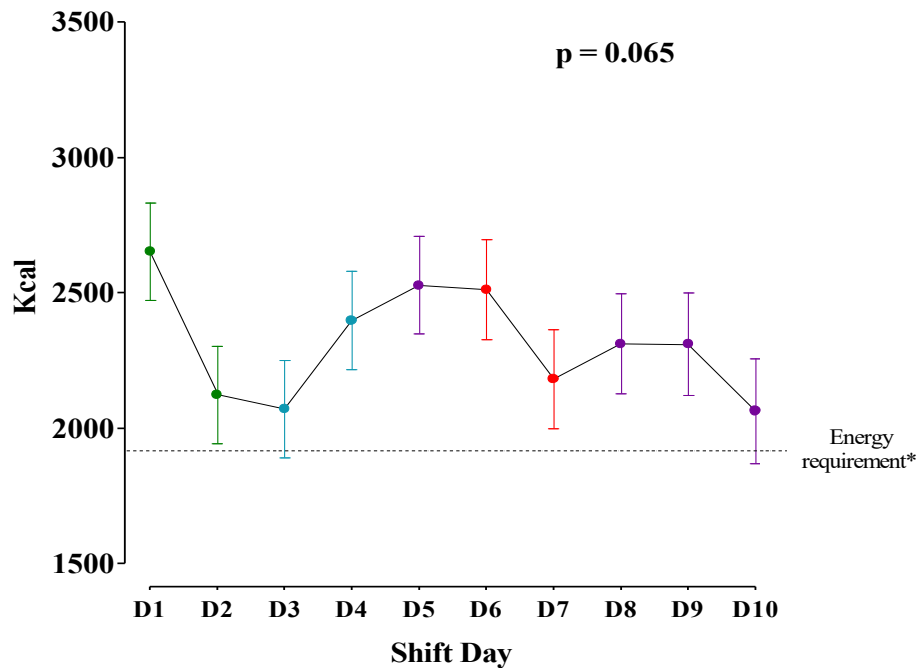


Fig. 3 Total energy intake daily throughout 24h. Mixed Models: effect of shift day (independent variable) on total energy of 24h (dependent variables). Adjusted for: age, BMI, physical activity. Values are means and standard error. * Median of participants' energy requirement calculated by the equations of Estimate Energy Requirement [24] and presented as median (1932.7 kcal) by the dashed line

Figure 4 presents the differences of fasting intervals between two consecutive shifts throughout the schedule. Mixed models showed that the mean fasting intervals on night shifts, F5 (between D5-D6 - 9.3h) and F6 (between D6-D7 - 9.6h) were lower than all other shifts (see figure 4, $p < 0.05$), except for F1(11.3h) and F3 (11.2h) ($p > 0.05$).

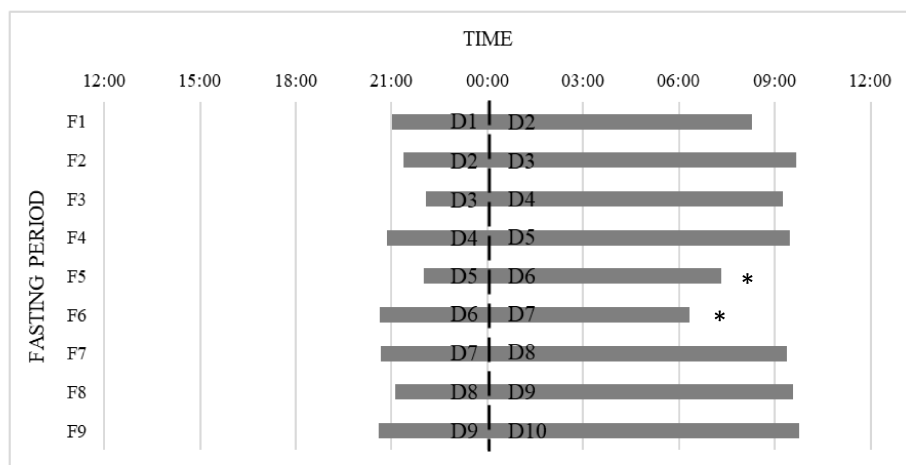


Fig. 4 Fasting periods throughout the shifts. Gray boxes = fasting intervals. Mixed Models: effect of shift (independent variable) on fasting (dependent variable). Adjusted for: age, BMI, physical activity. *F5 and F6 < F2, F4, F7, F8 and F9 ($p < 0.01$)

Table 3 presents the results of the interaction between shift and time ranges on percentage of energy intake and the amount of energy intake. The night shifts (D6 and D7) showed higher percentage and amount of energy intake between 00:00h-03:59h when compared with other days ($p < 0.001$) except for D7 versus D4 ($p = 0.137$ percentage, ($p = 0.660$ amount)). No differences in percentages of intake were found between days in the other time ranges. The D5 (24h free-day) had a higher amount of energy intake between 12:00h-15:59h compared with D2 ($p = 0.014$) and D7 ($p < 0.001$). D1 only showed a higher intake of energy than D4 in the time range between 20:00h-23:59h ($p = 0.018$).

Table 3. Shift and time ranges of energy intake.

Ranges	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
	Percentage of energy intake (%)									
00:00-3:59	0.8 ± 1.7 ^a	0.1 ± 1.7 ^a	2.8 ± 1.7 ^a	6.6 ± 1.8 ^{ac}	2.8 ± 1.7 ^a	17.8 ± 1.8 ^b	14.3 ± 1.8 ^{bc}	0.0 ± 1.8 ^a	1.7 ± 1.9 ^a	0.0 ± 2.0 ^a
04:00-07:59	1.38 ± 1.6	6.7 ± 1.6	4.0 ± 1.6	2.7 ± 1.6	5.2 ± 1.6	4.2 ± 1.7	6.0 ± 1.7	6.7 ± 1.7	3.5 ± 1.7	3.4 ± 1.8
08:00-11:59	25.2 ± 7.5	15.3 ± 7.5	11.6 ± 7.5	13.2 ± 7.7	15.0 ± 7.5	11.7 ± 7.8	16.4 ± 7.8	17.5 ± 7.8	10.0 ± 8.1	45.4 ± 8.4
12:00-15:59	25.51 ± 16.2	27.1 ± 16.2	40.4 ± 16.2	36.4 ± 16.5	50.1 ± 16.2	28.3 ± 16.8	15.3 ± 16.8	26.5 ± 16.8	72.3 ± 17.4	82.8 ± 18.1
16:00-19:59	21.8 ± 19.0	16.6 ± 19.0	15.9 ± 19.0	19.6 ± 19.3	22.0 ± 19.0	20.8 ± 19.6	16.4 ± 19.6	74.15 ± 19.6	20.2 ± 20.4	53.6 ± 21.2
20:00-23:59	35.7 ± 9.4	34.0 ± 9.4	22.8 ± 9.4	16.6 ± 9.5	28.8 ± 9.4	20.2 ± 9.7	28.9 ± 9.7	31.12 ± 9.7	60.6 ± 10.0	51.3 ± 10.5
	Energy intake (kcal)									
00:00-3:59	14.6 ± 46.8 ^a	5.1 ± 46.8 ^a	51.1 ± 46.8 ^a	195.7 ± 47.6 ^{ac}	74.6 ± 46.8 ^a	441.5 ± 48.4 ^b	345.5 ± 48.4 ^{bc}	4.6 ± 48.4 ^a	61.6 ± 50.1 ^a	2.3 ± 52.1 ^a
04:00-07:59	46.1 ± 35.7	150.1 ± 35.7	84.7 ± 35.7	67.1 ± 36.2	125.3 ± 35.7	105.7 ± 36.8	1025.3 ± 36.9	130.4 ± 36.9	84.8 ± 38.2	90.1 ± 39.6
08:00-11:59	534.2 ± 72.1	354.5 ± 72.1	253.5 ± 72.1	306.8 ± 73.3	365.0 ± 72.1	317.0 ± 74.5	357.5 ± 74.5	308.8 ± 74.5	194.4 ± 77.3	380.4 ± 80.4
12:00-15:59	589.0 ± 88.3 ^{abc}	527.4 ± 88.3 ^{ac}	833.5 ± 88.3 ^{abc}	915.7 ± 89.7 ^{ab}	978.7 ± 88.3 ^b	605.7 ± 91.3 ^{abc}	319.5 ± 91.3 ^c	655.2 ± 91.3 ^{abc}	824.3 ± 94.7 ^{abc}	585.5 ± 98.6 ^{abc}
16:00-19:59	545.4 ± 101.2	326.0 ± 101.2	386.5 ± 101.2	497.7 ± 102.9	509.7 ± 101.2	528.8 ± 104.7	423.94 ± 104.7	476.6 ± 106.6	446.7 ± 108.6	474.7 ± 113.0
20:00-23:59	933.5 ± 105.2 ^a	778.8 ± 105.2 ^{ab}	458.2 ± 105.2 ^{ab}	400.0 ± 107.0 ^b	482.1 ± 105.2 ^{ab}	513.7 ± 108.8 ^{ab}	613.0 ± 108.8 ^{ab}	745.3 ± 108.8 ^{ab}	699.6 ± 112.9 ^{ab}	612.6 ± 117.5 ^{ab}

Data from 24h period starting 00:00 h of one day until 23:59 h of the next one. Values are means and standard error. The values in lines with different superscripts letters are significantly different; p<0.05. Mixed models: effect of the interaction between shift day and time range (independent variables) on percentage of energy intake (dependent variable). Adjusted for: age, BMI, physical activity.

Table 4 presents the interaction between shift days and time ranges on fat, carbohydrate and protein intake. D6 and D7 showed a higher percentage of fat, carbohydrate and protein intake in the time range 00:00h-03:59h when compared with most other days ($p < 0.05$), except for D4 versus D7 (fat: $p = 0.068$; carbohydrate: $p = 0.345$). In the time range between 12:00h-15:59h, D7 showed a lower percentage of fat, carbohydrate and protein intake compared with D3 (all $p \leq 0.001$), D4 ($p = 0.005$, $p = 0.016$, and $p = 0.001$, respectively), D5 ($p = 0.008$, $p = 0.005$, and $p < 0.001$, respectively). In the same time range, D7 also had a lower percentage of carbohydrate ($p = 0.001$) and protein intake ($p = 0.033$) compared with D9 (Table 4).

Table 4. Interaction between shift day and time ranges on macronutrients intake.

Range	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Fat (%)										
00:00-3:59	1.6 ± 1.9 ^a	0.02 ± 1.9 ^a	1.7 ± 1.9 ^a	6.1 ± 1.9 ^{ac}	2.4 ± 1.9 ^a	17.6 ± 2.0 ^b	15.1 ± 2.0 ^{bc}	0.01 ± 2.0 ^a	2.0 ± 2.0 ^a	0.01 ± 2.1 ^a
04:00-07:59	1.2 ± 1.9	7.4 ± 1.9	3.8 ± 1.9	2.4 ± 1.9	5.1 ± 1.9	2.9 ± 1.9	5.7 ± 1.9	8.8 ± 1.9	3.2 ± 2.0	4.3 ± 2.1
08:00-11:59	19.8 ± 3.2	13.9 ± 3.2	11.0 ± 3.2	12.5 ± 3.3	12.3 ± 3.2	11.8 ± 3.4	15.3 ± 3.4	17.0 ± 3.4	11.1 ± 3.5	13.2 ± 3.6
12:00-15:59	22.6 ± 4.1 ^{ac}	30.5 ± 4.1 ^{abc}	45.5 ± 4.1 ^b	40.8 ± 4.2 ^{ab}	39.9 ± 4.1 ^{ab}	29.2 ± 4.2 ^{abc}	17.2 ± 4.2 ^c	24.8 ± 4.2 ^{ac}	36.2 ± 4.4 ^{abc}	29.4 ± 4.6 ^{abc}
16:00-19:59	21.2 ± 3.6	13.7 ± 3.6	14.5 ± 3.6	18.9 ± 3.6	21.0 ± 3.6	18.4 ± 3.7	14.6 ± 3.7	16.8 ± 3.7	13.9 ± 3.8	18.6 ± 4.0
20:00-23:59	34.9 ± 4.1	34.2 ± 4.1	22.9 ± 4.1	19.1 ± 4.2	19.5 ± 4.1	20.4 ± 4.3	31.8 ± 1.3	32.9 ± 4.3	33.4 ± 4.5	33.7 ± 4.6
Carbohydrate (%)										
00:00-3:59	0.8 ± 1.6 ^a	0.4 ± 1.6 ^a	1.2 ± 1.6 ^a	7.7 ± 1.6 ^{ac}	3.2 ± 1.6 ^a	17.0 ± 1.7 ^b	14.0 ± 1.7 ^{bc}	0.005 ± 1.7 ^a	1.8 ± 1.7 ^a	0.005 ± 1.8 ^a
04:00-07:59	1.7 ± 1.7	7.8 ± 1.7	5.1 ± 1.7	3.4 ± 1.8	5.2 ± 1.7	4.9 ± 1.8	5.9 ± 1.8	6.7 ± 1.8	5.5 ± 1.9	3.8 ± 1.9
08:00-11:59	25.9 ± 3.2	17.0 ± 3.2	13.2 ± 3.2	16.3 ± 3.3	14.9 ± 3.2	11.8 ± 3.4	19.9 ± 3.4	18.1 ± 3.4	12.0 ± 3.5	21.7 ± 3.6
12:00-15:59	21.8 ± 3.2 ^{ad}	25.4 ± 3.2 ^{adc}	41.0 ± 3.2 ^b	33.8 ± 3.3 ^{ab}	35.1 ± 3.2 ^{ab}	24.7 ± 3.3 ^{adc}	16.6 ± 3.3 ^d	27.1 ± 3.3 ^{abd}	38.1 ± 3.5 ^{bc}	25.7 ± 3.6 ^{abd}
16:00-19:59	20.3 ± 3.4	19.1 ± 3.4	16.1 ± 3.4	23.5 ± 3.4	23.2 ± 3.4	19.6 ± 3.5	19.2 ± 3.5	18.0 ± 3.6	17.4 ± 3.6	20.1 ± 3.8
20:00-23:59	29.9 ± 3.7	30.1 ± 3.7	23.1 ± 3.7	15.0 ± 3.7	18.2 ± 3.7	21.8 ± 3.8	24.1 ± 3.8	30.6 ± 3.8	25.0 ± 3.9	28.5 ± 4.1
Protein (%)										
00:00-3:59	0.1 ± 1.7 ^a	0.03 ± 1.7 ^a	0.8 ± 1.7 ^a	6.2 ± 1.7 ^a	2.6 ± 1.7 ^a	16.4 ± 1.8 ^b	15.5 ± 1.8 ^b	0.01 ± 1.8 ^a	0.9 ± 1.8 ^a	0.01 ± 1.9 ^a
04:00-07:59	0.8 ± 1.6	4.8 ± 1.6	3.9 ± 1.6	2.1 ± 1.7	4.9 ± 1.6	2.2 ± 1.7	6.5 ± 1.7	4.8 ± 1.7	2.4 ± 1.8	2.4 ± 1.8
08:00-11:59	23.8 ± 3.4	15.5 ± 3.4	9.2 ± 3.4	10.3 ± 3.5	10.0 ± 3.4	11.8 ± 3.6	14.1 ± 3.6	14.1 ± 3.6	8.6 ± 3.7	18.2 ± 3.8
12:00-15:59	29.8 ± 4.3 ^{ab}	33.6 ± 4.3 ^{ab}	44.6 ± 4.3 ^a	44.8 ± 4.4 ^a	46.8 ± 4.3 ^a	33.1 ± 4.4 ^{ab}	17.5 ± 4.4 ^b	34.1 ± 4.4 ^{ab}	39.6 ± 4.6 ^a	34.1 ± 4.8 ^{ab}
16:00-19:59	10.5 ± 3.3	10.7 ± 3.3	16.4 ± 3.3	17.2 ± 3.4	15.8 ± 3.3	15.9 ± 3.5	12.8 ± 3.5	13.2 ± 3.5	14.5 ± 3.6	13.6 ± 3.7
20:00-23:59	34.9 ± 4.1	35.1 ± 4.1	24.8 ± 4.1	19.1 ± 4.2	19.5 ± 4.1	20.7 ± 4.2	33.2 ± 4.2	34.0 ± 4.2	33.6 ± 4.4	31.5 ± 4.6

Data from 24h period starting 00:00 h until 23:59 h. Values are means and standard error. The values in lines with different superscripts letters are significantly different; $p < 0.05$. Mixed models: effect of the interaction between shift day and time range (independent variables) on percentage of energy intake (dependent variable). Adjusted for: age, BMI, physical activity.

DISCUSSION

In the present study, we aimed to evaluate the meal timing variability of rotating shift workers throughout a complete shift cycle and its effect on energy and macronutrient intake. Our findings showed that the rotating shift workers significantly change meal timing throughout the shifts, and that it affects the distribution of energy and macronutrient intake and the duration of the fast. Considering a 24h hour eating window, this clockwise rotating schedule seems to favor the anticipation of the first meals and the time of meal midpoint, as well as the shortening of fasting periods on night shifts. We also found a different energy and macronutrients distribution over 24h on days involving night work, since the late nighttime range (00:00h-03:59h) on D6-D7 (night shifts) presented higher energy and macronutrients intake than other shift days. Our hypothesis was confirmed since we found that rotating shift schedule leads to a significant variability in the mealtimes/distribution over the shifts and that night shifts promote a higher night energy intake.

Although the time of last meal on night shifts it is not different from the other shifts, the time of the first meal on night shifts tended to occur much earlier, still in the dark period of the day. This result demonstrates that the night shift allows the eating window to start still during nighttime, which also favored an earlier midpoint on these days in relation to most other shifts. This variability in meal timing from one day to the next during a rotating work schedule can have a negative impact on workers' health, since meals might act as zeitgeber of the circadian timing of peripheral but not central clocks [25]. Meal timing can synchronize different organs and tissues related to digestion, absorption or metabolism of nutrients, such as stomach, intestine, liver, pancreas or adipose tissue [26, 27]. Thus, a misalignment between food intake and time of day can result in systemic metabolic dysregulation [26]. Wehrens and colleagues (2017) [25]

conducted a constant routine laboratory protocol measuring the effect of meal delay on the human circadian system. Comparing two identical protocols that only changed mealtime – 5h later –, they observed that late meals delay rhythms of plasma glucose and adipose PER2 clock gene expression but not markers of the CNS such as melatonin [25]. These observations suggest that the chronic variation in meal timing, combined with insufficient sleep can generate a conflict between peripheral and central clocks contributing to circadian misalignment that increases the risk of chronic diseases [28]. Therefore, keeping mealtimes on a regular basis may be beneficial for rotating shift workers [29].

In addition to the mealtime variability discussed above, we also found higher energy and macronutrient intakes on night shift compared to other shifts in the time ranges that comprised early mornings (00:00h-03:59h). Shift workers are active during the rest period and exposed to long hours of electric light and therefore eat during working hours [15, 30, 31], resulting in increased food intake during a time typically reserved for sleep. We also found that the night shift is associated with a shorter fasting period compared to most other shifts. These results corroborate findings from a previous study that evaluated the distribution of meal times by fixed and rotating shift workers comparing night shifts, day shifts, and days off, and also showed that participants distributed the eating occasions through 24h when in night shifts [15]. The distribution of meals at night can negatively affect the metabolic health of workers due to the frequency of eating occasions, the circadian timing of energy intake, and the lack of a well-established fasting period, which may disrupt the typical counterregulatory metabolic process and reduce repair activity that occurs during fasting [32]. Findings from a recent pilot randomized crossover trial showed that a short overnight fast is well tolerated by night shift workers and may be beneficial from the point of view of cardiovascular health [33]. Previous findings have

shown the effects of late-night meals on energy regulation and nutrients metabolism [34, 35]. Kelly et al. (2020) [34] showed that the lipid oxidation is 15g lower over 24h when the participants ate a late-night snack instead of a breakfast (identical meals of 700 kcal) [34]. A systematic review showed that night meals present higher values of glucose and insulin response compared to day meals, suggesting a poor glucose tolerance during night periods [35]. Therefore, eating at night is a likely contributing factor to metabolic diseases, as it coincides with the time at which postprandial metabolism is least efficient [36].

Our data did not show differences in total energy intake in 24h throughout shifts as we hypothesized and as it was previously found in another study [37]. This result suggests that instability in mealtimes does not seem to have an impact on the individuals' energy intake, which agrees with the results of Bonham et al. (2016) [38] and Cayan et al. (2019) [39]. However, it is important to highlight that although we did not find significance, a non-significant trend in consumption variation over the days can be observed. Furthermore, it is important to note that energy intake was always higher than the energy requirement throughout the whole shift cycle and thus these shift workers were in positive energy balance. This may be explained by the absence of a dietary pattern, resulting from the shift schedule itself. Evidence also shows that 24h energy expenditure is reduced during simulated shift work contributing to positive energy balance [40]. Thus, future studies, with larger samples, are needed to investigate variability in energy intake and expenditure over a complete rotating shift schedule. It is well-known that frequent caloric excess, as well as frequent nighttime food intake [14], may be important risk factors for weight gain [41] and its related chronic diseases [42, 43]. Although there are a small number of well-controlled studies examining the enablers and barriers to healthy eating at night [44, 45], there is still a gap in the literature to understand the best dietary

pattern for shift workers, both in relation to the quantity/quality of the diet, as well as the mealtimes.

This study has some limitations. Only men constituted our sample and a larger study including women is necessary for a better understanding of the impact of rotating shift work on meals distribution. Dietary data were assessed using a subjective evaluation, which depends on the memory and motivation of the participants. However, to minimize the bias, a trained nutritionist performed all 24-hour recalls using the multiple-pass method, a validated method to diminish the omission of forgotten foods and standardize the level of detail for describing foods. This study also has strengths as the design followed up shift workers for continuous 240 h (10 days) in real life. In addition, 10 days of data collection allowed us to assess a high-quality data on each participant. Thus, it was possible to evaluate the impact of shift rotation on meal distribution.

We conclude that there is an important variation in mealtimes and distribution of energy and macronutrient intakes through 24h over 10 consecutive days of rotating shift work. Night shifts seem to contribute to an earlier start of energy intake, during the nighttime compared to the other shifts of the schedule. Although there was no change in total energy intake in 24 hours, the distribution by time ranges was different on night shifts compared to the other shifts, with a higher consumption of energy and macronutrients between 00:00-03:59, which consequently reduced the overnight fast. Additional research is needed to explore removal of energy intake during this window and potential benefits for metabolic health.

STATEMENTS AND DECLARATIONS

Conflict of interest The authors reported no conflicts of interest.

Ethics approval and consent to participate Participants were informed about the objectives and procedures before being invited to join the study. This study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Uberlândia (CAAE: 49689115.0.0000.5152). All methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations and all participants signed an informed consent form.

Funding This work was supported by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (88882.429139/2019-01).

REFERENCES

- [1] Monk TH, Folkard S (1992) Making shift work tolerable. London, United Kingdom: Taylor & Francis.
- [2] Åkerstedt T (1998) Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Sleep Med Rev.* 1998;2(2):117–28. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2012.02.002>
- [3] Alterman T, Luckhaupt SE, Dahlhamer JM, Ward BW, Calvert GM (2013) Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the U.S.: data from the 2010 National Health Interview Survey. *Am J Ind Med.* 56(6):647-59. <https://doi.org/10.1002/ajim.22108>
- [4] Parent-Thirion A, Macías E, Hurley J, Vermeylen G (2007) Fourth European Working Conditions Survey. Eurofound, Luxembourg.
- [5] Wong IS, McLeod CB, Demers PA (2011) Shift work trends and risk of work injury among Canadian workers. *Scand J Work Environ Health.* 37(1):54-61. <https://doi.org/10.2307/40967887>.

- [6] Moreno CRC, Marqueze EC, Sargent C, Wright Jr KP Jr, Ferguson SA, Tucker P (2019) Working Time Society consensus statements: Evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Ind Health*. 57(2):139-157. <https://doi.org/10.2486/indhealth.SW-1>.
- [7] Boivin DB, Boudreau P (2014) Impacts of shift work on sleep and circadian rhythms. *Pathol Biol (Paris)*. 62(5):292-301. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2018.04.003>
- [8] Amani R, Gill T (2013) Shiftworking, nutrition and obesity: implications for workforce health – a systematic review. *Asia Pac J Clin Nutr*. 22(4):698–707. <https://doi.org/10.6133/apicn.2013.22.4.11>
- [9] Ulhôa MA, Marqueze EC; Burgos LGA, Moreno CRC (2015) Shift work and endocrine disorders. *Int J Endocrinol*. 2015:826249. <https://doi.org/10.1155/2015/826249>.
- [10] Nea FM, Kearney J, Livingstone MBE, Pourshahidi LK, Corish CA (2015) Dietary and lifestyle habits and the associated health risks in shift workers. *Nutr Res Rev*. 28:143–166. <https://doi.org/10.1017/S095442241500013X>.
- [11] Marot LP, Rosa DE, Lopes TDVC, Moreno CRC, Crispim CA (2020). Eating Duration throughout a Rotating Shift Schedule: A Case Study. *J Am Coll Nutr*. Epub ahead of print. PMID: 32970537. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1814899>.
- [12] Balieiro LC, Rossato LT, Waterhouse J, Paim SL, Mota MC, Crispim CA (2014) Nutritional status and eating habits of bus drivers during the day and night. *Chronobiol Int*. 31(10):1123–9. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957299>
- [13] Mota MC, De-Souza DA, Rossato LT, Silva CM, Araujo MB, Tufik S, de Mello MT, Crispim CA (2013). Dietary patterns, metabolic markers and subjective sleep

measures in resident physicians. *Chronobiol Int.* 30(8):1032–41.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2013.796966>.

[14] Esquirol Y, Bongard V, Mabile L, Jonnier B, Soulat JM, Perret B (2009) Shift work and metabolic syndrome: respective impacts of job strain, physical activity, and dietary rhythms. *Chronobiol Int.* 26(3):544–59. <https://doi.org/10.1080/07420520902821176>.

[15] Shaw E, Dorrian J, Coates AM, Leung GKW, Davis R, Rosbotham E, Warnock R, Huggins CE, Bonham MP (2019) Temporal pattern of eating in night shift workers. *Chronobiol Int.* 36(12):1613–25. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1660358>.

[16] Cohen J (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York (NY): Academic Press.

[17] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC (1985) Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 28(7):412–9.
<https://doi.org/10.1007/BF00280883>.

[18] Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18, 499–502.

[19] Lohman TG, Roche AF, Martorell R (1988) *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, United States of America: Human Kinetics Books.

[20] Heyward V, Stolarczyk L (2000) *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo, Brazil: Manole.

- [21] World Health Organization (WHO) (2000) Obesity: preventing and managing the global epidemic. (Technical report, 894). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- [22] Moshfegh AJ, Rhodes DG, Baer DJ et al (2008) The US department of agriculture automated multiple pass method reduces bias in the collection of energy intakes. *Am J Clin Nutr.* 88(2):324–32. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.324>.
- [23] Gill S, Panda S (2015) A smartphone app reveals erratic diurnal eating patterns in humans that can be modulated for health benefits. *Cell Metab.* 22:789–798. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.09.005>.
- [24] Institute of Medicine (2005) Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC, United States of America: The National Academies Press.
- [25] Wehrens SMT, Christou S, Isherwood C, Middleton B, Gibbs MA, Archer SN, Skene DJ, Johnston JD (2017) Meal timing regulates the human circadian system. *Curr Biol.* 27(12):1768–75. e1763. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.059>.
- [26] Crispim CA, Mota MC (2018) New perspectives on chrononutrition. *Biol. Rhythm Res.* 1, 1–15. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1491202>.
- [27] Schibler U, Gotic I, Saini C et al (2015) Clocktalk: interactions between central and peripheral circadian oscillators in mammals. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol.* 80: 223–32. <https://doi.org/10.1101/sqb.2015.80.027490>.
- [28] Moran-Ramos S, Baez-Ruiz A, Buijs RM, et al (2016) When to eat? The influence of circadian rhythms on metabolic health: are animal studies providing the evidence? *Nutr Res Ver.* 29:180–93. <https://doi.org/10.1017/S095442241600010X>.

- [29] Chellappa SL, Qian J, Vujovic N, et al (2021) Daytime eating prevents internal circadian misalignment and glucose intolerance in night work. *Sci Adv.* 3;7(49):eabg9910. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg9910>.
- [30] Knutsson A (2003) Health disorders of shift workers. *Occup. Med.* 53:103–108. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqg048>.
- [31] Lennernas M., Hambræus L., Akerstedt T (1995) Shift related dietary intake in day and shift workers. *Appetite.* 25:253–265. <https://doi.org/10.1006/appe.1995.0060>.
- [32] Longo VD, Panda S (2016) Fasting, circadian rhythms, and time-restricted feeding in healthy lifespan. *Cell Metab.* 23:1048–59. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.06.001>.
- [33] Leung GKW, Davis R, Huggins CE, Ware RS, Bonham MP (2021) Does rearranging meal times at night improve cardiovascular risk factors? An Australian pilot randomised trial in night shift workers. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 31:6(1890-1902). <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.03.008>.
- [34] Kelly KP, McGuinness OP, Buchowski M, Hughey JJ, Chen H, Powers J, Page T, Johnson CH (2020) Eating breakfast and avoiding late-evening snacking sustains lipid oxidation. *PLoS Biol.* 27;18(2):e3000622. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000622>.
- [35] Leung GKW, Huggins CE, Ware RS, Bonham MP (2020) Time of day difference in postprandial glucose and insulin responses: Systematic review and meta-analysis of acute postprandial studies. *Chronobiol Int.* 37(3):311-326. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1683856>.
- [36] Al-Naimi S, Hampton SM, Richard P, Tzung C, Morgan LM (2004) Postprandial metabolic profiles following meals and snacks eaten during simulated night and day shift work. *Chronobiol Int.* 21:937–47. <https://doi.org/10.1081/CBI-200037171>

- [37] Lennernas M, Abrahamsson L, Hambræus L, Akerstedt T (1994) Nutrition and 3-shift work. The 24-hour intake of energy and nutrients. *Ecology of Food and Nutrition*, 32:3-4, 157-165. <https://doi.org/10.1080/03670244.1994.9991397>.
- [38] Bonham MP, Bonnell EK, Huggins CE (2016) Energy intake of shift workers compared to fixed day workers: a systematic review and meta-analysis. *Chronobiol Int*. 33:1086–1100. <https://doi.org/10.1080/07420528.2016.1192188>
- [39] Cayanan EA, Eyre NAB, Lao V, Comas M, Hoyos CM, Marshall NS, Phillips CL, Shiao JSC, Guo YL, Gordon CJ (2019) Is 24-hour energy intake greater during night shift compared to non-night shift patterns? A systematic review. *Chronobiol Int*. 36(12):1599-1612. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1666865>.
- [40] McHill AW, Melanson EL, Higgins J, Connick E, Moehlman TM, Stothard ER, Wright KP Jr (2014) Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 111(48):17302-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412021111>.
- [41] Morikawa Y, Nakagawa H, Miura K, Soyama Y, Ishizaki M, Kido T, Naruse Y, Suwazono Y, Nogawa K (2007) Effect of shift work on body mass index and metabolic parameters. *Scand J Work Environ Health*. 33(1):45-50. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1063>.
- [42] Gan Y, Yang C, Tong X et al (2015) Shift work and diabetes mellitus: a meta-analysis of observational studies. *Occup Environ Med*. 72:72–8. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102150>.
- [43] Vyas MV, Garg AX, Iansavichus AV, Iansavichus AV, Costella J, Donner A, Laugsand LE, Janszky I, Mrkobrada M, Parraga G, Hackam DG (2012) Shift work and

vascular events: systematic review and meta-analysis. 26;345:e4800.

<https://doi.org/10.1136/bmj.e4800>.

[44] Bonnell EK, Huggins CE, Huggins CT, McCaffrey TA, Palermo C, Bonham MP (2017) Influences on Dietary Choices during Day versus Night Shift in Shift Workers: A Mixed Methods Study. *Nutrients*. 26;9(3):193. <https://doi.org/10.3390/nu9030193>

[45] Gupta CC, Coates AM, Dorrian J, Banks S (2019) The factors influencing the eating behaviour of shiftworkers: what, when, where and why. *Ind Health*. 3;57(4):419-453. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0147>.

5 **Artigo 2.** Hunger, meal enjoyment, and satiety after meals throughout a complete rotating shift cycle

Artigo não submetido para publicação.

Hunger, meal enjoyment, and satiety after meals throughout a complete rotating shift cycle

Luisa Pereira Marot^a; Laura Cristina Tibiletti Balieiro^a; Tássia do Vale Cardoso Lopes^a;
Dayane Eusenía Rosa^a; Kenneth P Wright Jr^b, Cláudia Roberta de Castro Moreno^c;
Cibele Aparecida Crispim^{*a}.

^aChrononutrition Research Group, Faculty of Medicine, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Av. Para, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320;

^bSleep and Chronobiology Laboratory, Department of Integrative Physiology, University of Colorado Boulder, Boulder, CO 80309-0354, USA;

^cSchool of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brazil. Av. Dr. Arnaldo, 715. Zip code: 01246-904.

^{*}Corresponding author: Cibele Aparecida Crispim, Faculty of Medicine, Federal University of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Av. Pará, 1720, Bloco 2U, Sala 20. Campus Umuarama. Zip code: 38405-320 Uberlândia-MG. Phone/fax: (+5534) 3218-2084. E-mail: cibele.crispim@ufu.br

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the variability of hunger before meals, meal enjoyment and satiety after meals of rotating shift workers throughout ten consecutive days and its association with energy intake. Mining company shift workers (n=30) were evaluated in a complete rotation shift schedule over 240 consecutive hours (10 days; two days of morning shifts (M1 and M2), two days of afternoon shifts (A1 and A2), 24-hour free (24F), two days of night shifts (N1 and N2) and three days off (F1, F2 and F3)). Energy intake was assessed by 24h recalls and subjective perceptions rates (hunger, meal enjoyment and satiety) by a visual analogue scale (VAS). Mixed models were used to analyze the fixed effects of shift day, meals (breakfast, lunch, dinner and after -dinner meal) and their interaction on hunger, meal enjoyment and satiety. The last day of night shift (N2) had higher rates of hunger than morning shift days (M1: $p<0.001$ and M2: $p=0.005$) and the second afternoon shift, A2 ($p=0.031$). The interaction between shift and meal showed that N2 had higher hunger rates than M1 ($p=0.014$), M2 ($p=0.029$) and A2 ($p=0.022$) at breakfast; and higher than M1 ($p=0.023$) and M2 ($p=0.018$) at after-dinner meal. Regarding meal enjoyment, lunch in morning shifts had lower values than all other days ($p<0.05$), and dinner in afternoon shifts had lower values than most days, except for A2 versus N2 ($p=0.052$). Regarding satiety, N2 was greater than A2 ($p=0.005$) at breakfast and lower than A1 ($p=0.008$) at lunch. The main meal of the night shifts showed lowest rates of hunger ($p<0.05$). N1 also presented lower energy intake compared to M1 ($p=0.001$), M2 ($p=0.013$) and A2 ($p=0.05$); and lower satiety compared to M1 ($p=0.002$), M2 ($p=0.002$), A1($p=0.003$) and A2 ($p<0.001$). **Conclusion:** It is concluded that rotating shift schedule may influence the variation on food perceptions, favoring higher rates of hunger at the last night shift of the schedule, and lower hunger and satiety rates in the main meal of the night shifts.

Key-words: Shift work, chrononutrition, rotating shift, nutrition, hunger, satiety.

INTRODUCTION

The growing economic and social demands in society that requires services 24/7, including in health and emergency, hospitality, transport and industrial services make shift work essential (Marcolino, Siqueira, & Barroco, 2014). Between 10% and 30% of workers are working night shifts at least once a month, while rotating or regular night shifts were reported by 12% to 13% of the workforce in North America (Rydz et al., 2020; Yong et al., 2017). In Brazil, shift workers represent around 15% of the total workforce (IBGE, 2013) and approximately 7.6% of the active population performs night work (PNAD, 2016).

Although shift work is important and essential for a productive society, there is a lot of evidence associating shift working with negative consequences for health and nutrition (Zhang et al., 2020; IARC, 2019; Haus et al., 2016). From a nutritional point of view, there are multiple factors that influence the eating behavior of these workers, such as atypical working and sleeping hours and the limited time availability to have meals at work during breaks (Gupta et al., 2019). Also, longer periods of wakefulness favor more possibilities to eat (Marot et al., 2020).

Subjective perceptions related to appetite, which are related with the control of hunger/satiety, are important determinants of eating or not eating. Hunger, as well as other physiological processes of the organism, presents an endogenous circadian variation, decreasing in the dark period of the light-dark cycle, when homeostatic processes are preparing the organism for the sleep period (Åkerstedt, 2003). However, the impact of atypical working hours and the consequent sleep deprivation and circadian desynchronization can significantly affect the regulation of hunger and satiety hormones (Crispim et al., 2007) and, consequently, the subjective perceptions related to hunger. Studies on food perceptions (hunger before meals, meal enjoyment of the meal and

satiety) are more common in-laboratories (McHill et al., 2022, Spiegel et al., 2004) and are still scarce in the real-life conditions with shift workers.. Waterhouse et al. (2003) showed that hunger before a meal and satiety after a meal on rest days were greater than night shifts, while Santa Cecília Silva et al. (2016) found greater hunger rates before lunch on the next day after night shift compared to the lunch on the day after a resting night. Besides the small number of published articles on this topic, findings are inconclusive once the variables regarding food perceptions were obtained in different moments from the present study and does not represent the cumulative effect of the sleep deprivation and misalignment caused by a rotating shift.

The aim of the present study was to evaluate the perceptions of hunger before meals, meal enjoyment and satiety after meals of shift workers over 10 consecutive days during a clockwise rotation shift. Our hypothesis is that workers present more hunger and less satiety in the second day of the night shift (last workday of the schedule) compared to other shift days; high overall meal enjoyment on days off compared to morning, afternoon and night shifts; low perceptions of hunger/greater satiety at main meals consumed during work in the night shift compared to other shifts.

METHODS

Participants and ethics

This is an observational and prospective study carried out with male rotating workers from a mining company located in the Midwest of Brazil. Inclusion criteria were: working in a clockwise rotating shift (morning-evening-night) for at least one year; working in the operations control panel or leadership position (low levels of physical activity during work); being able to wear actigraphy devices; had not done transmeridian

travel in the past three months; no current diagnosis of a sleep disorder; not taking sleep medications; no current diagnosis of diabetes; being male.

This study was approved by the Human Research Ethics Committee (CAAE: 49689115.0.0000.5152) of the Federal University of Uberlândia. The research was conducted in accordance with the guidelines of the Declaration of Helsinki. All workers included in the study signed the Free and Informed Consent Form.

Study protocol

Workers were followed during 10 consecutive days that represents a complete shift schedule (Figure 1) - two morning shifts (M1 and M2 - 8:00h -16:00h); two afternoon shifts (A1 and A2 -16:00h-24:00h); 24 hour free (24F) between the last afternoon shift and the first night shift (24:00h-24:00h); two-night shifts (N1 and N2 - 24:00h-8:00h); and three days off (F1, F2 and F3) (Figure 1).

Initial data on sociodemographic and health behaviors were assessed on the first day of the study. Then, the participants were evaluated over the shift schedule, as described below.

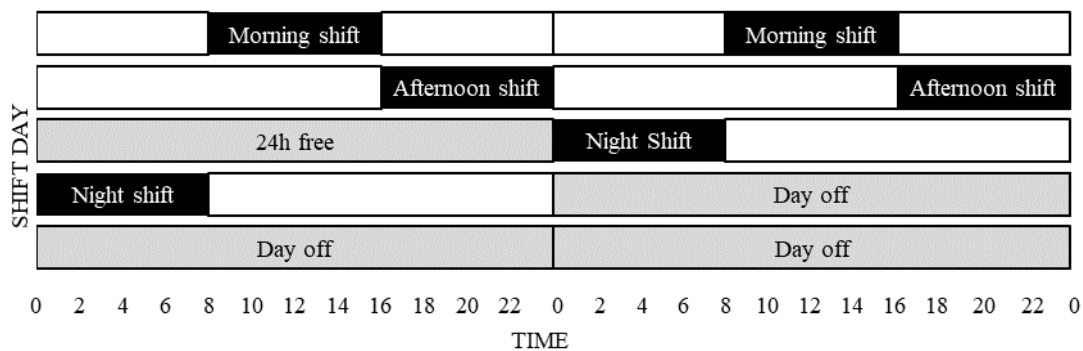


Figure 1 Shift Schedule. Black= morning (M1 and M2) – 8:00h to 16:00h; afternoon (A1 and A2) – 16:00h to 24:00h; and night (N1 and N2) – 24:00h to 8:00h. Grey = 24h free (24F) – 24:00h to 24:00h and days off (F1-F3)

Initial Evaluation

Sociodemographic and health

Sociodemographic characteristics such as age, years of shift work, and health status (physical activity, anthropometric and biochemical parameters) were assessed by a questionnaire, applied by the researchers.

Anthropometric Variables

A trained nutritionist performed all the anthropometric measurements according to standardized methods (Lohman et al., 1988; Heyward and Stolarczyk, 2000) at the first day of the study. Weight, height, and waist circumference (WC) were assessed, and standardized cut-offs were used for waist circumference and body mass index (BMI, kg/m²) (WHO, 2000).

Dietary intake data

Dietary intake was assessed by 10 consecutive 24-hour food recalls (24HR) using the 5-stage multiple-pass method (MPM) interviewing technique developed by the US Department of Agriculture (USDA) (Moshfegh et al., 2008). On working days, all 24HRs were performed in a private room with only the interviewer and the participant. On days off (F1, F2 and F3), the 24HRs were carried out through telephone interviews (BRASIL, 2015; Moshfegh et al., 2008). Participants were instructed to provide as much detail as possible about the foods and beverages consumed the day before the assessment, from the first to the last meal, including homemade food recipes and brand names. Energy intake was analyzed by the Nutrition Data System for Research (NDSR) software version 2014 (University of Minnesota, Minneapolis, MN).

We considered as meal caloric events ≥ 50 kcal with time intervals between them ≥ 15 min reported in the 24HR (Gibney & Gibney, 1997). The meal name was defined by the participant (breakfast, morning snack, lunch, afternoon snack, dinner and

after dinner meal) during the application of the 24HR interview, as proposed by the MPM (Moshfegh et al., 2008).

To evaluate subjective perceptions of the main meal of the shift, the meal occasion higher in calories was considered in each shift, being lunch for the morning shift (8:00 – 16:00), dinner for the afternoon shift (16:00 – 24:00) and after-dinner meal for the night shift (00:00-08:00).

Subjective food perceptions

Hunger, meal enjoyment and satiety

Participants were instructed to fill out, at the exact moment of the meal, on a visual analog scale (VAS) horizontal line how they feel in each meal occasion (Waterhouse et al., 2003) to assess subjective food perceptions throughout the day. Participants estimated their food perceptions for each meal by a scale from 0 to 10 for the following questions: how much hungry they were before the meal? (0= “not at all hungry” on the left and 10= “very much/ extremely hungry” on the right); how much they enjoyed the meal (0= “not at all” on the left and 10= “very much” on the right); how they felt after meal regarding satiety (0=“still hungry” on the left and 10= “over-full/bloated” on the right). Furthermore, they also answered an additional question about what determined the food choice of that meal among the following options: appetite, habit, available time, or available food (Waterhouse et al., 2003).

Appetite for food groups

For appetite subjective evaluation, participants also filled a 0-10 cm VAS (0 = “not at all” on the left and 10= “very much” on the right) for the question “How much

would you like to eat the foods below?” whereas the foods were: sweet foods, salty foods, fruits, vegetables, starchy foods, dairy and meats and poultry. The evaluation was done before all main meal occasions in each shift based only on their appetite at the moment, without concern for calorie or fat intake or for a healthy diet (Spiegel et al., 2004).

Statistical Analysis

All statistical analyses were performed using the SPSS version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), and $p < 0.05$ was considered statistically significant. Initially, the data normality was tested by Shapiro-wilk test. Categorical variables were summarized using frequencies and percentages, and continuous variables were summarized using means and standard error or median and interquartile intervals, according to the distribution.

Mixed models were performed to evaluate the isolated effect of shift days and its interaction with meals (breakfast, lunch, dinner and after dinner meal) (fixed effects) on hunger before meal, meal enjoyment, satiety (dependent variables). Isolated effect of shift days (fixed effect) was also estimated on energy intake, hunger before meal, meal enjoyment, satiety and appetite for food groups of the main meal (dependent variables). Models were adjusted for age and BMI and included “subject” as a random effect. Post-hoc pairwise comparisons were performed using LSD.

Linear regression analyses were performed to test the overall association between subjective perceptions (hunger, meal enjoyment and satiety) (dependent variables) and energy intake (independent variable). Subsequently, a linear regression between subjective perceptions and food intake related variables (energy, carbohydrate, fat and protein) were also performed for each day of the shift schedule.

RESULTS

Characteristics of the population studied are presented in Table 1. The average age was 37.2 ± 5.7 years, with most of the participants (90%) having worked in shifts routine for more than 5 years and the majority of them was overweight (83.3%).

Table 1. Characteristics of the population studied

Total sample (n)	30
Age (years)	37.2 (5.7)
Working in shift > 5y (%)	90
Health	
Physical activity (%)	63.3
<i>Anthropometric parameters</i>	
Weight (kg)	83.9 [68.3–99.5]
Height (m)	1.74 [1.67–1.81]
BMI (kg/m ²)	28.4 (3.7)
Eutrophic (BMI <25kg/m ²) (%)	16.7
Overweight (BMI ≥25kg/m ²) (%)	83.3
Waist circumference (cm)	96.5 [93.1–100.0]
<i>Biochemical parameters</i>	
Glucose (mg/dL)	92.1 (13.5)
Insulin (UI/ml)	6.5 [5.1–8.3]
HOMA-IR	1.6 [1.1–1.8]
Total cholesterol (mg/dL)	171.4 (37.6)
HDL cholesterol (mg/dL)	39.9 (8.7)
LDL cholesterol (mg/dL)	98.5 (43.1)
Triglycerides (mg/dL)	148.5 (106.8)

BMI. body mass index; HOMA-IR. Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance. Values are mean $\pm$ standard deviation or median [IQR] for continuous variables and percentages for categorical variables.

Figure 2 illustrates the 24-hour distribution of VAS rates for hunger before meal (Fig 2A), meal enjoyment (Fig 2B) and satiety (Fig 2C) for each day of the rotating work schedule (240 consecutive hours).

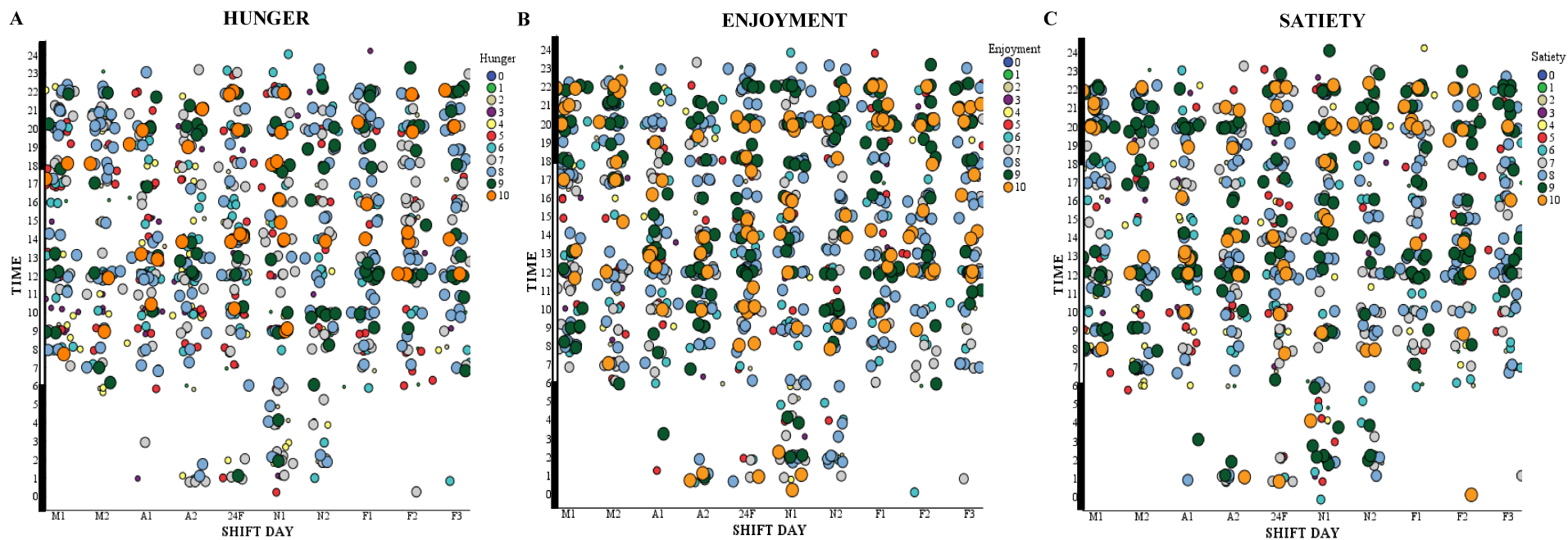


Fig 2. Perceptions of hunger (A), meal enjoyment (B) and satiety (C) of the meals throughout the day for each shift day . Higher scores indicate higher subjective perceptions rates. Time of the day on the y axis; white and black bars indicate day and night, respectively. Shift day on the x axis. VAS rates on different colors; Dark blue = 0, Green = 1, Beige = 2, Purple = 3, Yellow = 4, Red = 5, Turquoise = 6, Grey = 7, Light blue = 8, Dark green = 9 and Orange = 10. Morning shifts (M1 and M2). Afternoon shifts (A1 and A2). Days off (24F, F1, F2 and F3). Night shifts (N1 and N2).

Figure 3 shows the isolated effect of shift day on hunger before meal (Fig 3A), meal enjoyment (Fig 3B) and satiety after meal (Fig 3C). For hunger, the last day of night shift (N2) (6.4 ± 0.4) had higher rates than both morning shift days (M1: 4.7 ± 0.4 , $p < 0.001$ and M2: 5.4 ± 0.4 , $p = 0.005$) and the second afternoon shift (A2: 5.7 ± 0.3 , $p = 0.031$) (Fig 3A). We did not find significant variation throughout the schedule on meal enjoyment ($p=0.481$) (Fig 3B) and satiety after meal ($p = 0.358$) (Fig 3C).

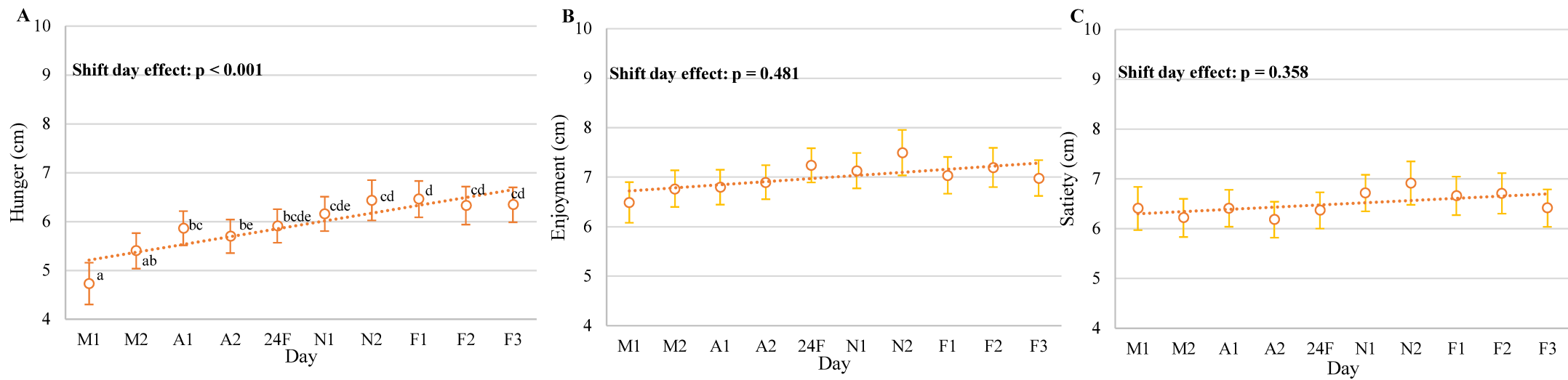


Fig 3. Shift day effect on hunger (A), meal enjoyment (B) and satiety (C) of the meals throughout the shift schedule. Higher scores indicate higher subjective perceptions rates. VAS on the y axis. Shift day on the y axis. Morning shifts (M1 and M2). Afternoon shifts (A1 and A2). Days off (24F, F1, F2 and F3). Night shifts (N1 and N2). Values are mean and standard errors. The values with different superscripts letters are significantly different; $p < 0.05$. Mixed models: effect of the shift day (independent variables) on hunger (A), enjoyment (B) and satiety (C). Adjusted for: age and BMI.

Figure 4 presents the interaction between shift day and meals (breakfast, lunch, dinner e after-dinner meal) for hunger, meal enjoyment and satiety (Figure 5). Firstly, regarding hunger, Breakfast had greater rates in N2 than M1 ($p = 0.014$), M2 ($p = 0.029$) and A2 ($p = 0.022$); M1 was also lower than A1 ($p = 0.043$) and F1 ($p = 0.035$). Lunch time was lower on M1 than all other days, except for N2 ($p = 0.226$). Dinner had greater rates in F3 than most days, except for A1 ($p = 0.101$), which was greater than M1 ($p = 0.029$) and N1 ($p = 0.01$); N1 was also lower than F1 ($p = 0.037$). Finally, at after-dinner meal, N2 was greater than M1 ($p = 0.023$) and M2 ($p = 0.018$), which were also lower than the most other days, except for M2 versus A2 ($p = 0.064$) (Fig 4).

The meal enjoyment results showed that N2 was higher than M1 at breakfast ($p = 0.030$) and M2 ($p = 0.042$). Lunch in M1 and M2 were lower than all other days ($p < 0.05$); Dinner in A1 and A2 were lower than most days, except for A2 versus N2 ($p = 0.052$). No differences were found for meal enjoyment on after-dinner meal ($p > 0.05$) (Fig 4).

Finally, satiety at breakfast in the N2 was greater than A2 ($p = 0.005$) and lower than 24F ($p = 0.048$). Lunch in N2 was lower than A1 ($p = 0.008$) and higher than M1 ($p < 0.001$), M2 ($p = 0.005$), F1 ($p < 0.001$), F2 ($p = 0.040$) and F3 ($p = 0.001$); N1 was greater than ($p = 0.005$) and M1 ($p = 0.023$). Dinner in M1 was higher than A2 ($p = 0.019$). After-dinner meal in F2 was higher than the most days, except for M1 ($p = 0.189$) and F1 ($p = 0.209$) (Fig 4).

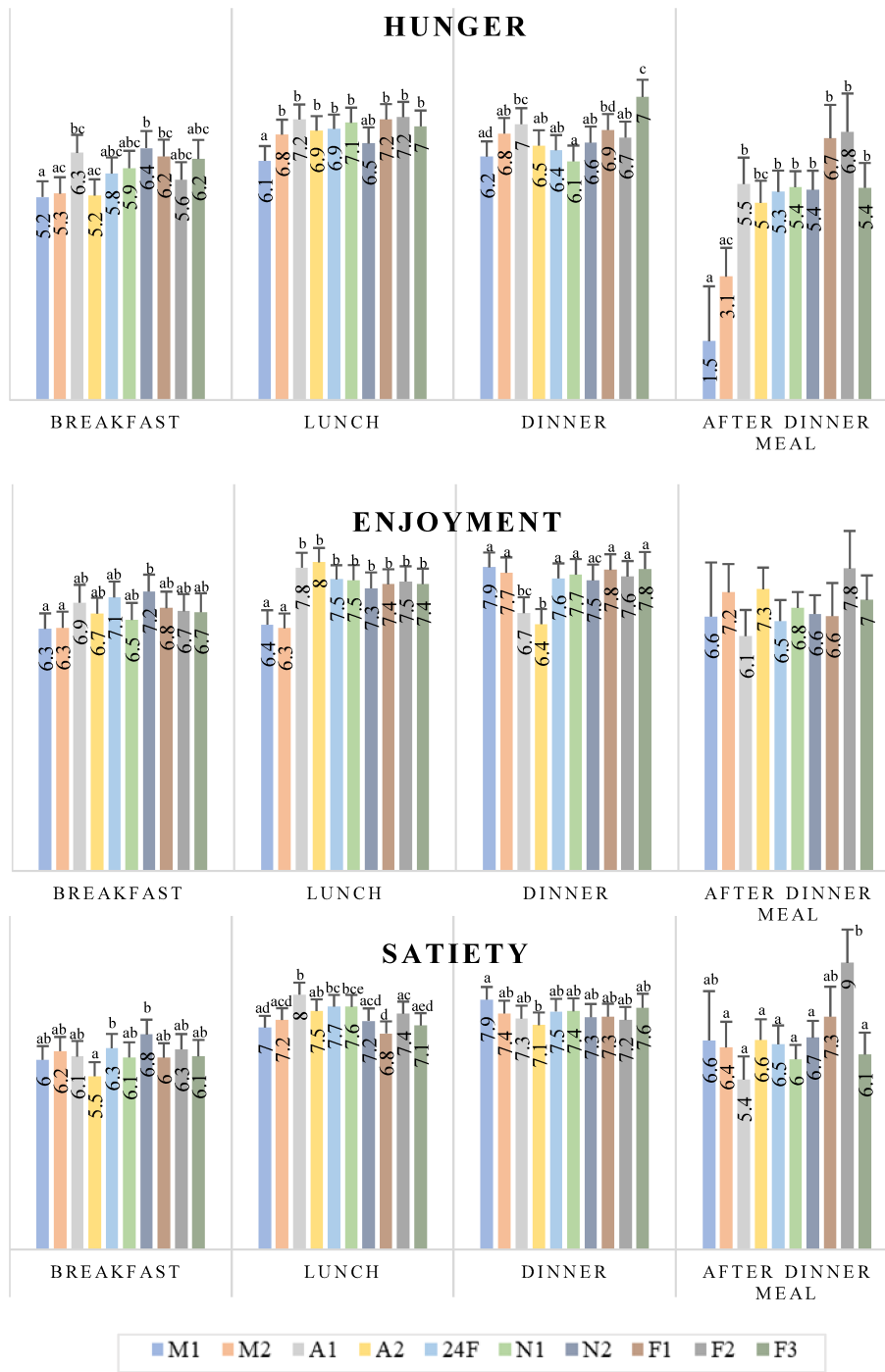


Fig 4. Interaction between shift day meals for hunger, meal enjoyment and satiety. Higher scores indicate higher subjective perceptions rates. Meals on the x axis. VAS rates on the y axis. Shift day on different colors, M1: Light blue, M2: Orange, A1: Grey, A2: Yellow, 24F: Blue, N1: Light green, N2: Dark blue, F1: Brown, F2: Dark grey, F3: Dark green. Values are mean and standard errors. The values with different superscripts letters are significantly different within the meal, between days; $p < 0.05$. Mixed models: effect of the interaction between shift day and meal (independent variables) on hunger, meal enjoyment, and satiety. Adjusted for: age and BMI.

Figure 5 shows the frequencies of citing the possible determinants of the food eaten on different days of the shift. Overall, the “available food” was the more frequently cited (50%), followed by “appetite” (27%). The same occurred regarding the shift day (“available food”: ~40% and “appetite”: ~20%).

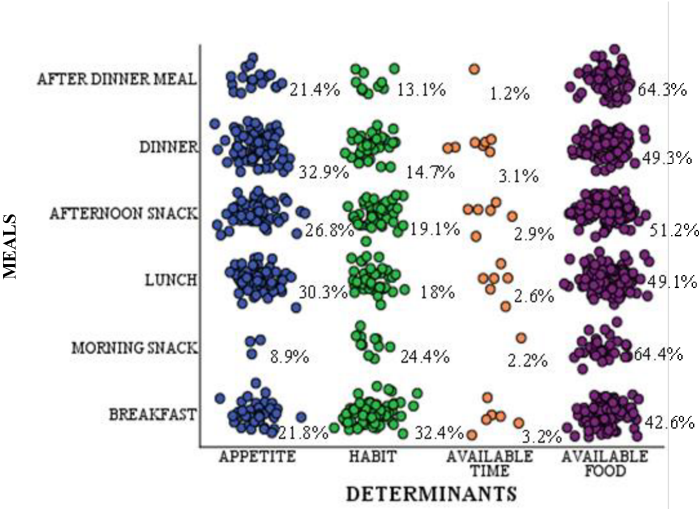
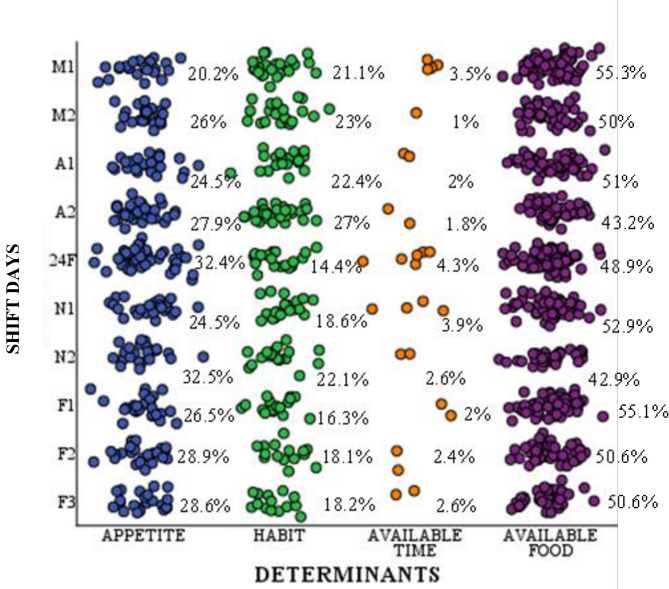
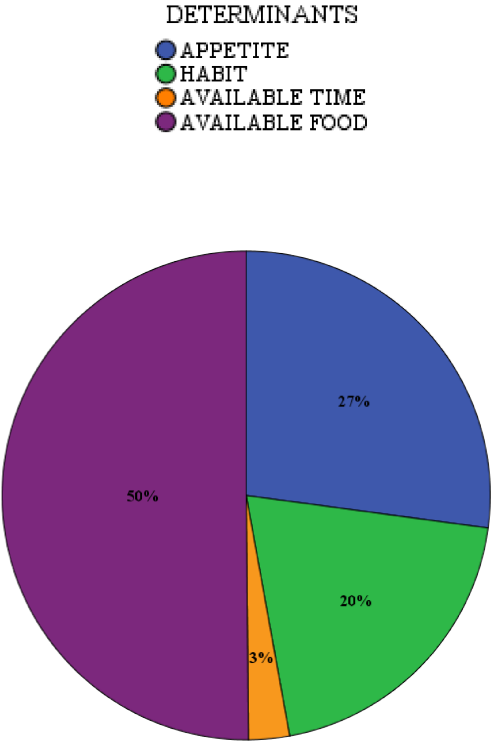


Fig 5. Frequencies (%) of the determinants of food eaten, overall (A), regarding shift day (B) and meal (C).

Figure 6 shows the variation of subjective perceptions and energy intake between the main meals of each shift during work period. Mixed models tests showed that the hunger rates are lower in night shifts main meal (N1: 5.1 ± 0.4 and N2: 5.0 ± 0.5) than all other ones ($p < 0.05$); M1 (5.1 ± 0.4) was lower than A1 (7.1 ± 0.4 , $p = 0.018$). Satiety was lower in N1 (5.9 ± 0.4) than morning shifts (M1: 7.0 ± 0.4 and M2: 7.0 ± 0.4 , $p = 0.02$ for both) and afternoon shifts (A1: 7.0 ± 0.4 , $p = 0.003$ and M2: 7.1 ± 0.4 , $p < 0.001$). Energy intake was lower in N1 (503 ± 62 kcal) than morning shifts (M1: 755 ± 53 kcal, $p = 0.001$; M2: 693 ± 53 kcal, $p = 0.013$) and A2 (706 ± 54 kcal, $p = 0.005$). There were no differences between shift days in meal enjoyment ($p = 0.669$).

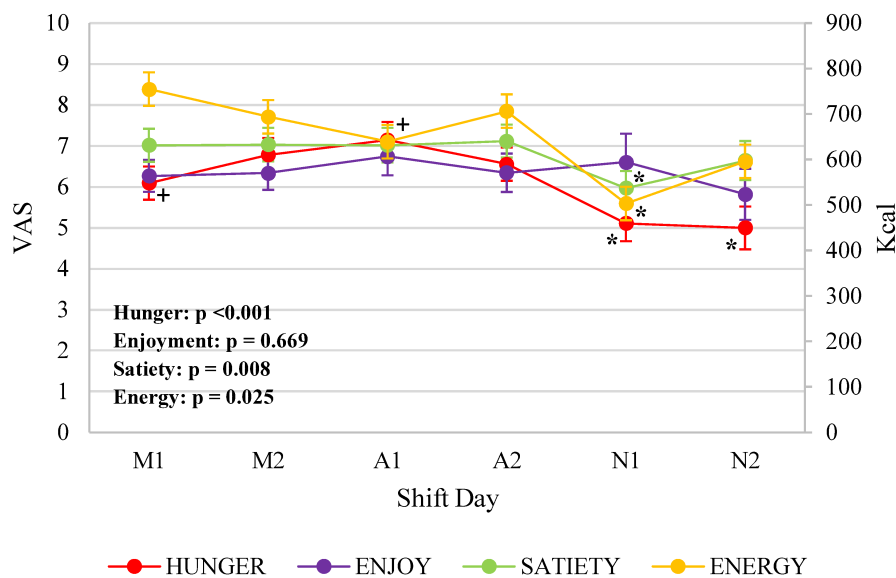


Fig 6. Shift day effect on main shift meal hunger (red line), meal enjoyment (purple line), satiety (green line) and energy (yellow line). Higher scores indicate higher subjective perceptions rates. VAS on the left y axis. Shift day on the x axis. Energy intake on the right y axis. Morning shifts (M1 and M2). Afternoon shifts (A1 and A2). Night shifts (N1 and N2). Values are mean and standard errors. Hunger: *N1 and N2 < all others; †M1 < A1. Satiety: * N1 < M1, M2, A1 and A2. Energy: * N1 < M1, M2 and A2; $p < 0.05$. Mixed models: effect of the shift day (independent variables) on hunger, meal enjoyment, satiety and energy intake of the main meal of the shift. Adjusted for: age and BMI.

The subjective appetite for food groups were analyzed across the shift schedule (Figure 7). There was lower appetite for vegetables in the main meal of N1 (2.2 ± 0.9) than all other days ($p < 0.05$ for all comparisons), as well as on N2 (2.0 ± 1.0), except for

A2 (3.8 ± 0.9) $p = 0.053$). Also, lower appetite rates were found for starchy foods in days N1 (4.2 ± 0.9) and N2 (3.7 ± 1.0) than M2 (6.4 ± 0.9 , N1: $p = 0.026$, N2: $p = 0.013$) and A2 (6.7 ± 0.9 , N1: $p = 0.018$, N2: $p = 0.006$); and for meat/poultry in days N1 (4.4 ± 1.0) and N2 (3.8 ± 1.0) than all other days ($p < 0.05$ for all comparisons).

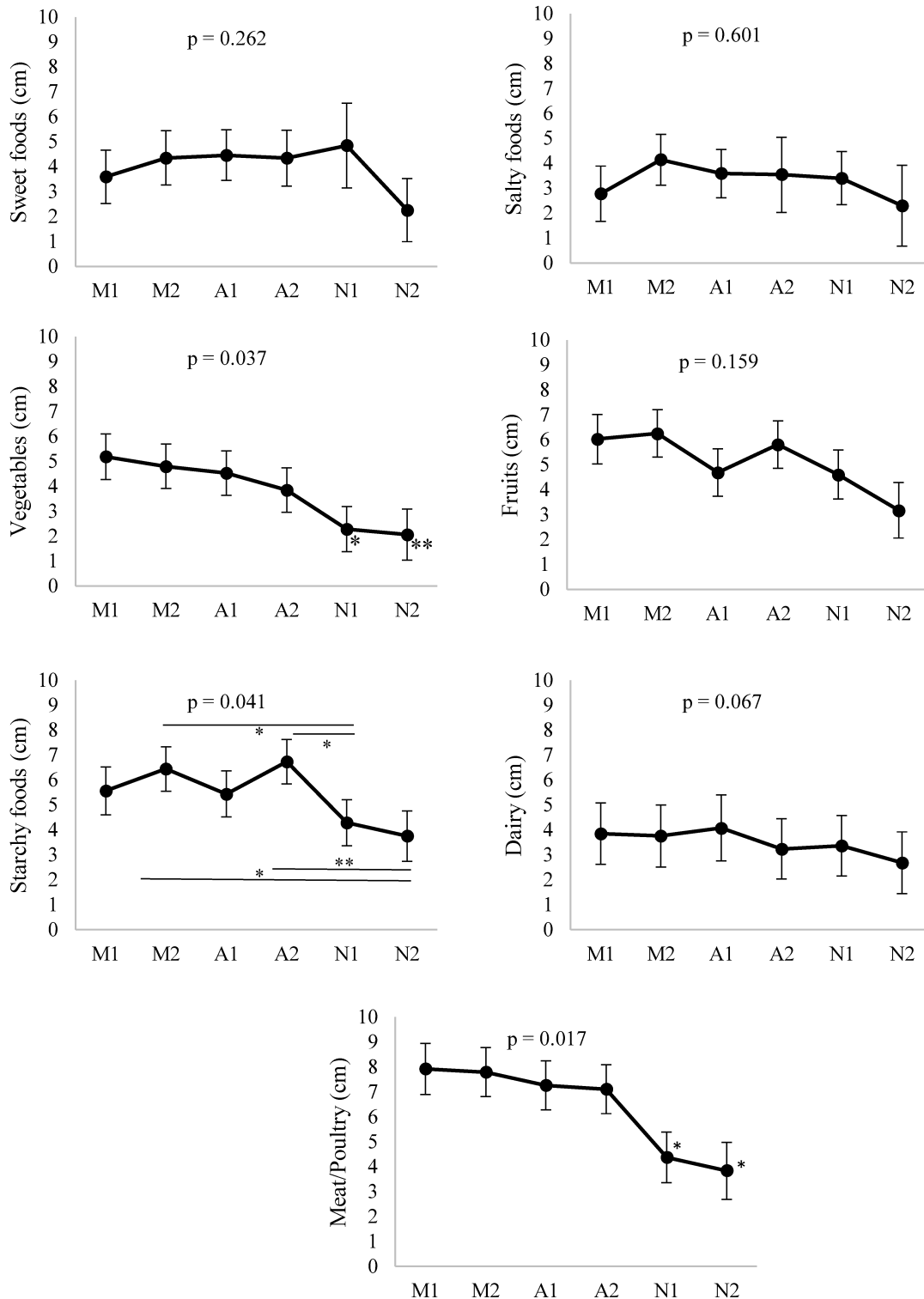


Figure 7. Variation of food type appetite in the main shift meal throughout the shift cycle. N= 10. Higher scores indicate higher subjective feelings of each aspect of food preference. Shift days are shown on the x axis (M: Morning shift; A: afternoon shift; N: night shift). Values are mean and standard errors. *p* values are derived from mixed models. Vegetables: *N1< all days ($p<0.01$) and **N2< M1, M2 and A1 ($p<0.05$). Starchy foods: * $p<0,05$ and ** $p<0,01$ (N1 and N2 < M2 and A2). Meat/Poultry: * N1 and N2 < all other days ($p<0.05$).

The linear regression between subjective perceptions (hunger, meal enjoyment and satiety) and energy intake showed that energy intake is positively associated with hunger (β : 0.253, $p<0.001$), meal enjoyment (β : 0.309, $p<0.001$) and satiety (β : 0.401, $p<0.001$). The regressions performed for each shift day showed that energy intake was positively associated with hunger in days M2, A1, N1, F1, F2 and F3; with meal enjoyment in the most shift days, except for 24F; and with satiety in all shift days (Table 2).

Table 2. Linear regression analysis associating subjective perceptions (hunger, meal enjoyment and satiety) with energy intake across the shift days.

	M1	M2	A1	A2	24F	N1	N2	F1	F2	F3
Hunger	0.153	0.327**	0.334**	0.399***	0.147	0.258**	0.202	0.280**	0.244*	0.307**
Enjoyment	0.250**	0.302**	0.428***	0.397***	0.155	0.332***	0.309***	0.386***	0.260*	0.375**
Satiety	0.373***	0.453***	0.479***	0.511***	0.216*	0.420***	0.422***	0.432***	0.375**	0.429***

DISCUSSION

In this study, our aim was to characterize changes in subjective variables related to food intake such as hunger before meal, meal enjoyment and satiety after meal throughout a rotating shift schedule. The results partially confirm our initial hypothesis, we found an isolated effect of the shift on hunger, the last workday of the schedule (N2) presented higher rates than morning shifts and the second afternoon shift; also, the interaction between shift days and meals showed a higher level of hunger in N2, at breakfast and after-dinner meal, than morning shifts and afternoon shift. Regarding satiety and meal enjoyment, contrary to what we expected, we did not find differences throughout the schedule. However, in the interaction between shift days and meals we found lower rates of meal enjoyment at morning shifts lunch and afternoon shifts dinner, which were the main meals of each shift, respectively. Finally, the main meal of the night shifts showed the lowest rates of hunger rates, and N1 also lower satiety compared to morning and afternoon shifts. We also found that at the night shift main meal, they had lower appetite for vegetables, starchy and meat.

Assuming that sleep deprivation commonly experienced by shift workers can alter the secretion of hormones responsible for controlling hunger and satiety and, consequently, subjective perceptions related to food intake (Spiegel et al., 2004), we expected higher values of hunger and lower values of satiety in the second day of the night shift compared to the others. This hypothesis has been partially confirmed, since both the isolated effect of the shift and its interaction with meals showed that hunger had higher rates in the last night shift than morning shifts and the second afternoon shift, considered the first days of the schedule. However, satiety did not have differences throughout the schedule. These results partially corroborate with a previous study (Santa Cecília Silva et al., 2016), that found greater hunger rates before lunch on the day after

night shift compared to the day after a resting night, showing a possible residual effect of the night shift on the following day. Their results partially corroborate ours, since the second day of the night shift reflects the first day of the night shift and the chronic effect of the entire schedule. However, we are aware of the limitations of comparing these results, since Santa Cecília Silva et al. (2016) study evaluated fixed shift workers at two different times, while in the present study we evaluated over 10 days. Waterhouse et al. (2003) also describes subjective perceptions among shift workers in a study with night and day workers in workdays and rest days. Authors found that the hunger before a meal and satiety after tended to be greater on rest than on workdays (Waterhouse et al., 2003). However, the results found in the literature about subjective perceptions of shift workers are still rare and inconclusive.

Little is known whether hormonal change *per se* may explains the higher hunger and lower satiety values among shift workers. A study conducted by Crispim et al. (2011) compared fixed night shift workers, fixed early morning shift workers and fixed day shift workers and showed that leptin concentrations were lower for the day shift than for the early morning shift and night shift (Crispim et al., 2011). McHill et al. (2022) simulated the condition of shift work and circadian misalignment through a laboratory-controlled study, with controlled energy intake for 20 days, and found high hunger and low satiety rates resulting from misalignment, regardless of the change in hunger and satiety related hormones (McHill et al., 2022). The authors suggested that perceptions of hunger and satiety may be altered by positive energy balance, since circadian misalignment added to sleep deprivation may decrease energy expenditure (McHill et al., 2014). However, it is important to highlight that the exposed studies evaluated simulated shifts or comparisons between different shifts, while in the present study we evaluated shift workers in real life conditions in a complete rotating shift schedule. The differences between shift schedules

may have effects on the behaviors related to the food consumption of shift workers (Bucher Della Torre et al., 2020), which may explain the differences from these study results and others.

In the present study, we did not find an isolated effect of the day on meal enjoyment. However, the interaction between day shift and meal showed lower values of meal enjoyment that occurred at the workplace in morning and afternoon shifts, i.e., lunch for the morning shifts and dinner for the afternoon shifts, but not for after-dinner meal in night shifts. Santa Cecilia Silva et al., (2016) also did not find differences between days regarding meal enjoyment, but they found a lower meal enjoyment at lunch after night shift than lunch on days after night resting. The authors suggested that the anxiety levels would decrease the meal enjoyment, since they found that being more anxious was associated with less enjoyment of the food that had been eaten (Santa Cecilia Silva et al., 2016). According to Waterhouse et al. (2003), these results may be explained by the fact that workers have more time to relax and enjoy the meal off work.

Analyzing the main meal when the shift workers are at the workplace, we found lower rates of hunger for both night shifts and lower rates of satiety for the first night shifts main meal. This result was partially expected since hormones related to hunger, and satiety are linked to circadian rhythms in metabolism promoting night fasting and sleep (Lowden et al., 2010). Also, during night/dark period there is a decrease in hunger when compared to the light period (Scheer, Morris, & Shea, 2013; Lowden et al., 2010). In-laboratory controlled studies demonstrated that subjective hunger and appetite show a circadian rhythm, with a peak during circadian night (~8pm), decreasing through the night to reach the nadir at early morning (~8am) (Scheer, Morris, & Shea, 2013).

Despite the lower hunger rates at both night shifts, only the first one had lower values of energy intake than morning shift and the second afternoon shift, at the main meal. Regression analysis showed that the positive association between energy intake and subjective perceptions variables did not occur in some shift days. Waterhouse et al. (2003) found a little relation between hunger rates and the amount or type of food intake during work periods, but strong associations during rest periods, suggesting that the relationship between hunger and food intake is not the same for when they are working and when they are resting. It may be explained by the fact that the choice to eat during work, regardless of time of the day, is more related to behavioral factors than to hunger itself (Gupta et al., 2019). In this sense, a minor role of hunger and a major role of habit and time availability in motivating night workers to eat when compared with day workers. A recent article review on this topic described that the main influences on workers' eating behaviors are time availability, colleagues influence, seeking health improvements, stay alert, avoid gastric discomfort, stress, and number of years working as a shift worker (Gupta et al., 2019). The association founded in the present study seems not to support the idea that more hunger always promotes greater consumption. In this study, when we investigated the main determinants that led workers to choose the food at each meal, we found “available foods” and “appetite” as the main determinants of choice. In addition, we also observed that the appetite for vegetables and meat, important components of a balanced diet, are lower in the night shifts than the others, which would favor choosing more caloric foods, regardless of hunger.

The continuous monitoring of shift workers chronically exposed to circadian disruption for 240 consecutive hours (10 days) in real-life conditions is an extremely strong point of this study. However, we also have some limitations, such as a sample composed only of men. In addition, dietary data were collected through questionnaires

and subjective methods that depended on the respondent's memory and motivation. Trying to minimize bias, a trained nutritionist conducted all food data collection using the multiple-pass method.

CONCLUSION

Findings from the current study suggest that rotating shift workers presents variation in subjective perceptions related to food intake. Our results showed higher overall rates of hunger in the night shifts compared with morning and afternoon shifts, the first days of the schedule. The main meals during work period had lower rates of hunger and appetite for vegetables, starchy and meat in the night shifts, as well as lower energy intake and satiety at the first night shift.

The understanding of these variations needs to be addressed by future studies, which may improve the understanding of the factors that really motivate the food intake of these workers. This may improve nutritional counseling strategies and reduce the intake of unhealthy foods in this population.

REFERENCES

- Åkerstedt T (1998) Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Sleep Med Rev.* 1998;2(2):117–28. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2012.02.002>
- Bucher Della Torre, S., Wild, P., Dorribo, V., Danuser, B., & Amati, F. (2020). Energy, Nutrient and Food Intakes of Male Shift Workers Vary According to the Schedule Type but Not the Number of Nights Worked. *Nutrients*, 12(4), 919. <https://doi.org/10.3390/nu12040919>

Crispim, C. A., Zalcman, I., Dáttilo, M., Padilha, H. G., Edwards, B., Waterhouse, J., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2007). The influence of sleep and sleep loss upon food intake and metabolism. *Nutrition research reviews*, 20(2), 195–212. <https://doi.org/10.1017/S0954422407810651>

Crispim, C. A., Waterhouse, J., Dâmaso, A. R., Zimberg, I. Z., Padilha, H. G., Oyama, L. M., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Hormonal appetite control is altered by shift work: a preliminary study. *Metabolism: clinical and experimental*, 60(12), 1726–1735. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2011.04.014>

Gupta, C. C., Coates, A. M., Dorrian, J., & Banks, S. (2019). The factors influencing the eating behaviour of shiftworkers: what, when, where and why. *Industrial health*, 57(4), 419–453. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0147>

Haus, E., Reinberg, A., Mauvieux, B., Le Floc'h, N., Sackett-Lundeen, L., & Touitou, Y. (2016). Risk of obesity in male shift workers: A chronophysiological approach. *Chronobiology international*, 33(8), 1018–1036. <https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1167079>

Heyward, V., & Stolarczyk, L. (2000) Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo, Brazil: Manole.

International Agency for Research on Cancer. Shiftwork (2007). Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol98/mono98-8.pdf>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2016) Pesquisa Nacional de Saúde: 2013: indicadores de saúde e mercado de trabalho: Brasil e grandes regiões / Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97329.pdf>>. Acesso em 01 de Março de 2022.

Lohman, T.G., Roche, A.F., & Martorell, R. (1988) Anthropometric standardization reference manual. Champaign, United States of America: Human Kinetics Books.

Lowden, A., Moreno, C., Holmbäck, U., Lennernäs, M., & Tucker, P. (2010). Eating and shift work - effects on habits, metabolism and performance. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 36(2), 150–162. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2898>

Moreno, C., Marqueze, E. C., Sargent, C., Wright Jr, K. P., Ferguson, S. A., & Tucker, P. (2019). Working Time Society consensus statements: Evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Industrial health*, 57(2), 139–157. <https://doi.org/10.2486/indhealth.SW-1>

Moshfegh, A. J., Rhodes, D. G., Baer, D. J., Murayi, T., Clemens, J. C., Rumpler, W. V., Paul, D. R., Sebastian, R. S., Kuczyński, K. J., Ingwersen, L. A., Staples, R. C., & Cleveland, L. E. (2008). The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. *The American journal of clinical nutrition*, 88(2), 324–332. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.324>

Marcolino, A. V., Siqueira, J. C. F., & de Lima Barroso, B. I. (2015). Efeitos do trabalho em turnos nos controladores de tráfego aéreo: uma revisão sistemática baseada no método PRISMA/Effects of shift work in air traffic controllers: a systematic review based on the Prisma method. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 23(2), 393-402.

Marot, L. P., Rosa, D. E., Lopes, T., Moreno, C., & Crispim, C. A. (2021). Eating Duration throughout a Rotating Shift Schedule: A Case Study. *Journal of the American College of Nutrition*, 40(7), 624–631. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1814899>

McHill, A. W., Hull, J. T., & Klerman, E. B. (2022). Chronic Circadian Disruption and Sleep Restriction Influence Subjective Hunger, Appetite, and Food Preference. *Nutrients*, 14(9), 1800. <https://doi.org/10.3390/nu14091800>

McHill, A. W., Melanson, E. L., Higgins, J., Connick, E., Moehlman, T. M., Stothard, E. R., & Wright, K. P., Jr (2014). Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(48), 17302–17307. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412021111>

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (2016). Síntese de indicadores. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro, Brazil. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Rydz, E., Hall, A. L., & Peters, C. E. (2020). Prevalence and recent trends in exposure to night shiftwork in Canada. *Annals of Work Exposures and Health*, 64(3), 270-281.

Santa Cecília Silva, A. A., Lopes, T., Teixeira, K. R., Mendes, J. A., de Souza Borba, M. E., Mota, M. C., Waterhouse, J., & Crispim, C. A. (2017). The association between anxiety, hunger, the enjoyment of eating foods and the satiety after food intake in individuals working a night shift compared with after taking a nocturnal sleep: A prospective and observational study. *Appetite*, 108, 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.10.005>

Scheer, F. A., Hilton, M. F., Mantzoros, C. S., & Shea, S. A. (2009). Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(11), 4453–4458. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808180106>

Spiegel, K., Tasali, E., Penev, P., & Van Cauter, E. (2004). Brief communication: Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Annals of internal medicine*, 141(11), 846–850. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00008>

Waterhouse, J., Buckley, P., Edwards, B., & Reilly, T. (2003). Measurement of, and some reasons for, differences in eating habits between night and day workers. *Chronobiology international*, 20(6), 1075–1092. <https://doi.org/10.1081/cbi-120025536>

World Health Organization (WHO) (2000) Obesity: preventing and managing the global epidemic. (Technical report, 894). Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Yong, L. C., Li, J., & Calvert, G. M. (2017). Sleep-related problems in the US working population: prevalence and association with shiftwork status. *Occupational and environmental Medicine*, 74(2), 93-104.

Zhang, Q., Chair, S. Y., Lo, S., Chau, J. P., Schwade, M., & Zhao, X. (2020). Association between shift work and obesity among nurses: A systematic review and meta-analysis. *International journal of nursing studies*, 112, 103757. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103757>

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-NAIMI, S.; HAMPTON, S. M.; RICHARD, P.; TZUNG, C.; MORGAN, L. M. Postprandial metabolic profiles following meals and snacks eaten during simulated night and day shift work. *Chronobiol Int*, v. 21, n. 6, p. 937-47, 2004. ISSN 0742-0528 (Print) 0742-0528 (Linking). <https://doi.org/10.1081/CBI-200037171>

ALEFISHAT, E.; ABU FARTHA, R. Is shift work associated with lipid disturbances and increased insulin resistance? *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, v.13, n.9, p.400-405, 2015. <https://doi.org/10.1089/met.2015.0052>

ALVES, M. S.; ANDRADE, R. Z.; SILVA, G. C.; MOTA, M. C.; RESENDE, S. G.; TEIXEIRA, K. R.; GONÇALVES, B. F.; CRISPIM, C. A. Social Jetlag Among Night Workers is Negatively Associated with the Frequency of Moderate or Vigorous Physical Activity and with Energy Expenditure Related to Physical Activity. *Journal of biological rhythms*, v. 32, n. 1, p. 83-93. 2017. <https://doi.org/10.1177/0748730416682110>

ANTUNES, L. C.; LEVANDOVSKI, R.; DANTAS, G.; CAUMO, W.; HIDALGO, M. P. Obesity and shift work: chronobiological aspects. *Nutr Res Rev*, v. 23, n. 1, p. 155-68, Jun 2010. ISSN 1475-2700 (Electronic) 0954-4224 (Linking). <https://doi.org/10.1017/S0954422410000016>

ASCHOFF, J. Circadian rhythms in man. *Science*, v. 148, n. 3676, p. 1427-1432. 1965. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.148.3676.1427>

ATKINSON, G.; FULLICK, S.; GRINDEY, C.; MACLAREN, D.; WATERHOUSE, J. Exercise, energy balance and the shift worker. *Sports Med* 38:671-685. 2008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838080-00005>

BALIEIRO, L. C.; ROSSATO, L. T.; WATERHOUSE, J.; PAIM, S. L.; MOTA, M. C.; CRISPIM, C. A. Nutritional status and eating habits of bus drivers during the day and night. *Chronobiol Int*, v. 31, n. 10, p. 1123-9, Dec 2014. ISSN 1525-6073 (Electronic) 0742-0528 (Linking). <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957299>

BONHAM, M.P.; BONNELL, E.K.; HUGGINS, C.E. Energy intake of shift workers compared to fixed day workers: a systematic review and meta-analysis. *Chronobiol Int.* 33:1086-1100, 2016. <https://doi.org/10.1080/07420528.2016.1192188>

BONNELL, E. K.; HUGGINS, C. E.; HUGGINS, C. T.; MCCAFFREY, T. A.; PALERMO, C.; BONHAM, M. P. Influences on Dietary Choices during Day versus Night Shift in Shift Workers: A Mixed Methods Study. *Nutrients*, v. 9, n. 3, Feb 26 2017. ISSN 2072-6643 (Electronic) 2072-6643 (Linking). <https://doi.org/10.3390/nu9030193>

BRUM, M. C.; FILHO, F. F.; SCHNORR, C. C.; BOTTEGA, G. B.; RODRIGUES, T. C. Shift work and its association with metabolic disorders. *Diabetol Metab Syndr*, v. 7, p. 45, 2015. ISSN 1758-5996 (Electronic). <https://doi.org/10.1186/s13098-015-0041-4>

CANUTO, R.; PATTUSSI, M.P.; MACAGNAN, J.B.; HENN, R.L.; OLINTO, M.T. Sleep deprivation and obesity in shift workers in southern Brazil. *Public Health Nutr.* Nov;17(11):2619-23. 2014. Epub 2013 Oct 29. PMID: 24168892. <https://doi.org/10.1017/S1368980013002838>

CHAPUT, J. P.; DESPRES, J. P.; BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A. Short sleep duration is associated with reduced leptin levels and increased adiposity: Results from the Quebec family study. *Obesity (Silver Spring)*, v. 15, n. 1, p. 253-61, Jan 2007. ISSN 1930-7381 (Print) 1930-7381 (Linking). <https://doi.org/10.1038/oby.2007.512>

CHANG, Y. S.; CHEN, H. L.; WU, Y. H.; ET AL. Rotating night shifts too quickly may cause anxiety and decreased attentional performance, and impact prolactin levels during the subsequent day: a case control study. *BMC Psychiatry*, 14, 218. 2014. <https://doi.org/10.1186/s12888-014-0218-7>

CRISPIM, C. A.; MOTA, M. C. New perspectives on chrononutrition. *Biological Rhythm Research*, p. 1-16. 2018. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1491202>.

CRISPIM, C. A.; WATERHOUSE, J.; DAMASO, A. R.; ZIMBERG, I. Z.; PADILHA, H. G.; OYAMA, L. M.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Hormonal appetite control is altered by shift work: a preliminary study. *Metabolism*, v. 60, n. 12, p. 1726-35, Dec 2011. ISSN 1532-8600 (Electronic) 0026-0495 (Linking). <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2011.04.014>

CRISPIM, C. A.; ZALCMAN, I.; DATTILO, M.; PADILHA, H. G.; EDWARDS, B.; WATERHOUSE, J.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. The influence of sleep and sleep loss upon food intake and metabolism. *Nutr Res Rev*, v. 20, n. 2, p. 195-212, Dec 2007. ISSN 1475-2700 (Electronic) 0954-4224 (Linking). <https://doi.org/10.1017/S0954422407810651>

DE ALMEIDA, R.S.; MAROT, L.P.; LATORRACA, C.O.C.; OLIVEIRA, R.Á.; CRISPIM, C.A. Is Evening Carbohydrate Intake in Healthy Individuals Associated with Higher Postprandial Glycemia and Insulinemia When Compared to Morning Intake? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Crossover Studies. *J Am Nutr Assoc*. 1:1-12. 2022. <https://doi.org/10.1080/07315724.2022.2043199>

EUROSTAT. Employed persons working at nights as a percentage of the total employment, by sex, age and professional status (%). 2019. Available from: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfsa_ewpnig&lang=en.

FERNANDES, J.C.; PORTELA, L.F.; ROTENBERG, L.; GRIEP, R.H. Working hours and health behaviour among nurses at public hospitals. *Rev Lat Am Enfermagem* 21, 1104-11. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692013000500013>

FREITAS, E. D. S. D.; CANUTO, R.; HENN, R. L.; OLINTO, B. A.; MACAGNAN, J. B. A.; PATTUSSI, M. P.; BUSNELLO, F. M.; OLINTO, M. T. A. Alteração no comportamento alimentar de trabalhadores de turnos de um frigorífico do sul do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, p. 2401-2410, 2015. ISSN 1413-8123. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.18642014>

GIFKINS, J.; JOHNSTON, A.; LOUDOUN, R. The impact of shift work on eating patterns and self-care strategies utilised by experienced and inexperienced nurses. *Chronobiol Int* 35, 811-20. 2018. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1466790>

GUPTA, C.C.; COATES, A.M.; DORRIAN, J.; BANKS, S. The factors influencing the eating behaviour of shiftworkers: what, when, where and why. *Ind Health*. 3;57(4):419-453. doi: 10.2486/indhealth.2018-0147. 2019 Aug. Epub 2018 Nov 8. PMID: 30404995; PMCID: PMC6685801. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0147>

HAN, K., CHOI-KWON, S., KIM, K.S. Poor dietary behaviors among hospital nurses in Seoul, South Korea. *Appl Nurs Res* 30, 38-44. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2015.10.009>

HEMIO, K.; PUTTONEN, S.; VIITASALO, K.; HARMA, M.; PELTONEN, M.; LINDSTROM, J. Food and nutrient intake among workers with different shift systems. *Occup Environ Med*, v. 72, n. 7, p. 513-20, Jul 2015. ISSN 1470-7926 (Electronic) 1351-0711 (Linking). <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102624>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde: 2013: indicadores de saúde e mercado de trabalho: Brasil e grandes regiões / Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97329.pdf>>. Acesso em 05 de setembro de 2022.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (ILO). C171 - Night Work Convention No. 171 (C171). Geneva, Switzerland: International Labour Organization, 1990. Available from: https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312316. Acesso em 05 de setembro de 2022.

KARLSSON, B. H.; KNUTSSON, A. K.; LINDAHL, B. O.; ALFREDSSON, L. S. Metabolic disturbances in male workers with rotating three-shift work. Results of the WOLF study. *Int Arch Occup Environ Health*, v. 76, n. 6, p. 424-30, Jul 2003. ISSN 0340-0131 (Print) 0340-0131 (Linking). <https://doi.org/10.1007/s00420-003-0440-y>

KELLY, K. P.; MCGUINNESS, O. P.; BUCHOWSKI, M.; HUGHEY, J. J.; CHEN, H.; POWERS, J.; PAGE, T.; JOHNSON, C. H. Eating breakfast and avoiding late-evening snacking sustains lipid oxidation, *Plos Biology*, v. 18, n. 2, p. 622-630. 2020b. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000622>

KOSMADOPOULOS, A.; KERVEZEE, L.; BOUDREAU, P.; GONZALES-ASTE, F.; VUJOVIC, N.; SCHEER, F.A.J.L.; BOIVIN, D.B. Effects of Shift Work on the Eating Behavior of Police Officers on Patrol. *Nutrients*. 12(4):999. 2020. PMID: 32260404; PMCID: PMC7230712. <https://doi.org/10.3390/nu12040999>

LAPOSKY, A. D.; BASS, J.; KOHSAKA, A.; TUREK, F. W. Sleep and circadian rhythms: key components in the regulation of energy metabolism. *FEBS Lett*, v. 582, n. 1, p. 142-51, Jan 2008. ISSN 0014-5793 (Print) 0014-5793 (Linking). <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.06.079>

LENNERNAS, M.; HAMBRAEUS, L.; AKERSTEDT, T. Shift related dietary intake in day and shift workers. *Appetite*, v. 25, n. 3, p. 253-65, Dec 1995. ISSN 0195-6663 (Print) 0195-6663 (Linking). <https://doi.org/10.1006/appe.1995.0060>

LIU, Q.; SHI, J.; DUAN, P.; LIU, B.; LI, T.; WANG, C.; LI, H.; YANG, T.; GAN, Y.; WANG, X.; CAO, S.; LU, Z. Is shift work associated with a higher risk of overweight or obesity? A systematic review of observational studies with meta-analysis. *Int J Epidemiol*, v. 47, p. 1956-1971. 2018. <https://doi.org/10.1093/ije/dyy079>

LOWDEN, A.; MORENO, C.; HOLMBACK, U.; LENNERNAS, M.; TUCKER, P. Eating and shift work - effects on habits, metabolism and performance. *Scand J Work Environ Health*, v. 36, n. 2, p. 150-62, Mar 2010. ISSN 1795-990X (Electronic) 0355-3140 (Linking). <https://doi.org/10.5271/sjweh.2898>

MAROT, L.P.; ROSA, D.E.; LOPES, T.D.V.C.; MORENO, C.R.C.; CRISPIM, C.A. Eating Duration throughout a Rotating Shift Schedule: A Case Study. *J Am Coll Nutr*. 2020. Epub ahead of print. PMID: 32970537. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1814899>

MCHILL, A. W.; PHILLIPS, A. J.; 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. *Am J Clin Nutr*, v. 106, n. 5, p. 1213-1219, Nov 2017. ISSN 1938-3207 (Electronic) 0002-9165 (Linking). <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.161588>

MCHILL, A.W.; HULL, J.T.; KLERMAN, E.B. Chronic Circadian Disruption and Sleep Restriction Influence Subjective Hunger, Appetite, and Food Preference. *Nutrients*. 14, 1800. 2022. <https://doi.org/10.3390/nu14091800>

MCMENAMIN, T.M. A time to work: recent trends in shift work and flexible schedules. *Mon Labor Rev* 130, 3. 2007.

MORENO, C.R.C.; MARQUEZE, E.C.; SARGENT, C.; WRIGHT, Jr. K.P.; FERGUSON, S.A.; TUCKER, P. Working Time Society consensus statements: Evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Ind Health*. Apr 1;57(2):139-157. 2019. doi: 10.2486/indhealth.SW-1. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30700667; PMCID: PMC6449637. <https://doi.org/10.2486/indhealth.SW-1>

MORENO, C. R. D. C.; FISCHER, F. M.; ROTENBERG, L. A saúde do trabalhador na sociedade 24 horas. *São Paulo em Perspectiva*, v. 17, p. 34-46, 2003. ISSN 0102-8839. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392003000100005>

MORIKAWA, Y.; NAKAGAWA, H.; MIURA, K.; SOYAMA, Y.; ISHIZAKI, M.; KIDO, T.; NARUSE, Y.; SUWAZONO, Y.; NOGAWA, K. Shift work and the risk of diabetes mellitus among Japanese male factory workers. *Scand J Work Environ Health*, v. 31, n. 3, p. 179-83, Jun 2005. ISSN 0355-3140 (Print) 0355-3140 (Linking). <https://doi.org/10.5271/sjweh.867>

NAGAYA, T.; YOSHIDA, H.; TAKAHASHI, H.; KAWAI, M. Markers of insulin resistance in day and shift workers aged 30-59 years. *Int Arch Occup Environ Health*, v. 75, n. 8, p. 562-8, Oct 2002. ISSN 0340-0131 (Print) 0340-0131 (Linking). <https://doi.org/10.1007/s00420-002-0370-0>

NEDELTCHEVA, A. V.; KILKUS, J. M.; IMPERIAL, J.; KASZA, K.; SCHOELLER, D. A.; PENEV, P. D. Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks. *Am J Clin Nutr*, v. 89, n. 1, p. 126-33, Jan 2009. ISSN 1938-3207 (Electronic) 0002-9165 (Linking). <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26574>

NEIL-SZTRAMKO, S.E.; GOTAY, C.C.; DEMERS, P.A.; CAMPBELL, K.L. Physical Activity, Physical Fitness, and Body Composition of Canadian Shift Workers: Data From the Canadian Health Measures Survey Cycles 1 and 2. *J Occup Environ Med* 58:94-100. 2016. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000574>

NIOSH. Work organization characteristics [charts]. NHIS Occupational Health Supplement (NHIS-OHS) 2015. Atlanta (GA), USA: National Institute for Disease Control and Prevention. 2015. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/nhis/data2015.html>.

PADILHA, H. G.; CRISPIM, C. A.; ZIMBERG, I. Z.; FOLKARD, S.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Metabolic responses on the early shift. *Chronobiol Int*, v. 27, n. 5, p. 1080-92, Jul 2010. ISSN 1525-6073 (Electronic) 0742-0528 (Linking). <https://doi.org/10.3109/07420528.2010.489883>

PAN, A.; SCHERNHAMMER, E.S.; SUN, Q.; HU, F.B. Rotating night shift work and risk of type 2 diabetes: Two prospective cohort studies in women. *PLoS Med*. 8, e1001141. 2011. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001141>

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS. Síntese de indicadores. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro, Brazil: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2016.

QIN, L. Q.; LI, J.; WANG, Y.; WANG, J.; XU, J. Y.; KANEKO, T. The effects of nocturnal life on endocrine circadian patterns in healthy adults. *Life Sci*, v. 73, n. 19, p. 2467-75, Sep 26 2003. ISSN 0024-3205 (Print) 0024-3205 (Linking). [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(03\)00628-3](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(03)00628-3)

SANTA CECÍLIA SILVA AA, LOPES TDVC, TEIXEIRA KR, MENDES JA, DE SOUZA BORBA ME, MOTA MC, WATERHOUSE J, CRISPIM CA. The association between anxiety, hunger, the enjoyment of eating foods and the satiety after food intake in individuals working a night shift compared with after taking a nocturnal sleep: A prospective and observational study. *Appetite*. 2017 Jan 1;108:255-262. Epub 2016 Oct 6. PMID: 27721011. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.10.005>

SAHU, S.; DEY, M. Changes in food intake pattern of nurses working in rapidly rotating shift. *Al Ameen J Med Sci* 4, 14-22. 2011.

SELVI, Y.; OZDEMIR, P. G.; OZDEMIR, O. et al. Influence of night shift work on psychologic state and quality of life in health workers. *Düşünen Adam the Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 23. 2010. <https://doi.org/10.5350/DAJPN2010230403t>

SILVA, C.M.; TEIXEIRA, B.S.; WRIGHT, K.P. Jr.; MAIA, Y.C.P.; CRISPIM, C.A. Time-Related Eating Patterns Are Associated with the Total Daily Intake of Calories and Macronutrients in Day and Night Shift Workers. *Nutrients*. 14(11):2202. 2022. <https://doi.org/10.3390/nu14112202>

SIMÕES, M. R. L.; MARQUES, F. C.; ROCHA, A. D. M. O trabalho em turnos alternados e seus efeitos no cotidiano do trabalhador no beneficiamento de grãos. *Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]*, v. 18(6):[07 telas], 2010.

SCHIBLER, U.; GOTIC, I.; SAINI, C.; GOS, P.; CURIE, T.; EMMENEGGER, Y.; SINTUREL, F.; GOSSELIN, P.; GERBER, A.; FLEURY-OLELA, F. et al. Clock- talk: interactions between central and peripheral circadian oscillators in mammals. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol*. 80:223-32. 2015. <https://doi.org/10.1101/sqb.2015.80.027490>

SHAW, E.; DORRIAN, J.; COATES, A.M.; LEUNG, G.K.W.; DAVIS, R.; ROSBOTHAM, E.; WARNOCK, R.; HUGGINS, C.E.; BONHAM, M.P. Temporal pattern of eating in night shift workers. *Chronobiol Int*. 36(12):1613-25. 2019. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1660358>

SPIEGEL, K.; TASALI, E.; PENEV, P.; VAN CAUTER, E. Brief communication: Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Ann Intern Med*, v. 141, n. 11, p. 846-50, Dec 07 2004. ISSN 1539-3704 (Electronic) 0003-4819 (Linking). <https://doi.org/10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00008>

STATISTICS CANADA. Survey of labour and income dynamics. 2011. Survey overview. Minister of Industry. Ottawa, Canada: Statistics Canada. 2013. Available from: <http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&SDDS=3889>.

SMITH, M. R.; EASTMAN, C. I. Shift work: health, performance and safety problems, traditional countermeasures, and innovative management strategies to reduce circadian misalignment. *Nat Sci Sleep*, v. 4, p. 111-32, 2012. ISSN 1179-1608 (Print) 1179-1608 (Linking). <https://doi.org/10.2147/NSS.S10372>

TAHERI, S.; LIN, L.; AUSTIN, D.; YOUNG, T.; MIGNOT, E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med*, v. 1, n. 3, p. e62, Dec 2004. ISSN 1549-1676 (Electronic) 1549-1277 (Linking). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>

TORQUATI, L.; KOLBE-ALEXANDER, T.; PAVEY, T.; PERSSON, C.; LEVERITT, M. Diet and physical activity behaviour in nurses: a qualitative study. *Int J Health Promot Educ* 54, 268-82. 2016. <https://doi.org/10.1080/14635240.2016.1169943>

VETTER, C.; DEVORE, E.E.; WEGRZYN, L.R.; MASSA, J.; SPEIZER, F.E.; KAWACHI, I.; ROSNER, B.; STAMPFER, M.J.; SCHERNHAMMER, E.S. Association Between Rotating Night Shift Work and Risk of Coronary Heart Disease Among Women. *JAMA*, 315, 1726-1734. 2016. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.4454>

VIDAFAR, P.; CAIN, S.W.; SHECHTER, A. Relationship between Sleep and Hedonic Appetite in Shift Workers. *Nutrients*. 12(9):2835. 2020. PMID: 32947981; PMCID: PMC7551988. <https://doi.org/10.3390/nu12092835>

WATERHOUSE, J.; BUCKLEY, P.; EDWARDS, B.; REILLY, T. Measurement of, and some reasons for, differences in eating habits between night and day workers. *Chronobiol Int*, v. 20, n. 6, p. 1075-92, Nov 2003. ISSN 0742-0528 (Print) 0742-0528 (Linking). <https://doi.org/10.1081/CBI-120025536>

WEBB, A. B; OATES, A. C. Timing by rhythms: Daily clocks and developmental rulers. *Develop. Growth Differ*, v. 58, p. 43-58, 2016. <https://doi.org/10.1111/dgd.12242>

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. *Curr Biol*. 27(12):1768-75. e1763. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.059>

WYSE, C.A.; CELIS MORALES, C.A.; GRAHAM, N.; FAN, Y.; WARD, J.; CURTIS, A.M.; MACKAY, D.; SMITH, D.J.; BAILEY, M.E.S.; BIELLO, S.; GILL, J.M.R.; PELL, J.P. Adverse metabolic and mental health outcomes associated with shiftwork in a population-based study of 277,168 workers in UK biobank. *Ann Med*. Aug;49(5):411-420. 2017. <https://doi.org/10.1080/07853890.2017.1292045>

YOSHIZAKI, T.; KAWANO, Y.; NOGUCHI, O.; ONISHI, J.; TERAMOTO, R.; SUNAMI, A.; YOKOYAMA, Y.; TADA, Y.; HIDA, A.; TOGO, F. Association of eating behaviours with diurnal preference and rotating shift work in Japanese female nurses: a cross-sectional study. *BMJ Open*, 6. 2016. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011987>

ZERÓN-RUGERIO, M.F.; LONGO-SILVA, G.; HERNÁEZ, Á.; ORTEGA-REGULES, A.E.; CAMBRAS, T.; IZQUIERDO-PULIDO, M. The Elapsed Time between Dinner and the Midpoint of Sleep is Associated with Adiposity in Young Women. *Nutrients*. 5;12(2):410. 2020. PMID: 32033292; PMCID: PMC7071164. <https://doi.org/10.3390/nu12020410>

ANEXO 1. RECORDATÓRIO 24 HORAS

Código do Voluntário: _____

Data _____ / _____ / _____

Lanche 1/Refeição 1:

Horário : ____ : ____

Local : _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Lanche 2/Refeição 2:

Horário : ____ : ____

Local : _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Lanche 3/Refeição 3:

Horário : ____ : ____

Local : _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Lanche 4/Refeição 4: **Horário :** ____ : ____ **Local :** _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Lanche 5/Refeição 5: **Horário :** ____ : ____ **Local :** _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Lanche 6/Refeição 6: **Horário :** ____ : ____ **Local :** _____

Alimento consumido	Quantidade/Observações

Deixou de fazer alguma refeição? Se sim, por que?

ANEXO 2. ESCALAS DE SENSAÇÕES SUBJETIVAS

Código do Voluntário: _____ Data ____/____/____

Lanche 1/Refeição 1. Horário: ____:____ Local: _____

Antes de comer, qual o "tamanho" da sua fome? Sem fome 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita fome

O que determinou a escolha de alimentos ingeridos nesta refeição:
☐ apetite ☐ hábito ☐ tempo disponível ☐ comida disponível

Quanto você gostou desta refeição? Não 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Gostei

Lanche 5/Refeição 5. Horário : ____ : ____ Local : _____

Antes de comer, qual o "tamanho" da sua fome? Sem fome 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita fome

O que determinou a escolha de alimentos ingeridos nesta refeição:

() apetite () hábito () tempo disponível () comida disponível

Quanto você gostou desta refeição? Não gostei 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Gostei muito

Quão cheio você ficou depois da refeição? Pouco cheio 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito cheio

Lanche 6/Refeição 6. Horário : ____ : ____ Local : _____

Antes de comer, qual o "tamanho" da sua fome? Sem fome 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita fome

O que determinou a escolha de alimentos ingeridos nesta refeição:

() apetite () hábito () tempo disponível () comida disponível

Quanto você gostou desta refeição? Não gostei 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Gostei muito

Quão cheio você ficou depois da refeição? Pouco cheio 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muito cheio

Qual a sua VONTADE de consumir os grupos de alimentos abaixo?????

Preencher esta escala somente no horário da principal refeição do turno, mesmo que você não faça a refeição.

Conforme a seguinte orientação:

- Turno 8h: Almoço
- Turno 16h: Jantar
- Turno 0h: Ceia

Apetite. Horário: ____ : ____ Local : _____ Data: ____/____/____

Considere o quanto você gostaria de consumir os alimentos abaixo??

Doce (chocolate, balas, tortas, bolos, refrigerante, etc.) Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Salgados (salgadinhos industrializados, Batata frita, salgadinhos fritos, etc.) Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Pães, Massas, Arroz, Batata, Mandioca Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Frutas e Sucos Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Vegetais Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Carnes (Porco, Vaca, Peixe e Frango) Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

Leite e Derivados (iogurtes, queijos, etc.) Pouca vontade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muita vontade

APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada: “EFEITO DA ALTERNÂNCIA DOS TURNOS DE TRABALHO SOBRE CONSUMO ALIMENTAR DE TRABALHADORES RODIZIANTES”, sob a responsabilidade da pesquisadora: Luisa Pereira Marot Furlan. Nesta pesquisa buscaremos identificar se o sono e hábitos alimentares alteram durante o rodízio dos turnos. Para informação de todos, será realizada na empresa uma palestra sobre a importância da pesquisa, bem como seu objetivo e a forma que será conduzida. Nesse momento as dúvidas que porventura aparecerem serão esclarecidas. Caso haja interesse em participar, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora no momento da seleção dos participantes.

Na participação você responderá a um questionário sócio- econômico e de saúde, o qual consta de perguntas sobre: idade, sexo, estado civil, número de filhos, presença de alguma doença, uso de medicamentos, uso de substâncias para manter acordado ou para dormir, realização de atividade física, qual turno trabalha, quanto tempo trabalha no turno atual e a função desempenhada na empresa. Será perguntado ainda: qual o horário que você trabalha, dorme e acorda, a qualidade do seu sono, os alimentos que consome, se você fuma e se ingere bebida alcoólica. São informações importantes para que questões relacionadas a sua saúde seja analisadas. Para que essa análise seja completa, você também será pesado e medido (altura e circunferência da cintura), sendo necessário a retirada do seu calçado. Durante os 10 dias utilizará um relógio de pulso que ajudará a monitorar seu sono.

O pesquisador firma o compromisso que em nenhum momento você será identificado, assim suas informações individuais não serão disponibilizadas para empresa e mesmo ao publicar os resultados da pesquisa, sua identidade será preservada. Essa pesquisa não disponibiliza nenhuma retribuição financeira e todos os procedimentos realizados serão gratuitos. Os possíveis riscos consistem em: você poderá se sentir constrangimento (“vergonha”) durante a medição de peso, da circunferência da cintura, do preenchimento dos questionários e da utilização dos aparelhos como o relógio de pulso. Além disso, poderá sentir receio (“medo”) durante a coleta de sangue. No entanto, serão tomados todos os cuidados para se evitar qualquer ocorrência deste tipo. Já os possíveis benefícios serão uma orientação detalhada sobre o seu sono, seus hábitos alimentares e seus exames laboratoriais. Dessa maneira, teremos o cuidado em lhe oferecer uma série de dados importantes e de qualidade sobre sua saúde.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com:

- Luisa Pereira Marot Furlan. Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2U, Sala 20, *Campus* Umuarama. Fone: 3218-2389 ou pelo (celular) 64 99590342.
- Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco J, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131.

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Catalão, ____ de _____ de 201 ____.

APÊNDICE 2 - Levantamento Sociodemográfico e Clínico

Iniciais ou registro: _____

Data de coleta de dados: ____/____/____

Início: _____ Término: _____

A) QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA E CLÍNICA

INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS:

Gênero:

() 1- Masculino

() 2 – Feminino

Idade: _____ anos (completos)

Arranjo familiar:

() 1- Vive sozinho

() 2- Vive com companheiro

() 3 – Vive com familiares

() 4 – Vive com outras pessoas

Estado civil:

() 1 - solteiro

() 2 – casado

() 3 - viúvo

() 4- divorciado

() 5 – separado ou desquitado

() 6- outros

Escolaridade:

Até que ano (série ou ciclo) estudou: _____

Anos de estudo completos: _____

Numero de filhos: _____ filhos

Situação de trabalho (laboral):

() 1- ativo

() 2 – aposentado mas exercendo atividade de trabalho

() 3- aposentado

() 4 – afastado

() 5 – desempregado

() 6 – do lar

Renda familiar: _____

Quantas pessoas usufruem dessa renda: _____

Tem uma crença:

() 1- sim

() 2 – não

INFORMAÇÕES CLÍNICAS:

Tem hábito de tomar café, chá, pó de guaraná?

Qual? _____

A que horas? _____

Número de vezes ao dia _____

Quanto? 1 xic.chá () ½ xic.chá () 1 copinho 50 ml () mais de um copinho ()

Usa medicamentos?

☐ Sim ☐ Não

Quais? _____

Ingere bebidas alcoólicas para dormir?

☐ Sim ☐ Não

Quais? _____

Quantidade ☐ ½ copo dia ☐ 1 copo dia ☐ ½ copo semana ☐ 1 copo por semana

Ingere bebidas alcoólicas como hábito social?

☐ Sim ☐ Não

Quais? _____

Quantidade ☐ ½ copo dia ☐ 1 copo dia ☐ ½ copo semana ☐ 1 copo por semana

Pratica exercícios físicos:

☐ 1 – sim

☐ 2- não

Quantas vezes por semana? _____

Duração: _____

Apresenta ou já apresentou alguma(s) dessa(s) doença(s):

☐ 3- doenças metabólicas (cardíacas, diabetes dislipidemias)

☐ 4 – doenças pulmonares crônicas (asma, bronquite, enfisema)

☐ 5 – tumores ou câncer

☐ 6 – depressão

☐ 7 – doenças dos ossos e das juntas (articulações)

() 8 – outras: _____

Sentiu os seguintes sintomas na última semana:

() 1 – dor

() 2 – falta de ar

() 3 – palpitação (batedeira)

() 4 – insônia

() 5 – tristeza

() 6 - ansiedade

() 7 – tonturas

() 8 – fadiga (cansaço)

() 9 – falta de apetite

() 10 – outras: _____

Nictúria: () 1-sim

() 2-não

Peso: _____

Altura: _____