

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina



**Evolução do gasto energético em repouso e do quociente respiratório
em recém-nascidos submetidos a cirurgia corretiva de malformações
congénitas do trato gastrointestinal**

Susana Isabel Gavetas Barradas

Orientador: Professora Doutora Ana Catarina Moreira

Coorientador: Professor Doutor Luis Pereira da Silva

**Dissertação especialmente elaborada para obtenção do grau de Mestre
em Nutrição Clínica**

2018

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina



**Evolução do gasto energético em repouso e do quociente respiratório
em recém-nascidos submetidos a cirurgia corretiva de malformações
congénitas do trato gastrointestinal**

Susana Isabel Gavetas Barradas

Orientador: Professora Doutora Ana Catarina Moreira

Coorientador: Professor Doutor Luis Pereira da Silva

**Dissertação especialmente elaborada para obtenção do grau de Mestre
em Nutrição Clínica**

2018

“A impressão desta dissertação foi aprovada pelo Conselho Científico da Faculdade de Medicina de Lisboa em reunião de 16 de outubro de 2018.”

Agradecimentos

Este trabalho não ficaria completo sem algumas palavras muito especiais a todos aqueles que para ele contribuíram de uma forma ou de outra, e cujo apoio foi determinante na minha formação acadêmica, científica e pessoal. Sem eles, não teria sido possível, e quero endereçar o meu mais profundo agradecimento.

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Catarina Moreira, pelas suas ideias, orientação e dedicação na construção da minha tese. Pelo modelo de rigor, competência e profissionalismo, pelos desafios que continuamente me endereçou e pela confiança que depositou no meu trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Luís Pereira Da Silva, pela sua confiança e criação das condições necessárias para a realização não só deste estudo, mas também desta tese através das suas considerações pertinentes e extremamente valorizadas.

Agradeço também à equipa de enfermagem da Unidade de Cuidados Intensivos Neonatais do Hospital Dona Estefânia, todo o apoio prestado ao longo deste estudo.

Agradeço ainda, a todas as famílias e crianças que constituíram a amostra deste estudo, sem as quais não seria possível a realização desta tarefa.

Aos meus pais, por me terem dado a oportunidade de estudar e terem apostado sempre na minha carreira profissional, e apoiado ativamente ao longo de todo este percurso.

Finalmente, ao Pedro, pela paciência com que aguentou as minhas horas mais difíceis, pela confiança com que me apoiou neste projeto e pela energia que me transmitiu.

Resumo

Este estudo teve por objetivo principal determinar a evolução do gasto energético em repouso (GER) e do quociente respiratório (QR) numa amostra de 15 recém-nascidos de termo e pré-termo submetidos a cirurgia corretiva de malformações congénitas do trato gastrointestinal. Teve como objetivo secundário determinar fatores associados à evolução do GER e QR, incluindo sexo, idade gestacional, peso ao nascer, adiposidade e suprimento nutricional (energia e macronutrientes).

O GER e o QR foram medidos por calorimetria indireta (Deltatrac® II Metabolic Monitor, Datex-Ohmeda) e a composição corporal por pletismografia de deslocação de ar (Pea Pod®, Life Measurement, Inc.) e a adiposidade definida pela percentagem de massa gorda (%MG). O suprimento nutricional (energia e macronutrientes) foi registado diariamente.

Durante o período de estudo, a evolução ponderal manteve-se positiva em todos os casos, mas os valores de adiposidade foram inferiores aos mínimos de referência em 87,5% dos casos. O aporte energético foi consideravelmente inferior e o suprimento proteico superior ao recomendado.

Na maioria dos casos, os valores de GER foram superiores aos de referência, embora tivessem diminuído à medida que a idade avançou e se distanciou do período da cirurgia. O GER elevado poderá estar relacionado não só com a reparação tecidual pós-cirúrgica, mas também com a recuperação do crescimento e elevado metabolismo dos órgãos vitais.

Os valores de QR situaram-se maioritariamente entre os 0,70 e 0,90, o que sugere a oxidação preferencial de lípidos e proteínas. O QR baixo, associado ao baixo aporte energético e elevado aporte proteico registados, sugerem a necessidade de se ter que aumentar o aporte energético não-proteico (glícidos e lípidos) para promover a oxidação preferencial de glícidos, propiciando assim a lipogénese com reposição da reserva adiposa e poupando proteína para deposição tecidual.

Apenas em três casos foi possível a medição longitudinal da adiposidade e, nestes, não se encontrou uma associação significativa com o GER e o QR. No entanto, verificou-se um aumento gradual da adiposidade associado ao aumento do QR, que atingiu valores relativamente elevados (≥ 1), o que nesta circunstância pode justificar a recuperação da

reserva gorda pela oxidação preferencial dos glúcidos, poupando os lípidos para deposição no tecido adiposo.

Palavras-chave: cirurgia neonatal, composição corporal, gasto energético em repouso, quociente respiratório, suporte nutricional

Evolution of resting energy expenditure and respiratory quotient in newborn infants subjected to corrective surgery for congenital abnormalities of gastrointestinal tract

Abstract

This primary objective of this study was to determine the evolution of resting energy expenditure (REE) and respiratory quotient (RQ) in 15 term and preterm newborn infants undergoing corrective surgery of congenital malformations of the gastrointestinal tract. The secondary objective was to determine factors associated with the evolution of REE and RQ, including sex, gestational age, birth weight, adiposity and nutritional supply (energy and macronutrients).

The REE and RQ were measured using indirect calorimetry (Deltatrac® II Metabolic Monitor, Datex-Ohmeda). Body composition was measured using the air displacement plethysmography (Pea Pod®, Life Measurement, Inc.) method and adiposity was defined by the percentage of fat mass. Daily nutritional intake was recorded.

During the study period, a steady weight gain was observed in all cases, but the adiposity values were lower than the minimum reference in 87.5% of cases. Energy intake was considerably lower than recommended and protein intake was higher than recommended.

In the majority of cases, REE values were higher than the reference, although the values tended to decrease as the age advanced and distanced from the early surgical period. The high REE values may have been related not only to post-surgical tissue repair, but also to catch-up growth and high metabolism of vital organs.

The RQ values were mostly between 0.70 and 0.90, suggesting a preferential oxidation of fat and proteins. The low QR values associated to measured low energy intake and high protein intake suggest the need to increase non-protein (carbohydrates and fat) energy intake, to promote a preferential oxidation of carbohydrates, saving both lipids for lipogenesis and replenishment of fat reserve and protein for tissue accretion.

Longitudinal measurements of adiposity were possible only in three cases and, in these, a significant association with REE and RQ was not found. However, there was a gradual increase in adiposity associated with an increase of the RQ, reaching relatively high

values (≥ 1) that may justify the catch-up of fat reserve due to preferential oxidation of the carbohydrates, saving fat for adipose tissue accretion.

Key-words: body composition, neonatal surgery, nutritional support, respiratory quotient, resting energy expenditure

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iv
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas	viii
I. Fundamentação teórica	1
1. Metabolismo no período neonatal	1
2. Determinação das necessidades energéticas	6
2.1. Métodos para avaliação das necessidades energéticas	7
2.1.1. Água duplamente marcada	8
2.1.2. Calorimetria direta	8
2.1.3. Calorimetria indireta	9
2.1.4. Fórmulas preditivas	10
3. Nutrição em recém-nascidos	10
4. Composição corporal	11
4.1. Métodos de avaliação da composição corporal	12
4.1.1. Absorciometria por raio-x de dupla energia	12
4.1.2. Tomografia computadorizada	13
4.1.3. Ressonância magnética	13
4.1.4. Pesagem hidrostática	14
4.1.5. Pletismografia por deslocação de ar	14
4.1.6. Ultrassonografia	15
4.1.7. Interactância por infravermelhos	15
4.1.8. Bioimpedância elétrica	16
4.1.9. Pregas cutâneas	17

II. Objetivos	18
5. Objetivo primário	18
6. Objetivo secundário	18
III. Métodos	18
7. Desenho do estudo	18
8. Local da realização do estudo	18
9. Aspectos éticos-legais	18
10. Participantes	19
11. Caracterização da amostra	19
11.1. Caracterização da amostra à data de início do estudo	19
11.2. Caracterização da sub-amostra com avaliação da composição corporal	20
12. Variáveis	21
13. Análise estatística	23
IV. Resultados	24
14. Análise descritiva	24
14.1. Aportes nutricionais e evolução ponderal, do GER e do QR	25
14.2. Composição corporal	28
15. Análise inferencial em relação ao GER e QR	30
V. Discussão	35
16. Associação entre sexo, idade gestacional, peso ao nascer e evolução do GER e do QR	35
17. Associação entre sexo, idade gestacional, peso ao nascer e evolução do GER e do QR	35
18. Associação entre suprimento nutricional (energia e macronutrientes) e evolução do GER e do QR	37
19. Associação entre composição corporal (adiposidade) e evolução do GER e do QR no período pós-cirúrgico	38

VI. Conclusões	40
20. Limitações	41
VII. Perspetivas para futura investigação	42
VIII. Referências	43

Índice de Tabelas

Tabela 1. Valores de referência em recém-nascidos de termo e pré-termo	9
Tabela 2. Interpretação do quociente respiratório	10
Tabela 3. Sexo, peso, comprimento e perímetro cefálico ao nascer, e peso à data de inclusão no estudo	25
Tabela 4. Sexo, peso, comprimento e perímetro cefálico ao nascer, e peso à data de inclusão da subamostra submetida a avaliação da composição corporal	21
Tabela 5. Aporte de energia e macronutrientes nos recém-nascidos de termo e pré-termo	24
Tabela 6. Média de aportes energético, proteico, glicídico e lipídico e peso durante o estudo	25
Tabela 7. Evolução do GER	27
Tabela 8. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41	32
Tabela 9. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por sexo	33
Tabela 10. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por idade gestacional ao nascer	34
Tabela 11. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por peso ao nascer	35
Tabela 12. Correlações de GER e QR com peso, E/kg/d, P/kg/d, G/kg/d, L/kg/d (diferença entre 41 ^a e 39 ^a semanas)	36

Índice de Figuras

Figura 1. Evolução do peso corporal médio da 31 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	26
Figura 2. Evolução do aporte energético médio da 31 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	27
Figura 3. Evolução do aporte proteico médio da 31 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	27
Figura 4. Evolução do GER médio da 33 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	28
Figura 5. Evolução do QR médio da 33 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	29
Figura 6. Evolução da %MG da 38 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	31
Figura 7. Evolução da MIG da 38 ^a à 45 ^a semana de idade pós-menstrual	31
Figura 8. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41	32
Figura 9. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por sexo	33
Figura 10. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por idade gestacional ao nascer	35
Figura 11. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por peso ao nascer	36

Lista de Abreviaturas

- BIA – Bioimpedância elétrica (*bioelectrical impedance analysis*)
- CI - Calorimetria indireta
- CO₂ - Dióxido de carbono
- DEXA- Absorciometria por raio-x de dupla energia (*Dual-energy x-ray absorptiometry*)
- dp- Desvio padrão
- g – Grama(s)
- GER - Gasto energético em repouso
- GET – Gasto energético total
- IMC – Índice de massa corporal
- Kcal – Quilocaloria
- Kg - Quilograma
- MG - Massa gorda
- Máx – Máximo
- MIG – Massa isenta de gordura
- Min- Minuto
- Mín – Mínimo
- mg – Miligrama(s)
- NE – Nutrição entérica
- NP – Nutrição parentérica
- PDA – Pletismografia por deslocação de ar
- PH – Pesagem hidrostática
- QR – Quociente respiratório
- RM – Ressonância magnética
- RN – Recém-nascido
- RNs – Recém-nascidos
- TC – Tomografia computadorizada
- VCO₂ – Produção de dióxido de carbono
- VO₂ – Consumo de oxigénio
- \bar{x} - Média

I. Fundamentação Teórica

Este estudo é resultado intercalar e enquadra-se num projeto de investigação financiado (Bolsa Milupa 2016) a decorrer, cujo investigador principal é o Professor Doutor Luís Pereira da Silva. Os resultados serão submetidos para publicação após a conclusão do estudo.

1. Metabolismo no período neonatal

A adaptação à vida extrauterina, ou transição fetal-neonatal, é um processo biológico complexo que envolve modificações funcionais em todos os órgãos do recém-nascido (RN)⁽¹⁾, principalmente quando consideramos as alterações no metabolismo e crescimento no período pré e pós-natal.

Para melhor interpretar as mudanças que ocorrem no metabolismo desta população, é essencial o conhecimento dos processos metabólicos que permitem ao RN utilizar energia.^(2,3)

Antes do nascimento, os níveis de glicose fetal são mantidos pela transferência transplacentária de glicose da mãe. É possível considerar a existência de um período crítico entre o nascimento e o estabelecimento da nutrição, em que o RN depende das reservas de glicogénio hepático para manter as glicémias. A existência de reservas adequadas de glicogénio hepático ao nascer aumenta a sobrevivência durante esta transição crucial.⁽⁴⁾

Após o corte do cordão umbilical, é desencadeada uma cascata de reações características da transição do meio intrauterino para o extrauterino. A homeostasia da glicose neste período é um exemplo, partindo de uma oferta alimentar contínua para o estado de relativo jejum pós-natal. O RN necessita de ingestão frequente de nutrientes, uma vez que as suas reservas de glicogénio apenas são capazes de fornecer glicose por aproximadamente 4 horas.⁽⁴⁾ Quando ultrapassado esse período, a glicose pode ser sintetizada novamente, utilizando a proteína como substrato através da, gliconeogénese.⁽⁵⁾ A gliconeogénese fornece proteção contra a hipoglicemia nas primeiras horas de vida e consiste na mobilização de aminoácidos armazenados no músculo para a produção hepática de glicose.⁽⁴⁾

Na eventualidade desta situação se manter por períodos mais longos, é necessária uma fonte alternativa de energia. Os ácidos gordos provenientes dos lípidos, armazenados nos adipócitos, são utilizados primeiramente pelos músculos, incluindo o cardíaco, para a obtenção de energia. A utilização dos ácidos gordos exige baixas concentrações de insulina. Assim, a partir da via da β -oxidação são produzidos corpos cetónicos que alcançam a corrente sanguínea, e constituem uma fonte de energia, poupando assim a proteína, para os músculos, cérebro e sistema nervoso. Os corpos cetónicos, atravessam a barreira hematoencefálica e transformam-se no substrato energético alternativo à glicose.^(4,5)

À medida que o jejum se prolonga e o organismo entra num estado de inanição, a gliconeogénese hepática diminui a produção de glicose e, conseqüentemente, as concentrações sanguíneas de corpos cetónicos aumentam. Ao utilizar uma fonte diferente da glicose, o cérebro diminui a demanda da proteína muscular para a gliconeogénese, reduzindo desta forma a taxa de catabolismo muscular.⁽⁵⁾

Proteína

O metabolismo proteico do RN altera-se após o nascimento. A mudança de um estado de fornecimento contínuo de aminoácidos para a ingestão oral periódica, resulta em mudanças significativas na mobilização e utilização de substratos oxidativos.⁽⁶⁾

Para o RN de termo, adequado para a idade gestacional (entre o percentil 10 e 90-peso/idade), a recomendação de aporte proteico é de 2,0-3,0 g/Kg/dia.⁽⁷⁾

No RN pré-termo, a recomendação para o aporte proteico é de 4,0-4,5 g/Kg/dia para recém-nascidos (RNs) com peso inferior a 1000 g e 3,5-4,0 g/Kg/dia em RNs com peso corporal entre 1000-1800 g.⁽⁸⁾

No RN cirúrgico, devido a um aumento das necessidades proteicas, existe elevada degradação de proteína muscular, que permite a disponibilização de aminoácidos em circulação. Os aminoácidos irão ser utilizados na síntese proteica desencadeada pela resposta inflamatória e reparação tecidual originadas pela situação de *stress* metabólico, potenciada pelo procedimento cirúrgico. Embora não esteja estabelecido o aporte proteico ideal para estes RNs, não é aconselhado um aporte inferior a 2-3 g/Kg/dia.⁽⁹⁾ Aportes

proteicos excessivos podem ser negativos, tendo valores de 6 g/Kg/dia sido associados a azotemia e hiperamoniemia, pirexia, estrabismo e baixo QI nestes doentes.⁽⁹⁾

Glúcidos

Os glúcidos são a maior fonte de energia no RN.⁽⁸⁾ As reservas de glúcidos são relativamente baixas após o nascimento. O RN apresenta risco elevado de hipoglicemia, devido à alta taxa de utilização de glicose em função da massa cerebral, proporcionalmente maior em relação ao tamanho corporal.⁽⁹⁾ Embora não existam valores recomendados para o aporte de glúcidos no RN de termo, o requisito mínimo de glicose para suprir as necessidades metabólicas basais e manter energia adequada para o cérebro é de aproximadamente 6 mg/Kg/min. Além disso, são necessários 25 Kcal/Kg de glicose por grama de proteína fornecida para apoiar a deposição de proteína, recomendando-se que não exceda o aporte de 13 mg/Kg/min.⁽¹⁰⁾

Em relação ao RN de termo, o pré-termo, possui reservas glicídicas ainda mais baixas.⁽⁹⁾ Não está estabelecido o aporte ideal deste nutriente no RN pré-termo. As recomendações baseiam-se na subtração das necessidades mínimas proteicas e lipídicas à necessidade energética total.⁽⁸⁾ A recomendação do aporte glicídico no RN pré-termo é 11,6–13,2 g/Kg/dia.⁽⁸⁾

No RN cirúrgico, a avaliação da glicemia é importante para a monitorização de episódios de hipoglicemia e hiperglicemia.⁽¹¹⁾ As baixas reservas glicídicas, tanto no RN de termo como no RN pré-termo, tornam o RN cirúrgico extremamente vulnerável ao impacto metabólico negativo induzido pelo *stress* da cirurgia.⁽⁹⁾ Embora não existam valores recomendados para o aporte de glúcidos para estes RNs, é importante garantir um aporte adequado deste nutriente, em combinação com um aporte correto de aminoácidos, de modo a evitar o catabolismo proteico resultante da gliconeogénese.⁽⁹⁾

Lípidos

A quantidade e composição do aporte lipídico afetam a composição corporal do RN.⁽⁸⁾ Contudo, não existem recomendações específicas para o aporte deste nutriente no RN de termo, levando o aporte insuficiente à ingestão inadequada de energia. Os lípidos devem representar 40-60% da energia total da dieta.⁽¹²⁾

No RN pré-termo, a recomendação do aporte lipídico é delineada em função das suas baixas reservas de lípidos, que se acumulariam durante o terceiro trimestre de gestação, com o intuito de alcançar a adiposidade equivalente à idade gestacional *in utero*.⁽⁹⁾ Assumindo um depósito diário de gordura no meio intrauterino de 3 g/Kg, 10 a 40% de perda por má absorção lipídica e 15% de consumo por oxidação, a recomendação lipídica diária mínima nestes doentes é de 4,8–6,6 g/Kg.⁽⁸⁾

No RN cirúrgico, a degradação lipídica está aumentada por motivos análogos às alterações do metabolismo da glicose e aminoácidos. Este aumento associado às reservas limitadas do RN, expõe facilmente o doente cirúrgico em risco de desenvolver déficit de ácidos gordos, nomeadamente dos essenciais.⁽⁹⁾

O período de *stress* pós-cirúrgico pode ser dividido numa fase de atividade metabólica precoce e transitória (*ebb phase*), caracterizada pela taxa metabólica, frequência cardíaca e temperatura corporal reduzidas, e numa mais tardia e prolongada (*flow phase*) em que ocorre a recuperação, caracterizada pela frequência cardíaca, produção de glucose e consumo de oxigénio elevados.⁽⁹⁾ Durante a fase tardia de resposta ao *stress* cirúrgico, os ácidos gordos são o principal substrato utilizado pelo RN. A administração de ácidos gordos durante este período contribui para a redução dos episódios de hiperglicemia.⁽⁹⁾ Apesar de não estarem estabelecidas recomendações para estes doentes, a administração de lípidos usual é delimitada entre 40-60% do valor energético total para populações pediátricas em estado crítico, embora tal prática não esteja validada.⁽⁹⁾

Energia

A energia é definida como “a capacidade de realizar trabalho” e é fornecida pela ingestão e metabolização dos macronutrientes, e deve viabilizar o alcance das necessidades energéticas para a sobrevivência do organismo.⁽⁵⁾ As necessidades energéticas são definidas como a ingestão de energia dietética necessária para manter o balanço energético.⁽¹³⁾

A baixa tolerância a longos períodos de jejum, tornam elevada a necessidade da disponibilização precoce de energia e nutrientes no RN.⁽¹⁴⁾

Caracterizados por serem o grupo etário com maior velocidade de crescimento, os RNs têm necessidades energéticas e nutricionais proporcionalmente elevadas.⁽¹⁴⁾ As

necessidades energéticas são altamente individualizadas e variam com o estado saúde (presença de patologia e tipo) e com a atividade física (tipo e grau).⁽⁷⁾

No RN de termo, adequado para a idade gestacional (peso ao nascer entre o percentil 10 e 90 para idade de gestação), a recomendação do aporte energética é de 90-110 Kcal/Kg/dia.⁽⁷⁾

As recomendações para RNs pré-termo (nascido antes das 37 semanas de idade de gestação) são baseadas na suposição de que o crescimento e o metabolismo nutricional são semelhantes aos do ambiente pré-natal. O RN pré-termo enfrenta inúmeros desafios até alcançar um peso adequado. Para além do facto de ser subdesenvolvido em comparação com o RN de termo, está em risco para um conjunto de morbilidades inerentes à prematuridade que poderão culminar em desnutrição e restrição de crescimento, em grande parte justificadas pela capacidade limitada de armazenamento energético.⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ Estes fatores levam a um estado de déficit de energia e aumento do catabolismo, com potenciais efeitos a longo prazo, como o compromisso do neurodesenvolvimento e alterações metabólicas.^(16,18) Uma proporção considerável de RNs pré-termo têm necessidade de cirurgia corretiva de malformações congénitas *major*, nomeadamente do tubo digestivo.⁽¹⁹⁾

O déficit de energia em RNs pré-termo ocorre maioritariamente por quatro motivos:

- Armazenamento de energia reduzido devido a episódios de dessaturação de oxigénio frequentes, por imaturidade respiratória.⁽¹⁷⁾
- Existência de estímulos causadores de *stress*, como a dor associada a procedimento invasivo, o que aumenta o consumo de energia gasta por reações comportamentais e fisiológicas à dor, como choro e taquicardia.⁽²⁰⁾ Além disso, o *stress* oxidativo associado ao evento doloroso pode originar déficit de energia.⁽²¹⁾
- A própria presença de doença pode levar ao déficit de energia.⁽¹⁸⁾ O conhecimento sobre necessidades energéticas de RNs doentes ainda é escasso, mas sabe-se que em adultos e crianças doentes há diminuição da taxa de absorção e utilização de nutrientes.⁽²²⁾ Além disso, o aumento das citocinas pró-inflamatórias desempenham um papel importante no aumento das necessidades energéticas. Estas citocinas pró-inflamatórias estão elevadas nos RNs em estado crítico.^(23,24)

- As necessidades de energia do cérebro e alguns órgãos com elevada taxa metabólica, podem consumir ainda as reservas de energia no RN pré-termo.^(25,26) Este déficit de energia é prejudicial ao neurodesenvolvimento e às funções cognitivas, atingindo um período de elevado grau de neuroplasticidade.⁽²⁷⁾

Para que estes RNs alcancem o ganho ponderal e composição corporal equivalentes à idade gestacional *in útero*, recomenda-se um aporte energético de 110–135 Kcal/Kg/dia.⁽⁸⁾

A fase tardia de resposta ao *stress* cirúrgico é igualmente caracterizada pelo aumento das necessidades energéticas e nutricionais.⁽²⁸⁾ Situações de suprimento desequilibrado de energia e nutrientes em RNs cirúrgicos, por deficiência ou excesso, podem comprometer a recuperação.⁽²⁹⁾

2. Determinação das necessidades energéticas

A importância em estabelecer uma nutrição precoce adequada no RN torna-se evidente face às suas limitadas reservas.^(8,9) Para uma melhor compreensão das necessidades energéticas nestes doentes, há que abordar alguns conceitos relativos ao metabolismo, incluindo o gasto energético.

O gasto energético total (GET) do RN, calculado para 24 h, compreende a soma de três parcelas: o gasto energético em repouso (GER) (energia gasta em repouso para manutenção das funções corporais normais e homeostasia), a energia gasta pela atividade física e o efeito térmico associado aos processos de digestão, absorção e metabolismo do alimento.⁽⁵⁾ Poderá ser ainda juntar-se o fator *stress* associado à presença de patologia, trauma ou recuperação cirúrgica, que irá refletir um aumento do GET.^(5,9)

Vários fatores provocam alterações no GER, sendo a composição corporal é um deles.⁽⁵⁾ A massa isenta de gordura (MIG), tecido metabolicamente ativo, é o principal determinante do GER.⁽³⁾ Estima-se que contribua em cerca de 80% para a variação do GER. (5)

Nos RNs, para além da medição do GER, as necessidades nutricionais específicas podem ser avaliadas pela medição da composição corporal, isto é, do crescimento relativo da massa gorda (MG) e MIG. Quando combinadas ambas as abordagens – avaliação do GER

e da composição corporal - é possível obter-se informação mais rigorosa e completa do efeito exercido no estado de nutrição pelo tipo, composição e quantidade de nutrientes administrados.⁽³⁰⁾

O gasto energético no RN de termo e RN pré-termo aumenta durante as primeiras semanas de vida, e é ainda influenciado pela sua maturidade e crescimento.⁽³¹⁾ Se a ingestão energética for inferior ao gasto energético, o crescimento do RN poderá ficar comprometido.⁽³¹⁾

No RN pré-termo, um dos objetivos da abordagem nutricional é providenciar uma nutrição adequada de forma a alcançar índices antropométricos e composição corporal equivalente à do feto *in útero* com a mesma idade gestacional.⁽³²⁾ Contudo, o fornecimento de um aporte energético adequado a RNs pré-termo poderá ser difícil de alcançar, pois estão expostos a situações clínicas muito diversas, resultando numa variabilidade considerável do gasto energético.⁽³²⁾ É essencial compreender estas necessidades no RN pré-termo, uma vez que são distintas das do feto com a mesma idade gestacional, devido ao diferente ambiente extrauterino envolvente.

O RN cirúrgico tem necessidades energéticas difíceis de estimar, devido ao *stress* cirúrgico e estado de convalescença. A sub- ou sobrestimação das necessidades energéticas poderão ter efeitos prejudiciais nestes RNs.⁽⁹⁾

2.1. Métodos para avaliação das necessidades energéticas

Dada a importância de se ter que fornecer energia adequada ao RN cirúrgico de termo, pré-termo, é preciso estimar tais necessidades, recorrendo a métodos e fórmulas adequadas e validadas nesta população, de modo a suportar a resposta metabólica, evitando a perda importante de massa magra e o agravamento de défices.^(9,31-33)

Vários métodos estão disponíveis para obter o GER: calorimetria indireta, calorimetria direta, água duplamente marcada ou fórmulas preditivas.⁽⁵⁾

2.1.1. Água duplamente marcada

O método da água duplamente marcada é baseado no princípio de que a produção de dióxido de carbono (CO_2) pode ser estimada a partir da diferença das taxas de eliminação de hidrogénio e oxigénio do organismo.⁽⁵⁾

Após a administração oral de uma solução de água marcada com óxido de deutério e oxigénio-18, o deutério é eliminado sob a forma de água e o oxigénio-18 sob a forma de água e CO_2 . As taxas de eliminação dos dois isótopos são medidas num intervalo de 10-14 dias, por amostragem periódica da água corporal através da urina, saliva ou plasma, e a diferença entre as duas taxas de eliminação é o resultado da produção de CO_2 . A quantidade de CO_2 permite o cálculo do gasto energético, através de fórmulas padrão utilizadas na calorimetria indireta (CI).⁽⁵⁾

A água duplamente marcada tem como vantagens a sua fácil administração e a possibilidade de realização da atividade rotineira durante o período de medição.⁽³⁴⁾ As suas limitações incluem a necessidade de técnicos qualificados para operar o espectrómetro de massa, sofisticado e dispendioso, o que torna este método pouco exequível na clínica, sendo habitualmente reservado para validação de métodos mais simples de estimativa do consumo energético, como as fórmulas preditivas.⁽⁵⁾

2.1.2. Calorimetria direta

A calorimetria direta é um método que avalia o gasto energético através da medição da produção de calor corporal. O calor produzido por processos metabólicos é utilizado para quantificar o GET.⁽³²⁾

A produção de calor corporal total é diretamente recolhida e avaliada numa câmara termicamente selada com capacidade para movimentação livre do utente, durante um período igual ou superior a 24 h, período em que é medida a taxa de transferência de calor do corpo para o meio ambiente e calculada a diferença entre ambas.⁽⁵⁾

Apesar do custo elevado para realização deste procedimento, a calorimetria direta é um método vantajoso na área da investigação, pela elevada precisão na avaliação de energia gasta sob a forma de calor. Contudo, tem limitações, como requerer a alteração importante da rotina diária do indivíduo em avaliação, a utilização de equipamento de elevado custo,

a falta de informação sobre a oxidação preferencial de substratos e a sua inviabilidade para estudos epidemiológicos.^(5,32)

2.1.3. Calorimetria indireta

A medição do gasto energético é o método mais preciso na avaliação das necessidades energéticas, especialmente em doentes em estado crítico.⁽³²⁾ Esta medição é geralmente efetuada através de CI, por ser um método prático, seguro e não invasivo.⁽¹⁸⁾ O gasto energético é quantificado, sob condições reguladas, através da medição das trocas gasosas com o meio ambiente: consumo de oxigénio (VO₂) e produção de dióxido de carbono (VCO₂).⁽³²⁾ Os macronutrientes são convertidos em dióxido de carbono, água e calor na presença de oxigénio. A CI avalia a quantidade de calor gerado indiretamente, permitindo calcular o GER através da quantidade de VO₂ e VCO₂.⁽³²⁾ No RN, o GER pode ser calculado através da equação de Weir modificada³⁵, que tem as vantagens de não requerer a recolha de urina para determinação do azoto urinário e providenciar um resultado próximo ao da equação de Weir original:

$$\text{GER} = ((3,9 \times \text{VO}_2) + (1,1 \times \text{VCO}_2)) \times 1,440 \quad (35)$$

Existem valores de referência para o GER em RNs de termo e pré-termo, em função da idade pós-natal em semanas (Tabela 1).⁽³¹⁾ No RN cirúrgico, devido à elevada variabilidade do GER não existem valores de referência estabelecidos.⁽⁹⁾

Tabela 1. Valores de referência em recém-nascidos de termo e pré-termo ⁽³¹⁾

	Idade Pós-natal (semanas)				
	1	2	3	4	5
GER (Kcal/Kg/dia)					
\bar{x} (dp)	42(4)	51(5)	59(6)	60(8)	62(9)
Mín.	36	43	50	47	48
Máx.	48	59	67	70	73

\bar{x} - Média; dp - desvio padrão; Mín.-Mínimo; Máx.-Máximo

Através da CI pode igualmente ser medido o quociente respiratório (QR), definido pelo rácio entre a produção de VCO₂ e VO₂. Este pode ser utilizado para estimar o tipo de macronutriente que está a ser preferencialmente oxidado (Tabela 2).

Tabela 2. Interpretação do quociente respiratório ⁽³⁶⁾

Utilização de substrato	QR
Oxidação lipídica	0,71
Oxidação proteica	0,82
Oxidação de substratos mistos	0,85
Oxidação glicídica	1,0
Lipogénese	1,0-1,2

Em RNs cirúrgicos, o GER só pode muitas vezes ser medido em doentes com alimentação administrada em débito contínuo, estando descrito que a alteração da taxa metabólica pela termogénese da alimentação nestas condições é mínima.⁽³²⁾

A avaliação do GER e QR através de CI, encontram-se validados em RNs.^(36,37) Pode indicar estados de hiper- e hipometabolismo, permitindo orientar a intervenção nutricional de forma a prevenir ou corrigir desequilíbrios.⁽⁵⁾

2.1.4. Fórmulas Preditivas

As fórmulas preditivas são de fácil e rápida aplicação, e dispensam o recurso a qualquer tipo de equipamento.⁽³²⁾

De acordo com as características do doente, poderão ser aplicadas as fórmulas de: Harris-Benedict, Mifflin-St. Jeor, Cunningham e Owen.⁽³⁸⁻⁴¹⁾ A escolha destas depende das características e limitações de cada e do tipo de população-alvo em análise.⁽³²⁾

Na prática clínica, os valores fornecidos pelas fórmulas preditivas parecem não ser adequados para a estimativa das necessidades energéticas em RNs.⁽⁴²⁾ No RN cirúrgico em particular, a utilização destas fórmulas, considerando ou não o fator *stress*, é considerada incorreta, pela elevada variabilidade do gasto energético.⁽⁹⁾

3. Nutrição em recém-nascidos

O suporte nutricional no RN representa um desafio constante para adaptar uma abordagem que optimize os resultados a curto prazo, contribuindo para reduzir a morbidade e mortalidade.

A nutrição do RN pode ser administrada por via oral, entérica (por sonda gástrica ou intestinal) ou parentérica. Os termos nutrição entérica (NE) e nutrição parentérica (NP) são frequentemente usados ao referir a nutrição artificial: o termo NE define a nutrição fornecida por via entérica sem passar por todos os processos e mecanismos fisiológicos. Na impossibilidade de utilização da via oral, deve preferir-se a NE à NP, desde que o trato gastrointestinal esteja acessível para o efeito. A NP geralmente compreende soluções aquosas e lipídicas, e está indicada sempre que não haja a possibilidade de fornecer os nutrientes por via oral ou entérica, por malformação, morbidade que afete o tubo digestivo, ou imaturidade.^(18,43)

No RN de termo doente, o leite materno ou fórmulas adaptadas, devem fornecer o aporte energético e nutricional necessário ao adequado crescimento. O leite materno deve ser privilegiado em relação às fórmulas, como fonte nutricional no RN, podendo ser utilizado por via oral e entérica.⁽⁴⁴⁾

No RN pré-termo, os reflexos de sucção e deglutição estão ausentes ou débeis, requerendo a nutrição por sonda gástrica até que se desenvolvam. Um dos desafios mais frequentes em RNs pré-termo doentes é a intolerância alimentar.⁽⁴⁵⁾ O recurso ao leite materno deve ser uma prática padrão. No RN muito pré-termo, o leite materno necessita de ser fortificado para cobrir as necessidades nutricionais do RN.^(46,47)

No RN cirúrgico, é necessária uma abordagem nutricional precoce. É necessário colmatar as necessidades energéticas e em nutrientes de modo a permitir uma adequada recuperação.^(9,29) No período pós-cirúrgico precoce, a nutrição é geralmente assegurada por NP devido à inviabilidade da via entérica. Assim que se torna possível iniciar a NE, esta vai substituindo progressivamente a NP até à sua cessação assim que possível.⁽⁹⁾

4. Composição corporal

O ganho ponderal no RN, isoladamente, não é um parâmetro suficientemente forte para avaliação do crescimento desta população.⁽²⁸⁾ O crescimento do RN deve ser estudado através da evolução da composição corporal.⁽³⁰⁾

Vários são os determinantes pré-natais que influenciam a composição corporal do RN, determinantes como o peso e MG maternos influenciam a redução da MIG do RN após o

nascimento.⁽⁴⁸⁾ A dieta materna é igualmente reconhecida como um dos principais fatores ambientais que influenciam a composição corporal do RN.⁽⁴⁹⁾

Neste aspeto, o estudo de Pereira da Silva et al. (2012)⁽⁵⁰⁾ que teve como objetivo a avaliação do efeito do Índice de Massa Corporal (IMC) pré-gestacional, energia e ingestão de macronutrientes durante a gestação e ganho de peso gestacional na composição corporal de RN de termo, demonstrou que o excesso de peso pré-gestacional foi positivamente associado à relação peso/comprimento, IMC e MIG do RN.

Determinantes pós-natais como o consumo de leite materno, também são influentes na composição corporal do RN. O seu consumo está associado à deposição de MIG, associação que parece tornar-se mais forte com o avançar da idade pós-natal, sugerindo um efeito cumulativo na evolução da composição corporal.⁽⁵¹⁾

4.1. Métodos de avaliação da composição corporal

A composição corporal pode ser avaliada através dos seguintes métodos: absorciometria de raios X de dupla energia, tomografia computadorizada, ressonância magnética, pesagem hidrostática (hidrodensitometria), pletismografia por deslocação de ar, ultrassonografia, interacção por infravermelhos, bioimpedância e pregas cutâneas.^(5,52)

4.1.1. Absorciometria por raio-x de dupla energia

A Absorciometria por raio-x de dupla energia (*dual-energy x-ray absorptiometry-DEXA*), foi inicialmente desenvolvida para avaliar o conteúdo mineral ósseo na investigação de doenças como a osteoporose, e é considerada atualmente, um método de boa precisão e reprodutibilidade para avaliação da composição corporal. Esta técnica é baseada na atenuação de raios em diferentes níveis de energia de acordo com os tecidos estima com precisão a MG e MIG (apenas tecido mole livre de gordura).⁽⁵⁾

A DEXA é um método não-invasivo, seguro (exposição à radiação é mínima), relativamente rápido, que não apresenta variações inter e intraobservador, confiável e altamente preciso, não exige cooperação do avaliado, o que a torna um método apto para aplicação em populações pediátricas e geriátricas e não necessita de preparação prévia do avaliado. As limitações deste método são a incapacidade de detetar a quantidade de água corporal, incluindo a contida na massa magra, a influência de grandes variações na

hidratação (Ex: RNs e doentes em estado crítico), a presença de calcificação em tecidos moles que poderá influenciar os resultados, a exposição a radiação, e a necessidade de um local adequado e equipamento sofisticado, bem como um avaliador treinado, que acarretam elevados custos.⁽⁵²⁾

4.1.2. Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) é um método que produz imagens altamente detalhadas de corte transversal do corpo. Utilizada primordialmente na obtenção de diagnósticos médicos, é uma ferramenta valiosa na avaliação da composição corporal. A sua maior aplicação nesta área é a avaliação do conteúdo regional de MG. É particularmente útil no estudo da deposição relativa de MG subcutânea e intra-abdominal, bem como na avaliação de volumes absolutos de MIG e MG.⁽⁵²⁾

O princípio da TC é a deteção das diferenças na transmissão de diferentes densidades. Uma fonte de raios-X é alinhada em oposição a um grupo de detetores de radiação, como o feixe de raio-X passa através do indivíduo, é enfraquecido ou atenuado pelos tecidos e captado pelos detetores. A resposta dos detetores é transmitida para um computador que reconstrói a anatomia em corte transversal do indivíduo.⁽⁵²⁾

As vantagens deste método incluem a sua não-invasividade, alta precisão, reprodutibilidade, e diferenciação entre os tecidos e órgãos corporais. As limitações são o seu elevado custo que condiciona a sua disponibilidade relativamente limitada, a não recomendação de utilização em gestantes, RNs ou crianças, devido à elevada exposição a radiação de ionização, a necessidade de operadores habilitados e a necessidade de cooperação do avaliado, pois a movimentação altera a qualidade dos resultados.^(52,53)

4.1.3. Ressonância magnética

A ressonância magnética (RM) é um método com resultados semelhantes à TC, com grande potencial para a avaliação da composição corporal, que utiliza as propriedades naturais dos átomos existentes no corpo humano para criar uma imagem diagnóstica. É um método inócuo que não utiliza radiação ionizante, ao contrário do que acontece com os raio-x que originam a imagem da TC.⁽⁵²⁾

A imagem por RM explora a magnetização natural do átomo mais abundante do corpo humano, o hidrogénio. O contraste entre os diversos tecidos do organismo é criado em

função do número de átomos de hidrogénio existentes num determinado tecido e do meio onde se encontram.⁽⁵⁴⁾ Este método permite a quantificação da MG subcutânea e intra-abdominal.⁽⁵⁴⁾

A RM é um método não-invasivo, com elevada precisão e reprodutibilidade, que avalia a localização e quantidade de MG, seguro para gestantes, RNs e crianças, e que produz imagens de elevada qualidade, permitindo o estudo da atividade metabólica de tecidos e órgãos. Como limitações associadas a esta técnica realça-se o elevado custo e a disponibilidade restrita do equipamento.^(52,55)

4.1.4. Pesagem hidrostática

A pesagem hidrostática (PH), também conhecida como hidrodensitometria, baseia-se no princípio de Arquimedes: “o volume de um objeto submerso em água é igual à água que ele desloca”. A PH determina a MG através da densidade corporal do indivíduo. A densidade corporal é a diferença entre o peso seco (prévio à pesagem) e o peso debaixo de água. Como a gordura é menos densa e mais flutuante em água que a MIG, quanto menor o peso do indivíduo debaixo de água, maior será a MG.⁽⁵⁾

É um método vantajoso por não ser invasivo, possuir elevado rigor e boa reprodutibilidade e variação mínima intra e interobservador. As limitações deste método são a pouca praticidade, necessidade de instalações adequadas, baixa disponibilidade, necessidade de operadores habilitados e experientes, exigência de cooperação e treino por parte do avaliado e a contraindicação para populações pediátricas e geriátricas.⁽⁵²⁾

4.1.5. Pletismografia por deslocação de ar

A Pletismografia por deslocação de ar (PDA) é um método baseado no mesmo princípio da pesagem hidrostática, com recurso a tecnologia de deslocação de ar.⁽⁵⁾ O seu princípio básico determina o volume total do corpo, onde o volume do indivíduo = volume de câmara vazia menos volume de câmara com indivíduo. O volume do corpo varia inversamente com a pressão, desde que a temperatura permaneça constante. Isso quer dizer que o volume de ar no interior da câmara é reduzido proporcionalmente ao volume do indivíduo no seu interior, com mudanças de pressão inversamente proporcionais às mudanças de volume.⁽⁵⁶⁾ É um método relativamente recente para avaliação da composição corporal, e tem como limitações a exigência de equipamento complexo,

sofisticado e de elevado custo, que influi na sua baixa disponibilidade em meio hospitalar.⁽⁵²⁾

A PDA é um método muito conveniente para avaliação da composição corporal no RN por ser não-invasivo, confortável, reprodutível, de rápida execução, não requerer imobilização nem sedação e a sua precisão não ser prejudicada pelo movimento.^(57,58) Com base no modelo bicompartimental mede a MG e MIG e, permite o cálculo da percentagem de MG, um indicador de adiposidade. Em crianças com peso até 8 Kg pode utilizar-se o equipamento *Pea Pod* (*Cosmed, Inc. USA*) e comparar com valores de referência publicados para RNs de termo até aos primeiros meses de vida.⁽⁵⁹⁾ Este método foi recentemente validado em RNs, tornando-se cada vez mais utilizado neste grupo etário.^(57,58,60)

4.1.6. Ultrassonografia

O método de ultrassonografia recorre à emissão de ondas sonoras de alta frequência que penetram a superfície da pele e passam pelo tecido adiposo, até alcançarem o tecido muscular. Na interface do tecido adiposo-muscular, uma proporção das ondas de som é refletida sob a forma de eco, recebido pelo aparelho de ultrassom. Este método pode ser utilizado para medir a espessura do tecido muscular bem como a MG subcutânea.⁽⁵²⁾

A ultrassonografia é um método não-invasivo, seguro (devido à ausência de radiação) e que não requer colaboração do avaliado. Tem como limitações o seu custo relativamente elevado, a necessidade de operadores habilitados e a ausência de validade comprovada da sua utilização para avaliação da composição corporal.⁽⁵²⁾

4.1.7. Interactância por infravermelhos

O método de interactância por infravermelhos, embora relativamente recente na avaliação da MG corporal, é utilizado para determinar a quantidade de MG, água e proteína do organismo.⁽⁵²⁾

Quando um material é exposto aos raios infravermelhos, a luz é absorvida, refletida ou transmitida, dependendo das suas propriedades de dispersão e absorção. No caso concreto da água, proteína e MG, devido à presença de características específicas de absorção de infravermelhos, é possível obter informação sobre a sua presença na composição química de um indivíduo através da luz infravermelha por ele refletida e captada por um espectrofotómetro.⁽⁵²⁾

A estimativa da composição corporal por este método é realizada através da análise de características da luz refletida pela pele e tecidos subcutâneos, que se associa linearmente aos níveis de água, MG e proteína do local em análise.⁽⁵²⁾

A interatância por infravermelhos é um método não-invasivo, seguro (devido à ausência de radiação), de fácil e rápida medição e custo relativamente baixo. As suas limitações compreendem a sua validade não comprovada para avaliação da composição corporal, e subestimação de MG em indivíduos obesos, devido à baixa penetração da luz infravermelha.⁽⁵²⁾

4.1.8. Bioimpedância elétrica

A bioimpedância elétrica (*bioelectrical impedance analysis-BIA*) é um dos métodos de avaliação da composição corporal mais utilizados na área clínica. Este método não avalia diretamente a composição corporal, estima-a indiretamente, através de medidas elétricas calibradas que calculam a composição corporal através de equações matemáticas.⁽⁶¹⁾

O princípio da BIA é a condutividade elétrica. Quando uma corrente elétrica passa através do corpo, sofre oposição dos tecidos não-condutores (com baixo teor em água) e é transmitida através dos eletrólitos nos líquidos corporais. A oposição à corrente tem o nome de impedância, e é composta por dois elementos: a resistência (oposição da massa corporal extracelular e intracelular ao fluxo da corrente) e a reactância (oposição adicional que reflete a permeabilidade das membranas celulares).^(5,52)

Neste método, é gerada uma ou mais correntes alternadas, fracas, imperceptíveis e inofensivas que percorre o organismo através de eléctrodos. A resistência à passagem da corrente é avaliada e associada a medidas como a estatura, peso, género, entre outros, permitindo calcular a MIG e MG do indivíduo.⁽⁵²⁾

A BIA é um método não-invasivo, prático, simples e de rápida aplicação, possui elevada reprodutibilidade e precisão em indivíduos saudáveis, um custo relativamente baixo, estima a concentração de água intra- e extracelular, não exige grande treino ou experiência por parte do avaliador, possui uma variação mínima intra- e interavaliador e exige pouca manutenção. As suas limitações compreendem a influência do estado de hidratação do indivíduo, a não identificação das variações no volume hídrico da cavidade abdominal (presença de ascite); a não identificação de variações na geometria corporal

(indiferenciação entre gestantes e obesidade androide) e não ser um método validado para várias populações com algumas patologias.^(5,52)

4.1.9. Pregas cutâneas

A medição de pregas cutâneas representa um método de relativa simplicidade e baixo custo, aplicável para grandes amostras. Tem sido utilizada para classificação dos indivíduos em termos de MG relativa ou para avaliação de reservas de MG subcutânea específicas. Este método baseia-se no facto de, aproximadamente, metade do conteúdo da gordura corporal estar localizada no compartimento subcutâneo.⁽⁵⁾ A medição de reservas de gordura pelas pregas cutâneas não requer equipamento muito dispendioso e obtém resultados imediatos. As medições são rápidas e simples de obter na maioria dos grupos etários, incluindo RNs. Em geral, os erros intraobservador e interobservador são baixos quando comparados com a variabilidade entre os sujeitos.⁽⁶²⁾ A avaliação é efetuada com recurso a lipocalibradores, e o treino do observador é fundamental para a validade das medidas efetuadas.⁽⁶³⁾

As pregas cutâneas mais utilizadas são: a tricípital, a bicipital, a subescapular e a suprailíaca. As medidas podem ser utilizadas através da sua soma, ou em equações de regressão, para o cálculo da percentagem de MG corporal.^(63,64)

A medição de pregas cutâneas possui a vantagem de ser um método não-invasivo, prático, simples e de rápida aplicação, de baixo custo, que possui um treino relativamente fácil do avaliador e uma precisão moderada. As suas limitações são a sua influenciabilidade pelo estado de hidratação, a impossibilidade de avaliação da água corporal, a considerável variação inter- e intraobservador e a baixa precisão em indivíduos obesos.⁽⁵²⁾

II. Objetivos

5. Objetivo primário

Determinar a evolução do GER e do QR após cirurgia corretiva de malformações congénitas do trato gastrointestinal em RNs de termo e pré-termo.

6. Objetivo secundário

Explorar os fatores associados à evolução do GER e do QR após cirurgia corretiva de malformações congénitas do trato gastrointestinal em RNs de termo e pré-termo, nomeadamente: género, idade gestacional, peso ao nascer, suprimento nutricional (energia e macronutrientes) e adiposidade (composição corporal).

III. Métodos

7. Desenho do estudo

Estudo de uma coorte de RNs com indicação de cirurgia corretiva de malformações congénitas do trato gastrointestinal, recrutada de forma sistemática (consecutiva) durante 6 meses, e acompanhados até à alta do internamento hospitalar.

8. Local da realização do estudo

O estudo decorreu na unidade de cuidados intensivos neonatais e no laboratório de nutrição do Hospital Dona Estefânia.

9. Aspetos éticos-legais

Foi solicitado o consentimento dos pais (ou representantes legais) e fornecida previamente informação oral e escrita sobre o estudo. Foi solicitada e aprovada pela Comissão de Ética do Centro Hospitalar. Idêntica aprovação foi obtida para realização do estudo explorador envolvendo os mesmos procedimentos.⁽²⁸⁾

Os pais (ou representantes legais) foram convidados a acompanharem os seus filhos ao laboratório de nutrição no momento das medições da composição corporal. Os médicos assistentes das crianças, receberam informação sobre o resultado das medições obtidas

nos seus doentes. Em qualquer momento, os pais (ou representantes legais) puderam optar pelo abandono do estudo, sem qualquer prejuízo da qualidade assistencial.

10. Participantes

Foram considerados os seguintes critérios para seleção da amostra:

Critérios de inclusão: RNs, de termo e pré-termo, com indicação de cirurgia corretiva de malformações congénitas do trato gastrointestinal, na primeira semana de vida.

Critérios de exclusão: RNs com algumas das seguintes condições verificadas na altura de identificação da elegibilidade ou durante o acompanhamento, após recrutamento: Sépsis neonatal congénita, com hipoxia perinatal grave (índice de Apgar aos 5 minutos <5), imunodeficiência primária grave, erro inato do metabolismo, fibrose quística ou dependência de oxigénio além de 36 semanas de idade gestacional ou de 28 dias após o nascimento.

Critérios de suspensão: durante o estudo evolutivo, serão isentos temporariamente das avaliações da composição corporal por PDA ou da medição por CI as crianças com instabilidade clínica, presença de suporte ventilatório ou com condições que impossibilitem a avaliação (e.g., aparelho para imobilização de membro e/ou presença de cateter).

11. Caracterização da amostra

O estudo foi efetuado numa amostra de conveniência, sistemática, condicionada pelo internamento de casos com critérios de inclusão durante o período de 5 meses.

11.1. Caracterização da amostra à data de início do estudo

A amostra foi composta por 15 RNs: 8 de termo (53,3%) e 7 pré-termo (46,7%), sendo 8 do sexo masculino (53,3%) e 7 do sexo feminino (46,7%).

Quanto ao principal diagnóstico cirúrgico, 8 tinham atresia do esófago (53,3%), 4 gastrosquisis (26,7%), 2 atresia duodenal (13,3%), e 1 pâncreas anular (6,7%).

A idade gestacional ao nascer média (dp) foi de 35,9 (2,5) semanas e no momento de inclusão no estudo de 36,0 (2,6) semanas.

A classificação do estado de nutrição ao nascer foi baseada nos valores de referência de *Fenton* (2013). Os valores encontram-se descritos na Tabela 3.

O peso ao nascer médio (dp) no sexo masculino foi de 2528 (433) g e no feminino de 2461 (709) g. Não houve casos de RNs leves (<percentil 10) ou grandes (>percentil 97) para a idade de gestação

O comprimento ao nascer médio (dp) no sexo masculino foi de 48,6 (1,4) cm e no feminino de 44,5 (5,3) cm.

O perímetro cefálico ao nascer média (dp) no sexo masculino foi de 33,7 (1,5) cm e no feminino de 31,6 (2,0) cm.

No momento de inclusão no estudo, o peso médio (dp) no sexo masculino foi de 2612 (444) g, e no feminino de 2334 (646) g.

Tabela 3. Sexo, peso, comprimento e perímetro cefálico ao nascer, e peso à data de inclusão no estudo

Variável	Masculino	Feminino	Total
	\bar{x} (dp)	\bar{x} (dp)	\bar{x} (dp)
Peso ao nascer (g)	2528 (433)	2461 (0,709)	2497 (0,556)
Comprimento ao nascer (cm)	48,6 (1,4)	44,5 (5,3)	46,7 (4,2)
Perímetro cefálico ao nascer (cm)	33,7 (1,5)	31,6 (2,0)	32,7 (2,0)
Peso – Data de Inclusão (Kg)	2612 (444)	2334 (646)	2483 (140)

\bar{x} - Média; dp- desvio padrão

11.2. Caracterização da sub-amostra com avaliação da composição corporal

A avaliação da composição corporal foi efetuada em 8 indivíduos, tendo-se obtido a medição longitudinal em 3. A impossibilidade de realizar mais medições da composição corporal deveu-se ao fato de as crianças serem transferidas assim que era removido o cateter central, não permitindo programar atempadamente as medições.

Esta subamostra foi composta por 3 RNs de termo (37,5%) e 5 RNs pré-termo (62,5%), sendo 5 indivíduos do sexo masculino (62,5%) e 3 do sexo feminino (37,5%).

Quanto ao principal diagnóstico cirúrgico, 6 tinham atresia do esôfago (75%), 1 atresia duodenal (12,5%), e 1 gastrosquisis (12,5%).

A idade gestacional ao nascer média (dp) foi de 35,0 (2,7) semanas, e no momento de inclusão no estudo de 35,1 (2,9) semanas.

Os parâmetros antropométricos foram classificados de acordo com os gráficos de crescimento de *Fenton* (2013). Os valores encontram-se descritos na Tabela 4.

O peso ao nascer foi média (dp) no sexo masculino de 2374 (469) g e no feminino de 2002 (650) g. Não houve casos de RNs leves (>percentil 10) ou grandes (>percentil 97) para a idade de gestação.

O comprimento ao nascer médio (dp) no sexo masculino foi de 48,4 (1,6) cm e no feminino de 44,5 (4,8) cm.

O perímetro cefálico ao nascer médio (dp) no sexo masculino foi de 33,6 (1,9) cm e no feminino de 31,0 (1,7) cm.

No momento de inclusão no estudo, o peso média (dp) no sexo masculino foi de 2552 (545) g, e no feminino de 1973 (677) g.

Tabela 4. Sexo, peso, comprimento e perímetro cefálico ao nascer, e peso à data de inclusão da subamostra submetida a avaliação da composição corporal

Variável	Masculino	Feminino	Total
	\bar{x} (dp)	\bar{x} (dp)	\bar{x} (dp)
Peso ao nascer (g)	2374 (469)	2002 (650)	2234 (532)
Comprimento ao nascer (cm)	48,4 (1,6)	44,5 (4,8)	46,5 (3,8)
Perímetro cefálico aos nascer (cm)	33,6 (1,9)	31,0 (1,7)	32,6 (2,2)
Peso – Data de Inclusão (g)	2552 (545)	1973 (677)	2335 (625)

\bar{x} - Média; dp- desvio padrão

12. Variáveis

Variáveis por consulta documental

-Nascimento: gravidez única ou gemelar (mono- ou bicoriónica), género, índice de Apgar e somatometria ao nascer.

-Nutrição: Suprimento diário de energia e macronutrientes, tipo de nutrição e modo de administração.

Variáveis obtidas por medição

-Antropometria: peso, comprimento e perímetro cefálico, de acordo com a metodologia recomendada⁽⁵⁰⁾, medidos após o nascimento e imediatamente antes da avaliação da composição corporal. O peso foi igualmente avaliado diariamente ao longo do período de recolha.

-Calorimetria indireta: Foi utilizado um equipamento portátil de circuito aberto, *Deltatrac®II* (*Datex Ohmeda, Finlândia*), de modo a analisar o dispêndio de oxigénio e a libertação de dióxido de carbono. Antes da realização de cada avaliação foi efetuada a calibração dos sensores conforme instruções do fabricante.

Durante a avaliação foi colocada sobre a cabeça do RN uma campânula de plástico transparente durante 30 minutos, adaptando-se do modo mais hermético possível evitando troca de gás com o meio exterior. As medições foram realizadas com os RNs a dormir ou num estado calmo, sempre que possível, nos 30 minutos que antecederam a refeição para evitar o efeito da termogénese induzida pela alimentação.⁽⁶⁵⁾

Para o cálculo do GER, expresso em Kcal/Kg/dia, foram utilizados apenas os últimos 20 minutos dos registos recebidos pelo equipamento. Foi aplicada a forma abreviada da equação de *Weir* para o cálculo do GER⁽³⁵⁾:

$$\text{GER} = ((3,9 \times \text{VO}_2) + (1,1 \times \text{VCO}_2) \times 1,44)$$

-Composição corporal: Medida por PDA, por intermédio do equipamento *Pea Pod* (*Life Measurement, Inc., Califórnia, USA*), foram recolhidas a massa (peso), a MG e a MIG com a precisão de décima da grama.

Após a respetiva calibração da balança e volume da câmara do equipamento, foi efetuada a avaliação. A medição foi realizada com o RN despido, o género, data de nascimento, idade gestacional ao nascer e comprimento foram introduzidos no sistema e o peso aferido através da balança digital integrada no equipamento. O cabelo foi protegido com uma touca específica para o efeito ou coberto com óleo de amêndoas doces, quando o volume do cabelo pudesse interferir com a medição, e após a tara de todos os acessórios amovíveis no RN (e.g. sonda nasogástrica, bolsa de ostomia, etc.), este foi colocado no interior da

câmara e iniciadas as respectivas medições, com a duração de cerca de 3 a 5 minutos, permitindo os movimentos, e sem a necessidade de sedação ou outra medicação.⁽⁶⁰⁾

A %MG foi calculada a partir da densidade corporal, assumindo a densidade da MG de 0,9007.⁽⁵⁷⁾

Quando reunidas as respectivas condições de avaliação, procedeu-se à medição do GER e QR com periodicidade bissemanal, e à medição da composição corporal semanalmente.

13. Análise estatística

Os dados obtidos foram registados codificados numa base eletrónica, em programa Microsoft Excel[®] 2010.

A análise de dados foi realizada através do IBM SPSS (versão 24).⁽⁶⁶⁾ A descrição das variáveis foi feita com recurso a médias (\bar{x}) e desvio padrão (dp) para as variáveis contínuas, após observação da simetria das distribuições, compreendida no intervalo [-2; 2] e frequências (n) e percentagens (%) para as variáveis categóricas.

Foram comparados os valores de referência presentes no estudo de Bauer et al. (2009) com os dados do presente estudo com recurso ao t-teste para amostras independentes, após verificação do pressuposto de normalidade com o teste Shapiro-Wilk. Para o efeito as variâncias foram tratadas como pertencentes a populações distintas.

A comparação da média do GER (Kcal/Kg/dia) e da média do QR semanal (QR) ao longo das semanas 39, 40 e 41 foi realizada com o teste de ANOVA de medidas repetidas após verificação do pressuposto de normalidade com o teste Shapiro-Wilk. A homogeneidade de variâncias foi observada e confirmada com o teste de Mauchly. A comparação entre os três momentos de avaliação foi realizada com utilização da correção de Bonferroni.⁽⁶⁷⁾ A correção de Bonferroni foi também utilizada nas comparações emparelhadas considerando as variáveis categóricas sexo, idade gestacional (categorizada como ≤ 36 semanas- RN pré-termo e > 36 semanas- RN de termo) e peso à nascença (categorizada como $\leq 2,5$ Kg- Baixo peso ao nascer e $> 2,5$ Kg- Adequado peso ao nascer). Foi determinado o tamanho do efeito, utilizando para isso o η^2 (η^2), cujos pontos de corte considerados foram: efeito baixo ($\eta^2 = 0,01$), efeito moderado ($\eta^2 = 0,06$) e efeito elevado ($\eta^2 = 0,14$).⁽⁶⁸⁾ O tamanho do efeito foi calculado para os efeitos gerais e para a interação com as referidas variáveis categóricas.

A relação de GER e QR com as restantes variáveis avaliadas no RN foi medida com o coeficiente de correlação de Pearson, após verificação do pressuposto de normalidade com o teste Shapiro-Wilk. Para esse efeito foi calculada a diferença de medições observadas entre a 41^a e 39^a semanas construindo um vetor de observações para GER, QR, peso, média semanal do aporte energético (Kcal/Kg/dia) (E/kg/d), média semanal do aporte proteico (Kcal/Kg/dia) (P/kg/d), média semanal do aporte glicídico (Kcal/Kg/dia) (G/kg/d), média semanal do aporte lipídico (Kcal/Kg/dia) (L/kg/d).

A rejeição da hipótese nula baseou-se no critério $p < 0.05$.

O procedimento mais adequado para a análise estatística destes dados, tendo em conta o seu caráter de medidas repetidas, seria através de modelos estatísticos para dados longitudinais. Estes modelos levam em conta a dependência entre dados em diferentes momentos e os indivíduos aos quais correspondem. Tratando-se de um estudo baseado numa amostra de conveniência, a amostra efetiva (número de casos e de determinações) revelou-se demasiado pequena e heterogênea para estes modelos serem aplicados.

IV. Resultados

14. Análise descritiva

Foram recolhidos os aportes diários de energia, proteína, glícidos e lípidos dos RNs no início do estudo (Tabela 5).

O aporte energético médio em RNs de termo e pré-termo foi claramente inferior às recomendações. O aporte proteico em RN de termo, cumpriu as recomendações, contudo nos RNs pré-termo foi ligeiramente inferior ao preconizado.

Tabela 5. Aporte de energia e macronutrientes nos recém-nascidos de termo e pré-termo

Variável	RN de termo		RN pré-termo	
	\bar{x} (dp)	Valor ref ^a (7)	\bar{x} (dp)	Valor ref ^a (8)
Aporte energético (Kcal/Kg/dia)	19,9 (7,6)	90-110	26,3 (10,3)	110-135
Aporte proteico (g/Kg/dia)	2,4 (0,6)	2,0-3,0	2,2 (0,4)	3,5-4,0
Aporte glicídico (g/Kg/dia)	7,6 (2,0)	-	7,1 (0,9)	-
Aporte lipídico (g/Kg/dia)	0,5 (0,2)	-	0,4 (0,1)	-

\bar{x} - Média; dp- desvio padrão; Valor ref^a- valores de referência

14.1. Aportes nutricionais e evolução ponderal, do GER e do QR

O aporte energético, proteico, glicídico, lipídico e peso foram recolhidos diariamente, entre a 31ª e 45ª semanas gestacionais, e encontram-se descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Média de aportes energético, proteico, glicídico e lipídico e peso durante o estudo

Variáveis resposta	\bar{x} (dp)	Mín.	Máx.
Aporte energético (Kcal/Kg/d)	59,5 (22,8)	8,7	97,2
Aporte proteico (g/Kg/d)	2,7 (0,4)	1,8	3,8
Aporte glicídico (g/Kg/d)	11,9 (2,6)	5,8	14,7
Aporte lipídico (g/Kg/d)	2,6 (1,2)	0,3	4,8
Peso (g)	2931 (656)	2140	4140

\bar{x} -Média; dp- desvio padrão; Mín.- mínimo; Máx.- máximo

O peso médio apresentou uma evolução positiva ao longo do estudo (Figura 1).

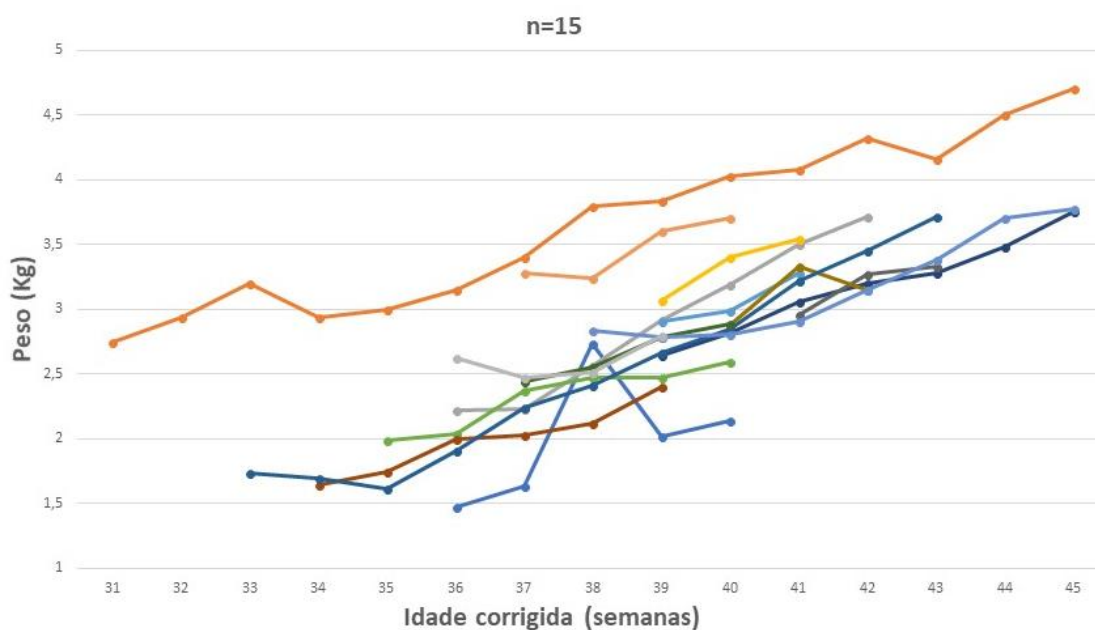


Figura 1. Evolução da média do peso da 31ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

O aporte energético foi consideravelmente inferior ao recomendado (Figura 2). A partir da 38ª semana de idade pós-menstrual, apenas 33,3% da amostra atingiu os valores mínimos de referência.

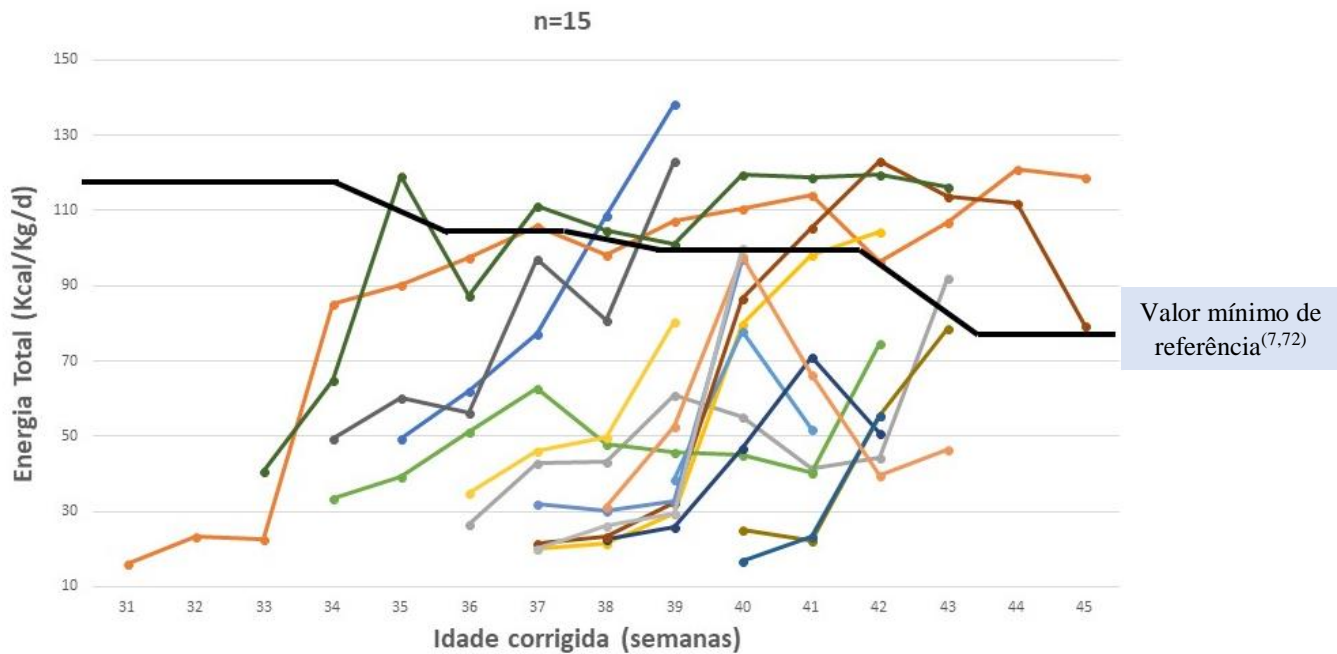


Figura 2. Evolução do aporte energético médio da 31ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

O suprimento proteico atingiu valores bastante superiores aos recomendados (Figura 3).

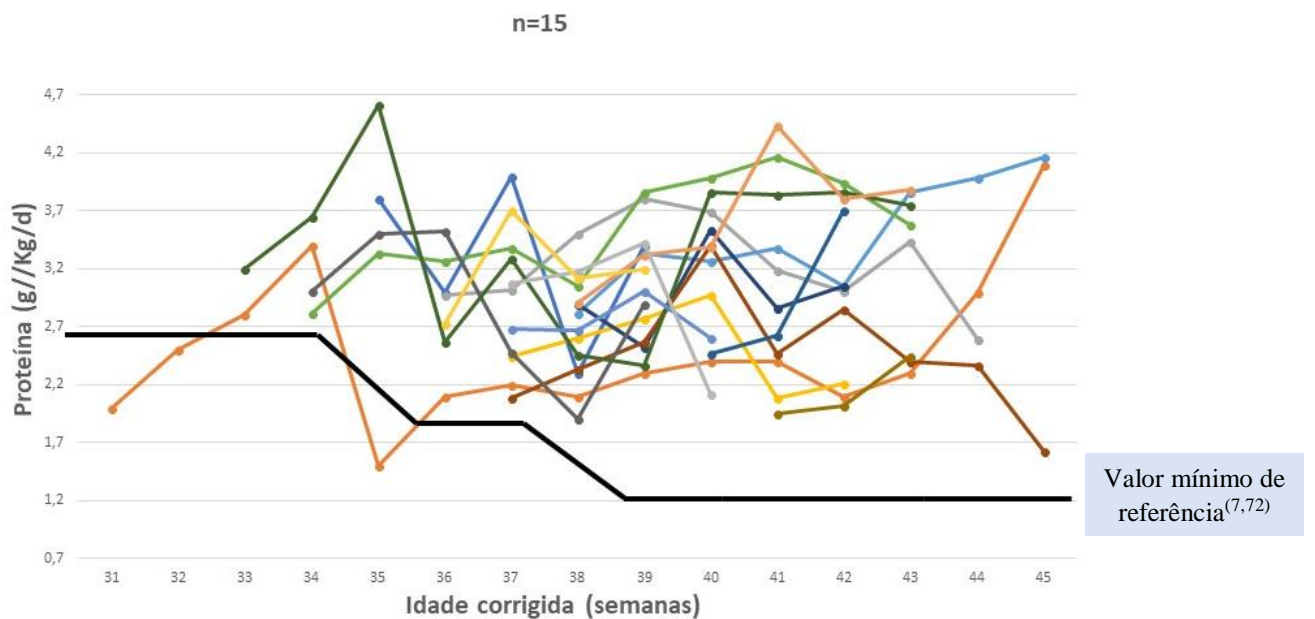


Figura 3. Evolução do aporte proteico médio da 31ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

No GER, não houve diferenças significativas em relação aos valores de referência (Bauer et al. 2009), nas semanas 3 e 4, mas nas semanas 1, 2 e 5 o GER foi significativamente superior (Tabela 7).

Tabela 7. Evolução do GER

Semana pós-natal	1		2		3		4		5	
	\bar{x} (dp)	Ref ^a	\bar{x} (dp)	Ref ^a	\bar{x} (dp)	Ref ^a	\bar{x} (dp)	Ref ^a	\bar{x} (dp)	Ref ^a
GER (Kcal/Kg/dia)	63 (12)	42 (4)	61 (16)	51 (5)	60 (2)	59 (6)	60 (5)	60 (8)	69 (5)	62 (9)
t-teste	t=3,00; p=0,090		t=1,72; p=0,125		t=0,59; p=0,565		t=0,00; p>0,990		t=2,29; p=0,034	

\bar{x} - Média; dp- desvio padrão; Ref^a- valores de referência ⁽³¹⁾

O GER atingiu valores muito superiores aos de referência, excetuando 1 RN (6,7%) com valores inferiores ao valor mínimo descrito (Figura 4).

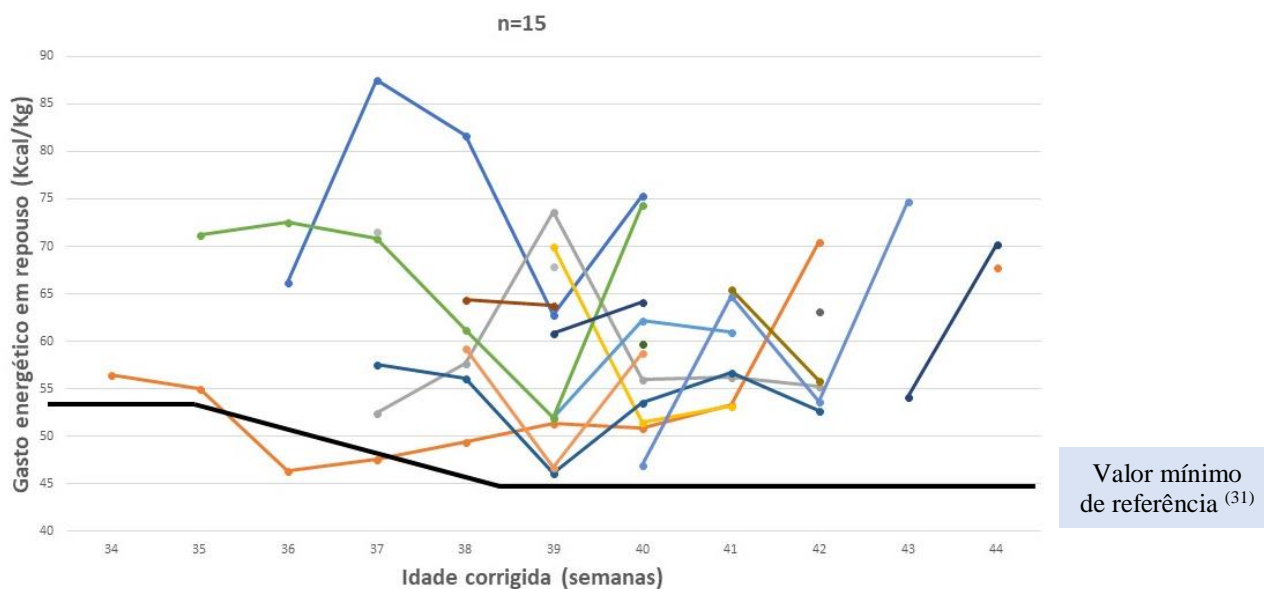


Figura 4. Evolução do GER médio da 33ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

Os valores de QR situaram-se maioritariamente entre os 0,70 e 0,90, o que sugere a oxidação preferencial de lípidos e proteínas. Os valores entre os 0,90 e 1 sugerem a oxidação mista de substratos. Apenas a partir das 40 semanas surgem os únicos dois

(13,3%) casos com QR superior a 1, o que indicia a oxidação preferencial de glúcidos e lipogénese (Figura 5).

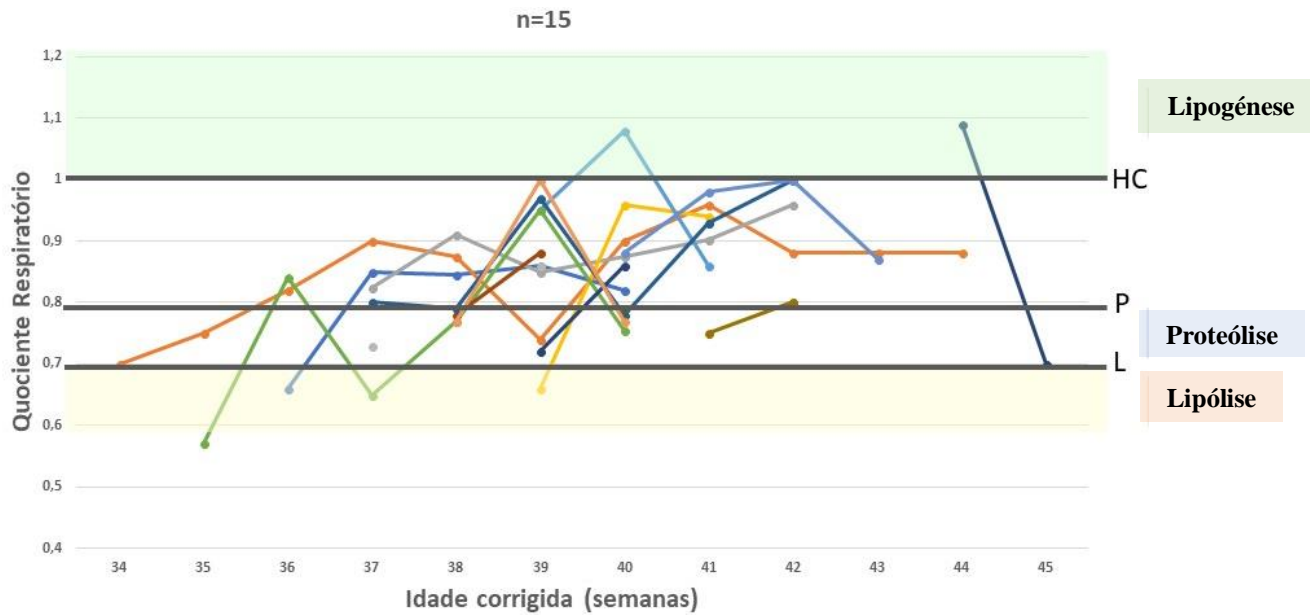


Figura 5. Evolução do QR médio da 33ª à 45ª semana de idade pós-menstrual (Valores de referência⁽³⁶⁾)

14.2. Composição corporal

Os poucos e dispersos valores recolhidos através da avaliação da composição corporal não permitem a análise estatística das variáveis MG e MIG, contudo, serão analisados graficamente.

Entre a 38ª e 45ª semanas gestacionais, através da avaliação da adiposidade percebemos que apesar da evolução ponderal ser positiva, os valores de MG se encontravam (e mantiveram) abaixo dos valores de referência em 7 (87,5%) dos avaliados (Figura 6).

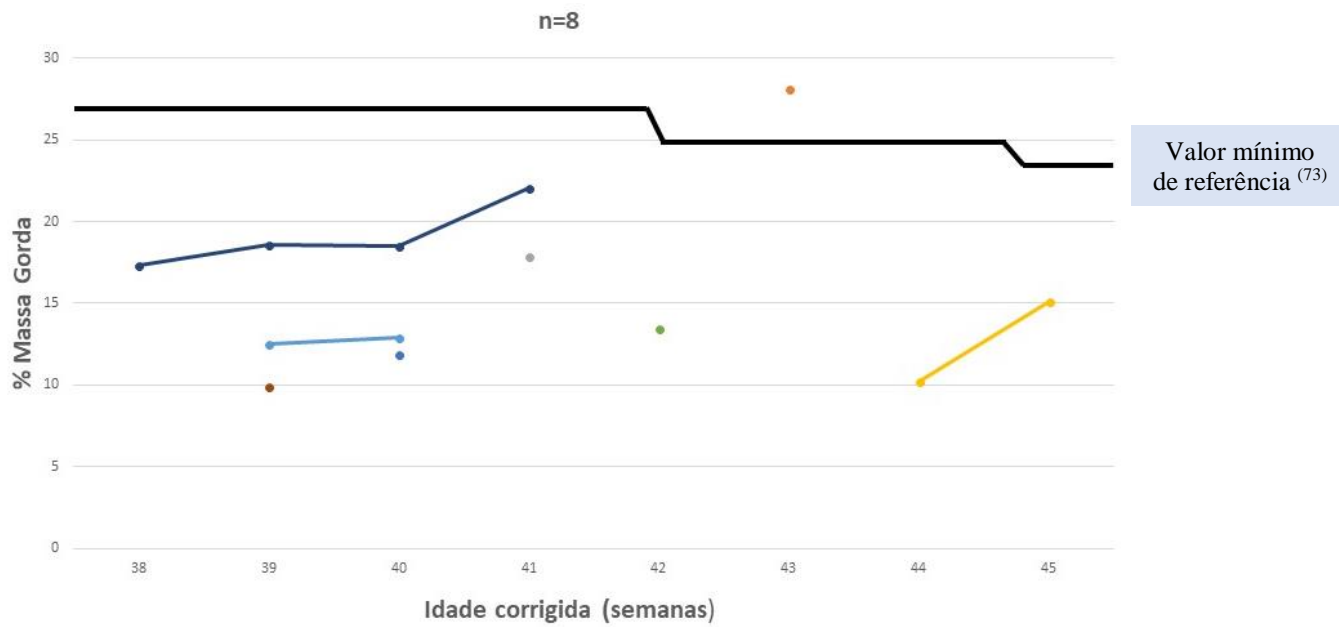


Figura 6. Evolução da %MG da 38ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

Os valores de MIG revelaram-se inferiores aos valores de referência em 6 (75%) dos RNs (Figura 7).

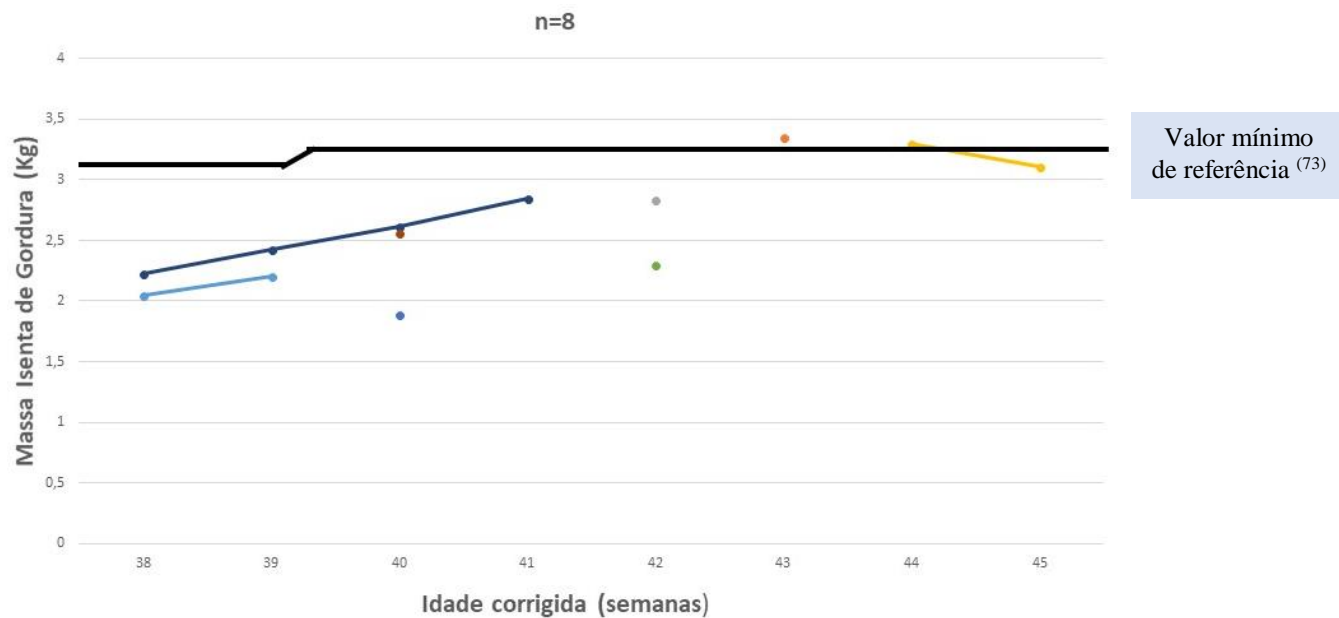


Figura 7. Evolução da MIG da 38ª à 45ª semana de idade pós-menstrual

15. Análise inferencial em relação ao GER e QR

Para a análise inferencial do GER e QR apenas foram incluídos seis (40%) por terem registos completos de aporte nutricional, GER e QR ao longo de três semanas.

Em primeiro lugar são apresentados os resultados das variáveis resposta, relativos à avaliação da média do GER por semana (em Kcal/Kg/dia) e média do QR por semana (Tabela 8). Não foram encontrados resultados significativos para o GER ($F=0,64$, $p=0,549$) e QR ($F=1,42$, $p=0,247$). Apesar disso os tamanhos de efeito $>0,08$ sugerem que a magnitude das diferenças entre os momentos avaliados pode ser importante.

Tabela 8. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41

Variáveis resposta	39ª semana	40ª semana	41ª semana	ANOVA	η^2
GER (Kcal/dia)	58,64 (11,99)	60,75 (9,42)	56,82 (7,11)	$F=0,64$; $p=0,549$	0,11
QR	0,84 (0,12)	0,89 (0,12)	0,90 (0,08)	$F=0,57$; $p=0,584$	0,10

Nota: Resultados apresentados no formato \bar{x} (dp)

A média do GER registou uma subida entre a 39ª e 40ª semana, descendo depois para o valor mínimo na 41ª semana. A média do QR registou uma tendência linear crescente ao longo das três semanas avaliadas (Figura 8).

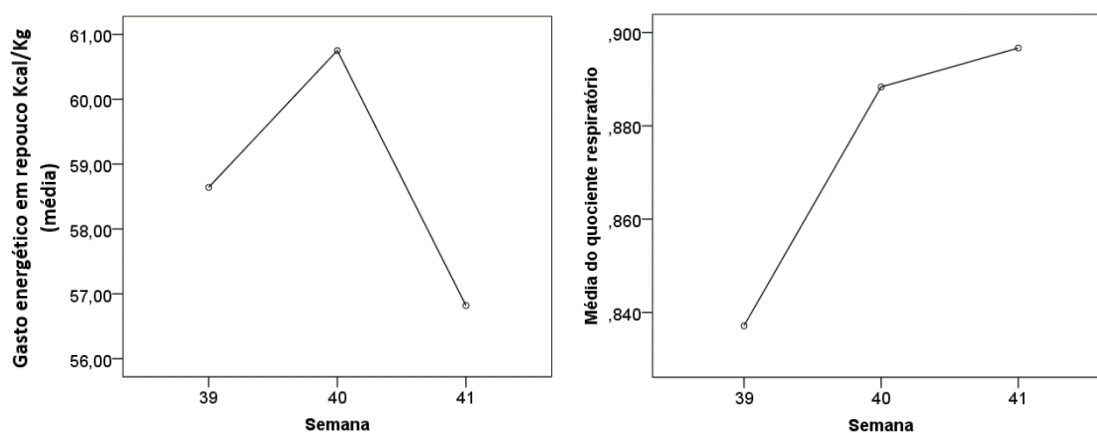


Figura 8. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41

Não foram observados resultados significativos na interação das variáveis GER e QR com o sexo, $F=0,34$ ($p=0,721$) e $F=1,46$ ($p=0,290$), respectivamente. Não obstante, o tamanho do efeito elevado em ambas as análises ($> 0,08$) sugere uma diferença do GER e QR quanto ao sexo, revelando uma tendência do GER superior no sexo feminino (Tabela 9).

Tabela 9. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por sexo

Variáveis resposta	39ª semana	40ª semana	41ª semana	ANOVA	η^2
GER					
(Kcal/Kg/dia)					
Masculino	57,92 (10,56)	56,96 (5,43)	54,24 (2,30)	$F=0,55$; $p=0,596$	0,12
Feminino	59,36 (15,70)	64,54 (12,23)	59,40 (10,06)	$F=0,34$; $p=0,721$	0,08
QR (média semanal)					
Masculino	0,80 (0,15)	0,92 (0,18)	0,95 (0,03)	$F=0,62$; $p=0,562$	0,13
Feminino	0,88 (0,10)	0,86 (0,04)	0,84 (0,08)	$F=1,46$; $p=0,290$	0,27

Nota: Resultados apresentados no formato \bar{x} (dp)

A observação da Figura 9 sugere que o GER subiu na 40ª semana nos RNs do sexo feminino, descendo na 41ª semana até atingir níveis idênticos aos da 39ª semana. Já no sexo masculino foi observada uma tendência linear de descida.

Os RNs do sexo masculino obtiveram um QR tendencialmente crescente, em contraste com os RNs do sexo feminino cujos resultados diminuiram (Figura 9).

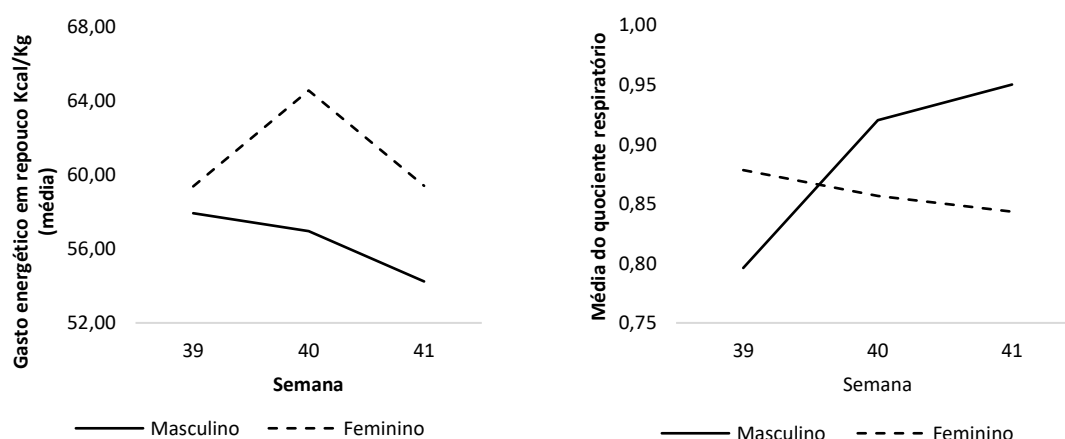


Figura 9. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por sexo

Relativamente ao GER e QR comparando a idade gestacional ao nascer também não foram encontrados resultados significativos, $F=0,49$ ($p=0,630$) e $F=2,35$ ($p=0,157$), respetivamente. Também neste caso o tamanho do efeito elevado ($>0,08$) em ambas as variáveis sugere potencial para existência de diferenças do GER e QR relativamente à idade gestacional, revelando uma tendência do GER superior nos RNs com idade ≤ 36 semanas e QR inferior (Tabela 10).

Tabela 10. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por idade gestacional ao nascer

Variáveis resposta	39ª semana	40ª semana	41ª semana	ANOVA	η^2
GER					
(Kcal/Kg/dia)					
≤ 36 semanas	57,93 (13,14)	62,58 (10,72)	57,72 (8,87)	$F=0,42$; $p=0,665$	0,10
>36 semanas	60,07 (13,98)	57,08 (7,68)	55,02 (2,64)	$F=0,49$; $p=0,630$	0,11
QR					
(média/semana)					
≤ 36 semanas	0,85 (0,10)	0,82 (0,08)	0,87 (0,08)	$F=1,60$; $p=0,260$	0,29
>36 semanas	0,81 (0,21)	1,02 (0,08)	0,96 (0,03)	$F=2,35$; $p=0,157$	0,37

Nota: Resultados apresentados no formato \bar{x} (dp)

De acordo com a Figura 10 o GER subiu na 40ª semana nos RNs com idade gestacional ≤ 36 semanas, descendo na 41ª semana até atingir níveis similares aos da 39ª semana.

Nos RNs com idade gestacional >36 semanas foi observada uma tendência linear de descida.

Na variável QR registou-se uma situação contrária, com subida deste valor nos RNs com idade gestacional >36 semanas na 40ª semana e descida na 41ª semana. Já nos RNs com idade gestacional ≤ 36 semanas os resultados de QR mantiveram-se mais ou menos estáveis nas três semanas avaliadas.

A aproximação destes resultados aos da variável sexo pode ser explicada pela relação das variáveis sexo e idade gestacional, uma vez que três dos quatro RNs com peso ≤ 36 semanas são do sexo feminino (Figura 10).

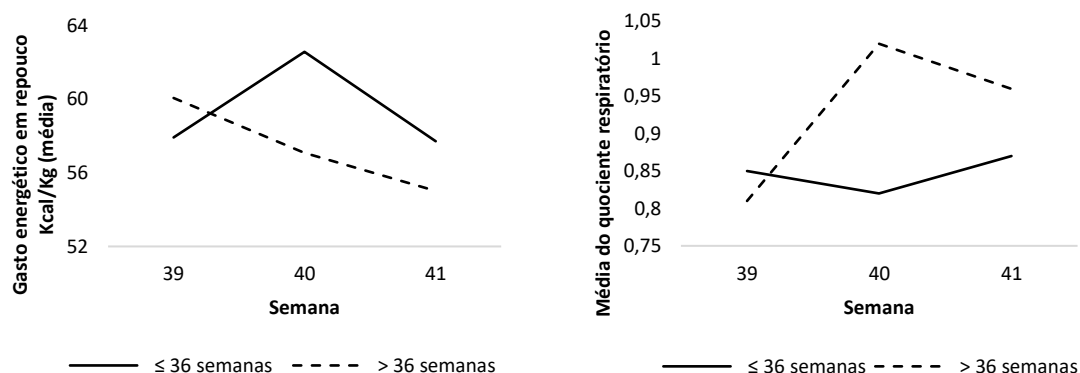


Figura 10. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por idade gestacional ao nascer

Também não foram encontrados resultados na comparação de GER e QR pelo peso à nascença, $F=0,23$ ($p=0,798$) e $F=0,44$ ($p=0,659$), respetivamente. Neste caso apenas no QR o tamanho do efeito foi superior a 0,08, sugerindo potencial para interação entre as variáveis QR e peso à nascença, revelando uma tendência do GER superior em RNs com peso ao nascer $\leq 2,5$ Kg e QR inferior (Tabela 11).

Tabela 11. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por peso ao nascer

Variáveis resposta	39ª semana	40ª semana	41ª semana	ANOVA	η^2
GER (Kcal/Kg/dia)					
$\leq 2,5$ Kg	62,82 (13,01)	66,80 (14,24)	59,23 (9,26)	$F=0,73$; $p=0,513$	0,15
$> 2,5$ Kg	56,55 (12,88)	57,72 (6,62)	55,62 (7,07)	$F=0,23$; $p=0,798$	0,06
QR (média/semana)					
$\leq 2,5$ Kg	0,77 (0,01)	0,80 (0,11)	0,89 (0,06)	$F=0,62$; $p=0,564$	0,13
$> 2,5$ Kg	0,87 (0,14)	0,93 (0,12)	0,90 (0,10)	$F=0,44$; $p=0,659$	0,10

Nota: Resultados apresentados no formato \bar{x} (dp)

O GER registou uma subida na 40ª semana e descida na 41ª nas duas categorias de peso consideradas; embora de forma mais pronunciada para RNs com peso $\leq 2,5$ Kg.

No QR observaram-se resultados muito próximos nas duas categorias de peso na 41ª semana, registando-se uma subida linear nos RNs com peso $\leq 2,5$ Kg, mas não nos RNs com peso $> 2,5$ Kg, cujo QR desce entre a 40ª e 41ª semanas (Figura 11).

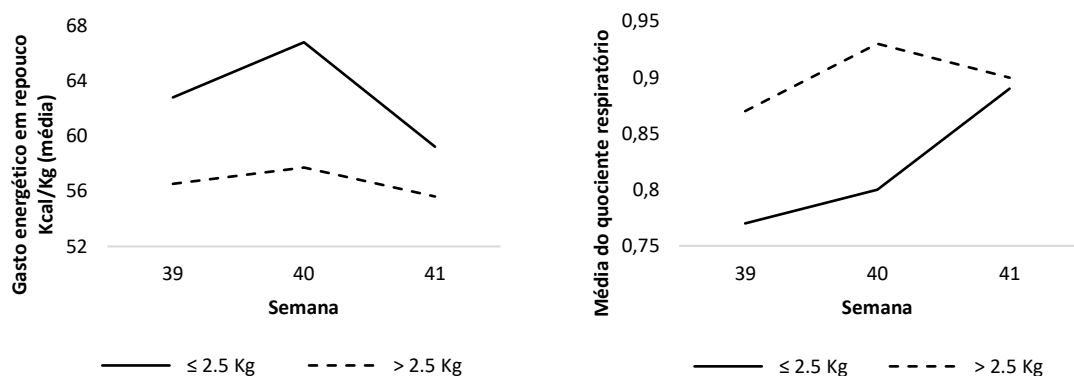


Figura 11. Evolução do GER e QR entre as semanas 39-41 por peso ao nascer

As correlações entre os vetores de diferença da 41^a-39^a semanas de GER e QR com peso, E/kg/d, P/kg/d, G/kg/d e L/kg/d, foram todas calculadas considerando o mesmo método. Não foi encontrada nenhuma correlação significativa. Contudo, foram encontrados vários coeficientes de correlação acima de 0,3, o que sugere a possibilidade de relação significativa entre estas variáveis, caso a amostra tivesse uma dimensão maior. O GER obteve correlações negativas com E/kg/d ($r=-0,540$) e L/kg/d ($r=-0,577$) sugerindo que um aumento no gasto energético em repouso no período considerado se pode relacionar com uma diminuição com o aporte energético e aporte lipídico durante esse período. Por outro lado, a correlação positiva de GER com P/kg/d sugere que um aumento no gasto energético em repouso se pode relacionar com um aumento do aporte proteico. No caso do QR foi observada uma correlação negativa com P/kg/d ($r=-0,310$) sugerindo que um aumento no gasto energético em repouso no período considerado se pode relacionar com uma diminuição com o aporte proteico. As correlações de QR com E/kg/d ($r=0,552$) e L/kg/d ($r=0,554$) sugerem que um aumento no quociente respiratório se pode relacionar com um aumento do aporte energético e aporte lipídico (Tabela 12).

Tabela 12. Correlações de GER e QR com Peso, E/kg/d, P/kg/d, G/kg/d e L/kg/d (diferença entre 41^a e 39^a semanas)

	GER Kcal/Kg/dia (média) 41-39	QR semana (média) 41-39
Peso Kg 41-39	$r= -0,037$; $p=0,944$	$r= -0,053$; $p=0,921$
E/kg/d Kcal/Kg/dia 41-39	$r= -0,540$; $p=0,268$	$r= 0,552$; $p=0,256$
P/kg/d g/kg/dia 41-39	$r= 0,585$; $p=0,223$	$r= -0,310$; $p=0,550$
G/kg/d g/kg/dia 41-39	$r= 0,178$; $p=0,736$	$r= -0,168$; $p=0,751$
L/kg/d g/kg/dia 41-39	$r= -0,577$; $p=0,231$	$r= 0,554$; $p=0,254$

V. Discussão

16. Associação entre o sexo, idade gestacional, peso ao nascer e evolução do GER e do QR

Verificou-se que, em média, os valores do GER se encontravam acima dos valores de referência na 1^a, 3^a e 5^a semanas após o nascimento, representando um gasto energético superior ao esperado nestas semanas. A estatística descritiva permitiu aferir que cerca de 86,7% da amostra revelou valores superiores ao indicados pela literatura, facto que pode ser justificado pelo elevado metabolismo nos RNs da amostra, motivado pelo *stress* cirúrgico. A diminuição do GER ao longo das semanas de idade pode igualmente ser justificada pela redução da demanda energética de alguns dos órgãos e tecidos mais metabolicamente ativos e a alterações na sua taxa metabólica. Estes resultados são similares aos apresentados por Hsu et al. (2003) e Pereira da Silva et al (2015).

Quanto aos resultados do QR, verificou-se que, em média houve uma oxidação preferencial de lípidos e proteína. Através da análise inferencial realizada verificou-se uma tendência linear crescente do QR ao longo das semanas, subida que poderá estar relacionada com a reduzida %MG inicial dos RNs, derivada da mobilização e oxidação preferencial de lípidos. Estes resultados corroboram os apresentados por Zoppi et al. (1998) e Pereira da Silva et al. (2015), que afirmam que valores de QR relativamente elevados sugerem uma oxidação preferencial por glícidos e preservação dos lípidos para criação de reservas lipídicas no RN. Na amostra em estudo, o QR revela valores iniciais reduzidos, associados à oxidação lipídica, e aumenta gradualmente para valores que se associam à oxidação glicídica, sugerindo que ocorra um aumento gradual da %MG.

17. Associação entre sexo, idade gestacional, peso ao nascer e evolução do GER e do QR

O tamanho de efeito entre o **GER e QR e o sexo** sugere-nos uma diferença significativa que indica a possibilidade de se verificarem alterações no GER e QR de acordo com o sexo do RN, resultado esperado e que se encontra descrito na literatura em estudos com resultados similares aos apresentados, por Rodriguez et al. (2004) e Hawkes et al. (2011). Contudo, o GER nos RNs do sexo masculino foi inferior aos do sexo feminino, resultado

contraditório ao esperado. Neste caso, a presença de reservas adiposas tão baixas em todos os RNs, tornando ausente a grande componente determinante do maior GER em RNs do sexo masculino, pode ter sido o fator que determina esta diferença.

Os valores do QR dos RNs do sexo masculino foram inferiores aos do sexo feminino, o que vai de encontro ao relatado por Pereira Da Silva et al. (2015), valores elevados de GER associam-se a baixos QR, sugerindo oxidação lipídica, proveniente de reservas adiposas, e consequente depleção de MG. Sendo o GER uma expressão maioritariamente do tecido metabolicamente ativo, da MIG, o aumento dos seus valores reflete indiretamente uma diminuição da MG.

Desta forma, os resultados obtidos apontam que em RNs do sexo masculino, a diminuição do GER e aumento do QR sugerem uma mudança de processos de lipólise e proteólise para lipogénese, e consequentemente a redução da oxidação de lípidos e aumento da MG. Em RNs do sexo feminino, a oscilação do GER e diminuição do QR, sugerem aportes energéticos e nutricionais inadequados às suas necessidades que não permitem a utilização de um substrato que potencie o aumento da sua MG e consequente redução do GER.

A **idade gestacional** dos RNs foi subdividida em RNs de termo (idade gestacional >36 semanas) e RNs pré-termo (idade gestacional ≤36 semanas).

O GER em RNs pré-termo foi superior ao dos RNs de termo, e o QR em RNs de termo foi superior ao dos RNs pré-termo. Estes resultados vão de acordo com o relatado por Bauer et al, (2009) e Lapillone et al, (2013). O elevado GER em RNs pré-termo, indica as elevadas necessidades energéticas e nutricionais destes indivíduos face aos RNs de termo com equivalente idade gestacional, algo já vastamente descrito na literatura. O baixo QR nos RNs pré-termo, sugere a oxidação lipídica e consequente depleção de MG. A MIG, tecido metabolicamente ativo, justifica em parte o elevado GER destes RNs. Estes resultados relacionam-se com as diferenças de composição corporal nestes dois grupos, e confirmam os apresentados por Gíanni et al. (2009); Roggero et al. (2009) e Hawkes et al. (2011), RNs pré-termo possuem menor quantidade de MG ao nascer, consequentemente maior GER e baixos QR. Enquanto RNs de termo possuem maiores quantidades de MG, relativamente a RNs pré-termo, e consequentemente menor GER e QR mais elevados. A aproximação destes resultados aos da variável sexo pode ser

explicada pela relação das variáveis sexo e idade gestacional, uma vez que três dos quatro RNs com idade gestacional ≤ 36 semanas são do sexo feminino.

O **peso ao nascer** foi subdividido em baixo peso ($\leq 2,5$ Kg) e peso adequado ($> 2,5$ Kg).

O GER foi superior nos RNs com baixo peso ao nascer e o QR inferior do que nos RNs com peso adequado à nascença. Estes resultados comprovam o esperado e apresentado por Cai et al. (2003), o peso ao nascer possui um efeito significativo no GER em RNs que possuem um peso adequado à nascença, apresentam valores de GER inferiores aos de RNs com baixo peso.

O elevado GER e baixo QR em RNs com baixo peso ao nascer, sugerem a oxidação lipídica e consequente depleção de MG nestes RNs. O contrário do que ocorre em RNs com peso adequado ao nascer, que apresentaram baixo GER e valores de QR que sugerem a oxidação de substratos mistos e/ou de glícidos, o que favorece a formação de reservas adiposas e consequente aumento de MG nestes RNs.

18. Associação entre suprimento nutricional (energia e macronutrientes) e evolução do GER e do QR

Apesar não terem sido verificadas alterações significativas entre o aporte energético, proteico, glicídico, lipídico e a evolução dos GER e QR, foram encontradas correlações entre o GER e o QR e o suprimento nutricional. Estas correlações sugerem que um aumento no GER se pode relacionar com uma diminuição do aporte energético e aporte lipídico, e que o aumento do GER se pode relacionar com o aumento do aporte proteico.

As correlações verificadas sugerem igualmente que um aumento no QR se pode relacionar com uma diminuição no aporte proteico, com o aumento do aporte energético e aumento do aporte lipídico.

A análise descritiva permitiu verificar que o aporte energético revelou ser consideravelmente inferior ao previsto na literatura ao longo do estudo, e o aporte proteico superior ao esperado e recomendado.

Em suma, o baixo aporte energético associa-se ao elevado aporte proteico fornecido aos RNs, contribuindo para o aumento do GER e baixo QR nos RNs que terão de recorrer maioritariamente à oxidação lipídica e proteica para fazer face às suas elevadas necessidades energéticas e nutricionais. Os valores de QR sugerem uma oxidação preferencial de lípidos e proteína, conduzindo à possibilidade da necessidade de aumento

do suprimento energético não-proteico (aumento do rácio glúcidos: lípidos) para promoção da oxidação preferencial de glúcidos e poupança de proteína para fins plásticos e lípidos para reserva. De salientar que a ação específico-dinâmica dos nutrientes é superior nas proteínas, requerendo valores de energia superiores para o metabolismo deste nutriente face aos outros (glúcidos e lípidos). Estes resultados corroboram os descritos por Coss-Bu et al. (2001).

A associação entre o elevado GER e um suprimento energético inadequado, poderá condicionar negativamente o estado nutricional, crescimento e recuperação do RN cirúrgico.

19. Associação entre composição corporal (adiposidade) e evolução do GER e do QR no período pós-cirúrgico

Os dados recolhidos através da avaliação da composição corporal foram insuficientes para realizar comparações estatísticas entre as variáveis GER, QR e MG e MIG.

Contudo, a análise gráfica revelou nos três RNs, com avaliação longitudinal, um aumento geral na adiposidade (%MG). No entanto, os RNs (entre as 38 e 45 semanas de gestação) revelaram défice de adiposidade, apresentando %MG entre 10,2-22,1%. Este intervalo de valores é inferior aos valores mínimos de referência relatados por Rigo (2006).

Embora a composição corporal não tenha sido avaliada ao nascimento, não se espera, nesse momento, um compartimento de gordura reduzida em RNs adequados para a idade gestacional com tais anomalias congénitas. Assim, as reservas adiposas provavelmente diminuiram no pós-operatório agudo e permaneceram depletadas durante o ganho de peso constante, apesar da ingestão recomendada de energia e macronutrientes para RNs de termo e pré-termo saudáveis, que não foi alcançada em todos os RNs da amostra.^(69,70)

O QR apresentou a maior diferença de valores entre sexos das duas variáveis evolutivas, enquanto o QR dos RNs do sexo masculino aumentou ao longo das semanas analisadas, o QR dos do sexo feminino diminuiu, o que vai de encontro ao relatado por Pereira da Silva et al. (2015), valores elevados de GER associam-se a baixos QR, sugerindo oxidação lipídica, proveniente de reservas adiposas, e conseqüente depleção de MG. Sendo o GER uma expressão maioritariamente do tecido metabolicamente ativo, da MIG, o aumento dos seus valores reflete indiretamente uma diminuição da MG.

Desta forma, os resultados obtidos aferem que em RNs do sexo masculino, a diminuição do GER e aumento do QR sugerem uma mudança de processos de lipólise e proteólise para lipogénese, e conseqüentemente a redução da oxidação de lípidos e aumento da MG.

VI. Conclusões

O objetivo deste estudo, em RNs com malformações congênitas submetidos a cirurgia corretiva, foi determinar a evolução do GER e QR, assim como a sua associação com o suprimento nutricional (energia e macronutrientes) e outras variáveis demográficas.

Durante o período de estudo, a evolução ponderal manteve-se positiva em todos os casos, mas os valores de adiposidade foram inferiores aos mínimos de referência em 87,5% dos casos. O aporte energético foi consideravelmente inferior e o suprimento proteico superior ao recomendado.

Na maioria dos casos, os valores de GER foram superiores aos de referência, embora tivessem diminuído à medida que a idade avançou e se distanciou do período da cirurgia. O GER elevado poderá estar relacionado não só com a reparação tecidual pós-cirúrgica, mas também com a recuperação do crescimento e elevado metabolismo dos órgãos vitais.

Os valores de QR situaram-se maioritariamente entre os 0,70 e 0,90, o que sugere a oxidação preferencial de lípidos e proteínas. O QR baixo, associado ao baixo aporte energético e elevado aporte proteico registados, sugerem a necessidade de se ter que aumentar o aporte energético não-proteico (glícidos e lípidos) para promover a oxidação preferencial de glícidos, propiciando assim a lipogénese com reposição da reserva adiposa e poupando proteína para deposição tecidual.

Apesar da ausência de diferenças significativas, fatores como o sexo, idade gestacional e peso ao nascer revelaram influência na evolução do GER e QR.

Apenas em quatro casos foi possível a medição longitudinal da adiposidade e, nestes, não se encontrou uma associação significativa com o GER e o QR. No entanto, verificou-se um aumento gradual da adiposidade associado ao aumento do QR, que atingiu valores relativamente elevados (≥ 1), o que nesta circunstância pode justificar a recuperação da reserva gorda pela oxidação preferencial dos glícidos, poupando os lípidos para deposição no tecido adiposo.

20. Limitações

Tal como na maioria dos estudos que utilizam CI em RNs e lactentes^(42,71), os períodos de medição foram curtos. Neste estudo foram considerados os 20 minutos de melhor qualidade em cada 30 minutos de medição. Estas medições foram extrapoladas para as 24 horas antecedentes e, por sua vez, para o período mais alargado em relação à medição anterior, o que acarreta um erro associado. Mesmo tendo em conta a preocupação de minimizar o erro, seguindo protocolos utilizados em estudos anteriores^(42,71) e terem sido considerados os principais fatores com possível influência no GER, poderá ser questionado se a medição num outro período revelaria valores semelhantes. Contudo, esta é a metodologia recomendada e utilizada pela maioria dos estudos realizados.^(42,71)

A pequena dimensão da amostra foi uma limitação, uma vez que impediu a generalização dos resultados e não permitiu o estudo de possíveis confundidores para os resultados encontrados. Para além disso, uma vez que o p-valor depende, em grande parte, do tamanho da amostra a significância estatística não foi tão provável. O cálculo do tamanho do efeito foi a forma encontrada de contrariar essa limitação, uma vez que retira o peso do tamanho da amostra das análises, permitindo tecer considerações de resultados não significativos em amostras de pequena dimensão. O tamanho da amostra foi condicionado por critérios de segurança, nomeadamente não efetuar a medição da composição corporal enquanto o cateter central estava inserido, nem a retirada temporária de oxigénio suplementar para realização de CI.

VII. Perspetivas para futura investigação

Os presentes resultados sugerem a realização de futuros estudos, porventura de intervenção e com amostra de maior dimensão, mais facilmente alcançada por intermédio de estudo multicêntrico, considerando a limitada prevalência em cada unidade neonatal de casos com malformações congénitas do trato gastrointestinal.

Um estudo com uma amostra de dimensão adequada poderá ter potência suficiente para testar a vantagem de maiores suprimentos de energia, glícidos e lípidos, proporcionarem um crescimento com melhor qualidade, nomeadamente com uma recuperação pós-cirúrgica mais precoce da adiposidade.

VIII. Referências

1. Guimarães, Hercília, Rocha, Gustavo, Teixeira A. Transição fetal-neonatal no recém-nascido de muito baixo peso. *Acta Pediátrica Port* [Internet]. 2008;1:1–7. Available from: <http://actapediatrica.spp.pt/article/viewFile/4718/3536>
2. Mota-Rojas D, Orozco-Gregorio H, Villanueva-Garcia D, Bonilla-Jaime H, Suarez-Bonilla X, Hernandez-Gonzalez R, et al. Foetal and neonatal energy metabolism in pigs and humans: A review. *Vet Med (Praha)*. 2011;56(5):215–25.
3. Zoppi G, Luciano A, Cinquetti M, Graziani S, Bolognani M. Respiratory quotient changes in full term newborn infants within 30 hours from birth before start of milk feeding. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 1998;52(5):360–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9630387>
4. Mitanchez D. Glucose regulation in preterm newborn infants. *Horm Res*. 2007;68(6):265–71.
5. Mahan LK, Escott. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 2008.
6. Kalhan SC, Bier DM. Protein and Amino Acid Metabolism in the Human Newborn. *Annu Rev Nutr* [Internet]. 2008;8:389–410. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.nutr.28.061807.155333>
7. Corkins MR, Balint J, Nutrition AS of P and E. *Pediatric nutrition support handbook*. 2011;136.
8. ESPGHAN. Enteral nutrient supply for preterm infants: Commentary from the european society of paediatric gastroenterology, hepatology and nutrition committee on nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2010;50(1):85–91.
9. Jaksic T, Kang JKH. Special Nutrition of the Surgical Neonate. Vol. 9781437726, *Gastroenterology and Nutrition: Neonatology Questions and Controversies*. 2012. p. 227–35.
10. Ghassan, SA Salama Kaabneh MA, Almasaeed MN, Alquran MI. Lípidios intravenosos para bebês prematuros: uma revisão. *Clin Med Insights Pediatr*. 2015;9:25–36.
11. Decaro M, Vain N. Hyperglycaemia in preterm neonates: What to know, what to

- do. *Early Hum Dev.* 2011;87:S19–22.
12. Koletzko B, Bhatia J, Bhutta Z, Cooper P, Makrides M, Uauy R WW. *Pediatric Nutrition in Practice.* Vol. 113, Karger. 2015. 1-305 p.
 13. Institute Of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids* [Internet]. 2005. Available from: <https://www.nap.edu/read/10490/chapter/1#xxvi>
 14. Pierro A, Eaton S. Metabolism and nutrition in the surgical neonate. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:276–84.
 15. Tchirikov M, Saling E, Bapayeva G, Bucher M, Thews O, Seliger G. Hyperbaric oxygenation and glucose/amino acids substitution in human severe placental insufficiency. *Physiol Rep* [Internet]. 2018;6(5):e13589. Available from: <http://physreports.physiology.org/lookup/doi/10.14814/phy2.13589>
 16. Ehrenkranz R, Dusick A, Vohr B, Wright L, Wrage L, Kenneth W. Growth in the Neonatal Intensive Care Unit Influences Neurodevelopmental and Growth Outcomes of Extremely Low Birth Weight Infants. *Pediatrics.* 2006;117(4).
 17. Plank MS, Boskovic DS, Sowers LC, Angeles DM. Biochemical markers of neonatal hypoxia. *Ped Health* [Internet]. 2008;2(4):485–501. Available from: <http://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/17455111.2.4.485>
 18. Koletzko B, Poindexter B, Uauy R. *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines.* *World Rev Nutr Diet.* 2014;110:190–200.
 19. Kase J, Visintainer P. The relationship between congenital malformations and preterm birth. *J Perinat Med.* 2007;35(6).
 20. Kaphingst KA, Persky S, Lachance C. *NIH Public Access.* 2010;14(4):384–99.
 21. Palmer M. *Lecture notes on human metabolism.* 2014; Available from: <http://watcut.uwaterloo.ca/webnotes/Metabolism/>
 22. Longo L. *The Rise of Fetal and Neonatal Physiology: Basic Science to Clinical Care.* 2013.
 23. McCloy MP, Roberts IAG, Howarth LJ, Watts TL, Murray NA. Interleukin-11 levels in healthy and thrombocytopenic neonates. *Pediatr Res.* 2002;51(6):756–60.

24. Wilasco MI de A, Uribe-Cruz C, Santetti D, Fries GR, Dornelles CTL, Silveira TR da. IL-6, TNF- α , IL-10 e estado nutricional em pacientes pediátricos com atresia biliar. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2017;93(5):517–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2016.11.009>
25. Harris JJ, Jolivet R, Attwell D. Synaptic Energy Use and Supply. *Neuron* [Internet]. 2012;75(5):762–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2012.08.019>
26. Miller SP, Ferriero DM. From selective vulnerability to connectivity: Insights from newborn brain imaging. *Trends Neurosci*. 2010;32(9):496–505.
27. Georgieff MK, Brunette KE, Tran P V. *HHS Public Access*. 2016;27(2):612–26.
28. Pereira-da-silva L, Rodrigues L, Catarina A, Virella D, Alves M. Resting energy expenditure , macronutrient utilization , and body composition in term infants after corrective surgery of major congenital anomalies : A case-study. 2015;8:403–12.
29. Coss-Bu JA, Klish WJ, Walding D, Stein F, Smith EO, Jefferson LS. Energy metabolism, nitrogen balance, and substrate utilization in critically ill children. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2001;74(5):664–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11684536>
30. Jr. WWH, Thureen PJ. Indirect calorimetry: a potential but as yet unrealized technique for guiding nutritional management. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2007;83(6):490–3. Available from: http://www.jpmed.com.br/conteudo/Ing_resumo.asp?varArtigo=1732&cod=&idSecao=1
31. Bauer J, Werner C, Gerss J. Metabolic rate analysis of healthy preterm and full-term infants during the first weeks of life. *Am J Clin ...* [Internet]. 2009;90:1517–24. Available from: <http://ajcn.nutrition.org/content/90/6/1517.short>
32. Haugen HA, Chan L-N, Li F. Indirect Calorimetry: A Practical Guide for Clinicians. *Nutr Clin Pract* [Internet]. 2007;22(4):377–88. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0115426507022004377>
33. Kyle UG, Arriaza A, Esposito M, Coss-Bu J a. Is indirect calorimetry a necessity or a luxury in the pediatric intensive care unit? *JPEN J Parenter Enteral Nutr*

- [Internet]. 2012;36(2):177–82. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21825086>
34. Schoeller D. Measurement of energy expenditure in free-living humans by using doubly labeled water. *J Nutr*. 1988;118(11):1278–89.
 35. Weir J. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*. 1949;109(5):1–9.
 36. Matarese LE. Mataresse. *JADA* 1997.pdf. *JADA*. 1997;17.
 37. Shortland GJ, Fleming PJ, Walter JH. Validation of a portable indirect calorimetry system for measurement of energy expenditure in sick preterm infants. *Arch Dis Child*. 1992;67(10 Spec No):1207–11.
 38. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1918;4:370–3.
 39. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(2):241–247.
 40. Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr*. 1991;54(6):963–969.
 41. Owen OE, Kavle E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Mozzoli MA, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr*. 1986;44(1):1–19.
 42. Cai W, Yu L, Lu C, Tang Q, Wan Y, Chen F. Normal value of resting energy expenditure in healthy neonates. *Nutrition*. 2003;19(2):133–6.
 43. ASPEN. Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adult and pediatric patients. Section XII: Administration of specialized nutrition support – Issues unique to pediatrics. *J Parenter Enter Nutr*. 2017;26:97AS–110AS.
 44. Lee ACC, Kozuki N, Cousens S, Stevens GA, Blencowe H, Silveira MF, et al. Estimates of burden and consequences of infants born small for gestational age in low and middle income countries with INTERGROWTH-21 st standard: Analysis

- of CHERG datasets. *BMJ*. 2017;358:1–11.
45. Fanaro S. Feeding intolerance in the preterm infant. *Early Hum Dev*. 2013;89(13–20).
 46. Agostoni C, Buonocore G, Carnielli V, De Curtis M, Darmaun D, Decsi T, et al. Enteral Nutrient Supply for Preterm Infants: Commentary From the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [Internet]. 2010;50(1):85–91. Available from:
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=0005176-201001000-00021>
 47. Mangili G, Garzoli E. Feeding of preterm infants and fortification of breast milk. *La Pediatr Medica e Chir* [Internet]. 2017;39(2). Available from:
<http://www.pediatrmedchir.org/index.php/pmc/article/view/158>
 48. Harvey NC, Poole JR, Javaid MK, Dennison EM, Robinson S, Inskip HM, et al. Parental determinants of neonatal body composition. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(2):523–6.
 49. Mehta SH. Nutrition and Pregnancy. *Clin Obstet Gynecol*. 2008;51(2):409–18.
 50. Pereira-Da-Silva L, Cabo C, Moreira AC, Virella D, Guerra T, Camoes T, et al. The Adjusted Effect of Maternal Body Mass Index, Energy and Macronutrient Intakes during Pregnancy, and Gestational Weight Gain on Body Composition of Full-Term Neonates. Available from: <http://dx.doi.org/>
 51. Huang P, Zhou J, Yin Y, Jing W, Luo B, Wang J. Effects of breast-feeding compared with formula-feeding on preterm infant body composition: A systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr*. 2016;116(1):132–41.
 52. Martins C. Composição Corporal e Função Muscular. 2009;(01):52. Available from:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2191662/mod_resource/content/1/Modulo_3_-_Composiçao_corporal_e_avaliacao.pdf
 53. Leite M. Métodos de avaliação da composição corporal. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto; 2004.

54. Ross R. Magnetic Resonance Imaging (MRI): Data Acquisition and Applications in Human Body Composition. *Qual Body Cell Mass*. 2000;198–211.
55. Jelliffe B, Jelliffe P, Zerfas A, Neumann C. *Community Nutritional Assessment: with special reference to less technically developed countries*. 1998.
56. Fields DA, Gunatilake R, Kalaitzoglou E. Air displacement plethysmography: Cradle to grave. *Nutr Clin Pract*. 2015;30(2):219–26.
57. Ma G, Yao M, Liu Y, Zou H, Urlando A. Validation of a new pediatric air-displacement plethysmograph for assessing body composition in infants. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(4):653–660.
58. Urlando A, Dempster P, Aitkens S. A new air displacement plethysmograph for the measurement of body composition in infants. *Pediatr Res*. 2003;53(3):486–92.
59. Eriksson B, Lof M, Forsum E. Body composition in full-term healthy infants measured with air displacement plethysmography at 1 and 12 weeks of age. *Acta Paediatr*. 2010;99:563–8.
60. Ellis KJ, Yao M, Shypailo RJ, Urlando A, Wong WW, Heird WC. Body-composition assessment in infancy: Air-displacement plethysmography compared with a reference 4-compartment model. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(1):90–5.
61. Lukaski H. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*. 1996;64(3):397S–404S.
62. Olhager E, Forsum E. Assessment of total body fat using the skinfold technique in full-term and preterm infants. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2006;95(1):21–8.
63. Vieira AL. *Conhecer os Métodos de Avaliação da Composição Corporal*. Nutricias. 2004;8–15.
64. Costa RF. *Composição Corporal: Teoria e Prática da Avaliação*. Manole; 2001.
65. Kashyap S, Towers HM, Sahni R, Ohira-kist K, Abildskov K, Schulze KF. Effects of quality of energy on substrate oxidation in enterally fed, low-birth-weight infants. *Am J Clin Nutr*. 2001;74(1):374–80.
66. IBM Corporation. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0*. Armonk, NY: IBM Corporation; 2016.

67. Field A. *Discovering statistics using SPSS*. 2^o Edition. London: Sage Publications Lda; 2005.
68. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2^a edition. New York: Routledge Academic; 1988.
69. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *Dietary Reference Intakes*. Vol. 55, Nutrition reviews. 1997. 319-326 p.
70. Butte NF. Energy requirements of infants. *Public Health Nutr* [Internet]. 2005;8(7a):953–67. Available from: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S136898000500128X
71. Soares FVM, Moreira MEL, Abranches AD, Ramos JRM, Junior SCSG. Indirect calorimetry: a tool to adjust energy expenditure in very low birth weight infants. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2007;0(0):567–70. Available from: http://www.jped.com.br/conteudo/Ing_resumo.asp?varArtigo=1719&cod=&idSecao=1
72. Lapillonne A, O'Connor DL, Wang D, Rigo J. Nutritional recommendations for the late-preterm infant and the preterm infant after hospital discharge. *J Pediatr* [Internet]. 2013;162(3 SUPPL.):S90–100. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.11.058>
73. Rigo J. Body composition during the first year of life. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* [Internet]. 2006;58:65-76; discussion 76-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16902326>