Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

A relação alométrica ou isométrica nos índices de
massa corporal entre menores de 20 anos

Camila Medeiros da Silva Mazzeti

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação de Nutrição em Saúde Pública
para obtenção do título de Doutora em
Ciências

Área de concentração: Nutrição em Saúde
Pública

Orientador: Prof. Dr. Wolney Lisbôa Conde

São Paulo

2018

A relação alométrica ou isométrica nos índices de massa corporal entre menores de 20 anos

Camila Medeiros da Silva Mazzeti

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Nutrição em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências

Área de concentração: Nutrição em Saúde Pública

Orientador: Prof. Dr. Wolney Lisbôa Conde

Versão Corrigida

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada fonte.

Para o meu pai e para minha mãe, porque nada disso seria realidade sem o amor de vocês...

AGRADECIMENTOS

Essa foi uma grande caminhada. Uma caminhada cheia de surpresas e de “trombadas” inesperadas da vida. Foi um grande crescimento pessoal e profissional. Adquiri nessa caminha valores que nunca havia pensado ter e experiências que nunca havia pensado em passar. Genericamente, quero primeiro agradecer a todos aqueles que de alguma forma montaram junto comigo essa grande experiência e compartilhou de algum aspecto dela comigo.

Todas as coisas maravilhosas e importante que construí até aqui nessa caminhada eu devo aos meu pai e minha mãe, não só por serem exemplos de seres humanos, mas também por me ensinarem a errar. Sim errar, pois só crescemos e nos reinventamos em situações de erro. Vocês me ensinaram que no erro há a oportunidade de tentar de novo, de fazer melhor. Mas acima de tudo, obrigada por nunca me deixarem desistir. Essa caminhada, além de impossível, seria muito solitária sem o amor de vocês. Se hoje sou o que eu sou, foi porque vocês me amaram incondicionalmente. Tenho muito orgulho do que vocês são e do que vocês me tornaram com seu amor.

Outra parte que fez essa jornada maravilhosa e que abençoa minha vida diariamente é a minha família, que apenas tem palavras de incentivo pra mim. Em especial ao Victor e a Pri, por terem me dado apoio o tempo todo, nunca dizendo que era maluquice as coisas que estava fazendo. E principalmente por terem colocado na minha vida o Carlos, me “piolhinho” querido, que toda vez que diz que me ama, torna a vida mais suave e a caminhada mais prazerosa. Ter ele na minha vida, faz com que eu tenha alguém quem cuidar incondicionalmente, e isso é mágico.

Ainda em agradecimento a minha família, que torna meus dias mais alegres, queria falar como amei cada bolo, cada biscoito e cada queijo pedaço que as minhas tias e minhas avós guardaram para mim, que ia chegar cansada de São Paulo de tanto estudar para matar a saudade da “geral”. Quero agradecer a todos os meus primos e tios que me disseram um corajoso “Não desiste garota! Você consegue...”, em especial a Tia Keyla e ao Tio Bibó por estarem com a casa sempre aberta pra mim, independentemente de ser pra curar “uma solidãozinha à toa” ou pra me abrigar nesse vai e vem que foi minha vida nesses últimos 3 anos.

Agradeço ainda por cada amigo que esteve presente... Os velhos que nunca duvidaram da minha capacidade e mandavam sempre “vibes” de vitória como as

queridas Carol, Gabi, Morena e Nayara. E agradeço muito aos novos... Todos os dias tornaram minha morada em SP menos cinza e solitária... Agradeço de coração ao PROFESSOR Wolney (rs) pela paciência imensa e por ser um grande mestre, se tornando um querido amigo/chefe/coleguinha cientista nesse processo... Agradeço a Jéssica, que esteve comigo praticamente todos os dias me entendendo pelo olhar e sendo um ombro amigo sempre que precisei... Agradeço as LANPOPgirls que no final das contas viram família que escolhi pra mim em muitos sentidos... Em especial à Jana (baby!), a Marcela (Karl Marx lives), a Isa (#sextouViado!) e a Cacau (minha gêmea do bem), que sempre estão do meu lado quando eu preciso e fazem todos os dias divertidos. Agradeço ainda carinho incondicional da Betsy e da Jacque, que sempre estavam lá para dizer “*Não esquentar... Isso se resolve! Já tomou café hoje?*” ou “*Vamos ali bater uma perninha?*”... Obrigada todos vocês que fizeram a diferença nesse tempo em São Paulo.

Agradeço também à CAPES pelo financiamento da minha bolsa de estudo.

“Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino.”

(Paulo Freire)

RESUMO

Mazzeti, CMS. A relação alométrica ou isométrica nos índice de massa corporal em menores de 20 anos. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2018.

Objetivos: Analisar o ajuste alométrico para MC e altura entre indivíduos menores de 20 anos. **Métodos:** Dados de indivíduos de 0-20 anos de *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES-1999-2013); Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (PNSN-1989); Encuesta de Salud y Nutrición (2012); England Health Survei (2005-2014) e; *Korean National Health and Nutrition Examination Survey* (KNHANES-1998-2014). MC e de altura foram convertidos à escala logarítmica e modelados por regressão linear em 24 grupos etários, 2 sexos e os 5 países. O β dessa regressão deu origem ao p valor que foi estimado em 2 etapas. 1) Todos os dados disponíveis nos inquéritos, excluindo apenas os valores biologicamente implausíveis; e 2) O p foi calculado após a exclusão dos valores não esperados para idade (VNEI) de MC e altura. VNEI foi definido como casos $\pm 2,0$ DP(z) do resíduo da regressão de MC pela idade, altura pela idade e MC pela altura. Em seguida, os valores p definidos no *pool* de dados foram modelados por *spline* com 5 *knots*, para definição de um p internacional (*ip*). Após calculou-se o IA – Índice Alométrico para todos os indivíduos. Para análise da correlação entre os índices e a massa adiposa foram utilizadas medidas de Densitometria (DXA), Impedância Bioelétrica (BIA), Circunferência de Cintura (CC) e Dobras Cutâneas (DC). As correlações com os índices foram estimada pelo coeficiente de Pearson(r). Em uma análise de efeitos mistos, estimou-se o coeficiente correlção intraclasses (CCI), entre os diferentes países e as diferentes fenótipos humanos para altura, MC, IMC e IA. **Resultados:** A exclusão de VNEI (8,5% da amostra) diminuiu a diferença do p entre os países. O p e o ip apresentaram valores próximos a 2 ao nascimento, aumentou para 3 a 3,5 (7 e 11 anos nas meninas e 8 a 12 nos meninos) e regrediu a 2 no final do crescimento. O IA apresentou r próximo de zero em relação a altura contra r proximos de 0,4 para o IMC durante a puberdade. A correlação da massa adiposa para os dois índices foi semelhante, sempre apresentando r acima de 0,85 para todas as formas de análise via DC, BIA, CC e DXA. IA apresentou menor correlação com massa muscular e densidade óssea. O CCI foi maior entre os países e praticamente nulo entre as fenótipos humanos. A maior variação entre os países ficou a cargo da altura, seguido da massa corporal e IMC. O IA foi a medida que se apresentou com menor variação entre os países (3,6%) e entre fenótipos humanos (1,7%). **Conclusões:** A exclusão VNEI contribuiu para diminuir o efeito do estado nutricional sobre a alometria para se estimar o p valor. O ip mostrou-se uma valor promissor para uso internacional. O IA no conjunto de evidências apresenta uma vantagem em relação ao IMC, uma vez que tem correlação 0 com a altura, e uma correlação equivalente ao IMC com a massa adiposa além de apresentar o menor CCI entre fenótipos humanos e nacionalidades. A maior variação do CCI ficou a cargo do país em relação a altura, justificado pelos difentes contextos epidemiológicos.

Descritores: Alometria; Índice de Massa Corporal (IMC); Crescimento; Composição Corporal; Obesidade; Baixo Peso; Estado Nutricional; Antropometria.

ABSTRACT

Mazzeti, CMS. The allometric or isometric scaling to body mass index in individuals younger than 20 years. São Paulo: Public Health School, University of São Paulo; 2018.

Objectives: To analyze the allometric scaling for BM and the height under 20 years old. **Methods:** Individuals 0-20 years of the *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES-1999-2013); *Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição* (PNSN-1989); *Encuesta de Salud y Nutrición* (2012); *England Health Survey* (2005-2014) and; *Korean National Health and Nutrition Examination Survey* (KNHANES-1998-2014). BM and height were converted to logarithmic scale and modeled by linear regression, in 24 age groups, 2 sexes and 5 countries. The β of this regression gave the estimated p value in 2 steps. 1) All data available in the surveys, excluding only those biologically implausible values; and 2) The value was obtained after the exclusion of values not expected for age (VNEA) of MC and height. VNEA was defined as ± 2.0 SD (z) cases of regression of BM by age, height by age and MC by height. Then, the values were modeled by spline in 5 *knots*, to define an international (ip). After were calculated the AI - Allometric Index for all individuals. The *Pearson* correlation (r) between the indices and the fat mass was calculated used data from densitometry (DXA), Bioelectrical Impedance (BIA), Waist Circumference (WC) and Skin Folds (SF). In an analysis of mixed effects, was estimated the *intraclass* correlation coefficient (ICC), between countries and ethnicities for different dimensions for BM, BMI and AI. **Results:** Exclusion of VNEA (8.5% of the sample) decreased the difference between countries. The p and ip presented values close to 2 at birth, increased to 3 to 3.5 (7 and 11 years in girls and 8 to 12 in boys) and recorded 2 at the end of growth. AI was close to zero in correlation with height and for BMI was $r = 0.4$ during puberty. The correlation of the adipose mass for the two indices was similar, always presenting r above 0.85 for all forms of analysis via DC, BIA, CC and DXA. AI presented a lower correlation with muscle mass and bone density. ICC is larger among countries and is practically zero among ethnicities. The greatest difference between the groups was the height, the BM and the BMI. AI showed the smallest difference between the countries (3.6%) and between the ethnic groups (1.7%). **Conclusions:** A VNEA exclusion contributed to decrease the effect of nutritional status on allometry to estimate the p value. The value ip has proved to be a promising value for international use. The IA in the body of evidence has an advantage over BMI, since it has correlation 0 with height, and a correlation equivalent to the BMI with the adipose mass besides presenting the lowest CCI between ethnicities and nationalities. The greatest variation of ICC was borne by the country in relation to height, justified by the different epidemiological contexts.

Key-words: Allometry; Body Mass Index (BMI); Growth; Body composition; Obesity; Underweight; Nutritional Assessment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 CONCEITOS DE CRESCIMENTO FÍSICO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL	17
1.1.1 O crescimento Físico	17
1.1.2 Dimensionalidades do Crescimento	18
1.2 CONCEITOS DE ALOMETRIA E ISOMETRIA	19
1.3 A PROPOSTA DO ÍNDICE DE BENN	21
1.4 AS EVIDÊNCIAS DA ALOMETRIA NA ANÁLISE DA MASSA CORPORAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES	22
2. JUSTIFICATIVA	25
3. OBJETIVOS	26
4. MÉTODOS	27
4.1 SELEÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE	27
4.2 DESCRIÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES ENTRE IMC, ALTURA E GORDURA CORPORAL	30
4.3 ANÁLISE DA ALOMETRIA NA FORMULAÇÃO DE UM NOVO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL	32
4.3.1 Cálculo do p valor- A proposta do Índice de Benn	32
4.3.2 Cálculo dos índices de massa corporal	34
4.4 LIMPEZA DOS DADOS PARA CALCULO DO P VALOR	34
4.4.1 Proposta de seleção dos indivíduos para cálculo do p valor	34
4.4.2 Predição de Valores Não Esperados para Idade (VNEI) para massa corporal e altura	34
4.5 ANÁLISE DAS DUAS PREMISSAS DE BENN E A EVIDÊNCIAS DO DESEMPENHO DO ÍNDICE ALOMÉTRICO (IA)	37
4.5.1 Análise de correlação entre IA e altura do indivíduo: a segunda premissa de Benn ...	37
4.5.2 Análise de correlação entre IA e adiposidade do indivíduo: a primeira premissa de Benn	38
4.6 EVIDÊNCIAS DO DESEMPENHO DO ÍNDICE DE MASSA COPORAL ALOMÉTRICO	39
4.6.1 Análise de efeitos mistos para análise da variabilidade dos índices entre e intra nacionalidades e fenótipos humanos	39
4.6.2 O incremento da composição corporal e a sua relação com IA e IMC	40
5. RESULTADOS	42
5.1 DESCRIÇÃO DAS MÉDIAS DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DA POPULAÇÃO ESTUDADA	42
5.2 A DESCRIÇÃO DAS CORRELAÇÕES DO IMC COM A ALTURA E A MEDIDA INDIRETA DE ADIPOSIDADE	42
5.2.1 A correlação do IMC com a altura do individuo	42
5.3 DESCRIÇÃO DO P VALOR POR PAÍS E INTERNACIONALMENTE	45

5.4 A ANÁLISE DA INDEPENDÊNCIA DA ALTURA EM RELAÇÃO AO IA: A SEGUNDA PREMISSA DE BENN.....	47
5.5 A ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS CORPORAIS EM RELAÇÃO AO IA: A PRIMEIRA PREMISSA DE BENN.....	51
5.5.1 Correlação das medidas de composição corporal e o IA.....	51
5.5.2 Correlação dos compartimentos de massa aferidos por antropometria e o IA.....	53
5.5.3 Correlação exames bioquímicos marcadores de alterações metabólicas com IA	54
5.6 A VARIABILIDADE DOS VALORES DE IA E IMC INTRA E INTER PAÍSES E FENÓTIPOS HUMANOS	55
5.6.1 Análise da variabilidade étnica intra países	55
5.6.2 Análise da variabilidade entre países e entre fenótipos humanos em cinco países	55
5.7 O INCREMENTO DE MASSA ÓSSEA, MUSCULAR E ADIPOSA EM RELAÇÃO AO INCREMENTO DO IMC E DO IA.....	56
6. DISCUSSÃO	59
6.1 O ajuste da relação massa corporal para altura.....	59
6.2 As premissas de Benn e o desempenho de um índice antropométrico	61
6.3 A variabilidade intra e entre países e fenótipos humanos dos índices para análise da MC	63
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
9. ANEXOS.....	73
Anexo 1	73
Anexo 2	75
Anexo 3	79
Anexo 4	82
Anexo 4	83
Anexo 5	84
10. CURRÍCULO LATTES	85
11. COMPROVANTE DE PUBLICAÇÃO	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação da origem dos inquéritos utilizados nas análises propostas e suas respectivas variáveis e quantitativo disponíveis, Brasil, 2018	27
Tabela 2	Quantitativo de indivíduos por país, sexo e faixa etária disponíveis para o cálculo do p valor, Brasil, 2018.	33
Tabela 3	Quantitativo e proporção de indivíduos excluídos da estimativa de p valor, por país, sexo e faixa etária, Brasil, 2018.	37
Tabela 4	Quantitativo de indivíduos por país, sexo e faixa etária disponíveis para análise da composição corporal, Brasil, 2018.	39
Tabela 5	Descrição dos valores de correlação entre IMC e a Altura nos 5 países estudados, Brasil, 2018	43
Tabela 6	Associação entre o IMC e os marcadores indiretos de massa adiposa em meninos de 4 países, Brasil, 2018	44
Tabela 7	Associação entre o IMC e os marcadores indiretos de massa adiposa em meninas de 4 países, Brasil, 2018	44
Tabela 8	Valores de p por país e de ip para cálculo do IA para meninos segundo e faixa etária, Brasil, 2018	46
Tabela 9	Valores de p por país e de ip para cálculo do IA para meninas segundo e faixa etária, Brasil, 2018	47
Tabela 10	Valores do coeficiente de Pearson para meninos entre o IMC e as diferentes versões de IA com a altura, por faixa etária, Brasil, 2018	49
Tabela 11	Valores do coeficiente de Pearson para meninas entre o IMC e as diferentes versões de IA com a altura, por faixa etária, Brasil, 2018	50
Tabela 12	Correlação entre os compartimentos de massa corporal aferidos por DXA e o IA em norte-americanos e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018	52
Tabela 13	Correlação entre Circunferência de Cintura/ Altura e o IA em brasileiros, norte-americanos, ingleses e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018	54
Tabela 14	Coeficiente de variação intraclasse dos países e dos fenótipos humanos em 5 países, para Massa Corporal, Altura, IMC e IA, Brasil, 2018	56
Tabela 15	Médias de altura e massa corporal em meninos por país e faixa etária, Brasil, 2018.	75
Tabela 16	Médias de altura e massa corporal em meninas por país e faixa etária, Brasil, 2018.	76
Tabela 17	Medidas de tendência central e de dispersão de altura e massa corporal em meninos por país e faixa etária, após a exclusão de VNEI, Brasil, 2018.	77
Tabela 18	Medidas de tendência central e de dispersão de altura e massa corporal em meninas por país e faixa etária, após a exclusão de VNEI, Brasil, 2018.	78
Tabela 19	Correlação entre ângulo de fase e o IA em brasileiros e norte-americanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018	79
Tabela 20	Correlação entre os compartimentos de massa corporal aferidos por antropometria e o IA em brasileiros, norte-americanos, ingleses e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018	80
Tabela 21	Correlação entre marcadores bioquímicos sanguíneos com IMC, IA e compartimentos de massa corporal (via DXA) por país, Brasil, 2018	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Principais resultados da análise da alometria nos índices de massa corporal na literatura até o momento, Brasil, 2018	25
Quadro 2	Compatibilização dos fenótipos humanos dos diferentes países para blocos em comum, Brasil, 2018	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Média de IMC por faixa etária em meninos nos 5 países utilizados para cálculo do p valor, Brasil, 2018.	35
Figura 2	Média de IMC por faixa etária em meninas nos 5 países utilizados para cálculo do p valor, Brasil, 2018	35
Figura 3	Incremento dos compartimentos de massa corporal medidos por DXA, IMC e IA, em adolescentes do sexo masculino norte-americanos e sul-coreanos, Brasil, 2018	58
Figura 4	Incremento dos compartimentos de massa corporal medidos por DXA, IMC e IA, em adolescentes do sexo feminino norte-americanos e sul-coreanos, Brasil, 2018	58
Figura 5	Fluxograma de seleção das bases de dados disponíveis para análise com dados antropométricos e de composição corporal, Brasil, 2018.	74
Figura 6	Exclusão de 2 Desvio-Padrão do resíduo das regressões de Massa Corporal-para-Idade, Altura-para-Idade, e Massa Corporal-para-Altura, por país e sexo do indivíduo, Brasil, 2018.	82
Figura 7	Valos assumidos pelo p valor e pelo ip valor de acordo com o sexo, faixa etária e país de origem do indivíduo, Brasil, 2018	83
Figura 8	Correlação da altura do indivíduo com o IMC e o IA (calculado em 3 versões de p e ip valor), por faixa etária, sexo e país de origem, Brasil, 2018	84

LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS

A/I – Altura-para-Idade
 AF – Ângulo de Fase
 BIA – Bioimpedância Elétrica
 CC – Circunferência de Cintura
 CC/A – Circunferência de cintura-para-altura
 CCI – Coeficiente de Correlação Intraclasse
 CT – Colesterol Total
 DC – Dobra Cutânea
 DO – Densidade Óssea
 DXA - Exame de Densitometria por emissão de raio X
 EHS -England Health Survey
 ENSANUT – Encuesta Nacioanl de Salud y Nutricion
 EUA – Estados Unidos da América
 FTL – Razão Massa Adiposa/Massa Magra
 HANES – Health and Nutrition Examination Surveys
 HDL – High Density Lipoprotein
 HES – American Health Examination Surveys
 HG – Hemoglobina Glicada
 IA – Índice Alométrico
 IFC – Índice de Forma Corporal
 IMC – Índice de Massa Corporal
 IP – Índice Ponderal
ip – Power Internacional
 KNHANES – Korean National Health and Nutrition Survey
 LANPOP – Laboratório de Avaliação Nutricional de Populações
 MAT – Massa Adiposa Total
 MATR – Massa Adiposa do Tronco
 MC – Massa Corporal
 meonly – mixed effect only.
 mle – maximum loglikelihood estimation
 MMT – Massa Muscular Total
 NHANES – Nacional Health and Nutrition Survey
 OMS – Organização Mundial da Saúde
p – Power
 PNSN – Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição
 R – Resistência
 RCH – Razão Colesterol total/ HDL
 SDC – Somatório de 2 dobras cutâneas
 TMI – Tri-Ponderal Mass Index
 TRI – Triglicérides
 UK – United Kingdom
 USP – Universidade de São Paulo
 VBI – Valor Biologicamente Implausível
 VNEI – Valores não esperados para idade
 Xc – Reactância

1. INTRODUÇÃO

As elevadas prevalências do excesso de peso e obesidade em crianças e adolescentes tem instigado cada vez mais esforços internacionais de pesquisadores da área da saúde para obtenção de respostas a esse crescente desafio(1–3). O correto diagnóstico do excesso de peso nessa faixa etária se mostra importante para prevenção de doenças e promoção da qualidade de vida. O índice de massa corporal (IMC), calculado como massa corporal (MC) em quilograma dividida pela altura em metro quadrado, é usado mundialmente para rastrear a obesidade em populações, por se apresentar como uma medida de alta reprodutibilidade, de fácil acesso e financeiramente viável de se coletar em larga escala.

O IMC baseia-se na premissa de que MC do adulto é proporcional à altura ao quadrado(4), e uma extensa análise com dados antropométricos e dados de referência da composição corporal em amostra da *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES)(5), representativa da população estadunidense, mostrou que a relação entre massa corporal e altura é linearizada com o uso da transformação quadrática do valor da altura(6). Entretanto, durante o desenvolvimento físico (crescimento), há indícios de que MC não é proporcional à altura ao quadrado, podendo prejudicar a interpretação de valores de IMC em indivíduos em processo de crescimento(7,8). Quetelet durante o século XIX, para estudo da MC e do crescimento apontou escalas de peso em adolescentes com potências de altura de pelo menos 2,5(9,10).

Com isso a importância da correta interpretação e uso de índices de massa corporal ganhou foco novamente nos últimos anos no estudo do ajuste da relação entre peso e altura para representar massa ou gordura corporal independentes da altura (4,6,11–16).

Esses estudos discutem essencialmente que o ajuste dessa relação se mostra importante pois é necessário: 1) obter um índice de massa corporal independente da altura; 2) obter uma estimativa da gordura corporal independentemente do tamanho do indivíduo; 3) aumentar, indiretamente, a associação entre massa e gordura corporal e 4) aumentar a precisão e a exatidão do diagnóstico nutricional baseado na massa corporal.

1.1 CONCEITOS DE CRESCIMENTO FÍSICO E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

1.1.1 O crescimento Físico

Os seres humanos nas primeiras duas décadas de vida, vivenciam três processos interativos: crescimento, maturação e desenvolvimento. O primeiro processo refere-se ao tamanho, às proporções, ao físico, à composição e ao sistêmico; o segundo refere-se ao aprimoramento das funções esquelética, reprodutora, somática, neuroendócrina e neuromuscular; e, o terceiro processo refere-se ao desenvolvimento cognitivo, emocional, social, motor e moral (17,18).

A primeira característica do crescimento que podemos destacar é o ganho da altura, que é constante até a época da maturação sexual completa, porém obedece diferentes velocidades ao longo das duas primeiras décadas de vida de meninos e meninas. Na primeira infância há um ganho significativo de comprimento e peso que representa cerca de 50% do comprimento ao nascer e cerca de 200% do peso ao nascer (nos de três primeiros anos de idade). Esse crescimento durante a fase pré-escolar (até os 5 anos) pode ser influenciado de maneira significativa por diversos fatores como: nutrição, enfermidades, status socioeconômico e fatores hereditário dos pais e dependendo do tempo e da gravidade da interferência nos três primeiros fatores no 'catch up' dessa fase, pode haver comprometimentos irreversíveis ao crescimento e ganho de peso final do indivíduo na fase adulta(18–20).

Posteriormente a esse período há um declínio na velocidade de crescimento físico, onde há prioridade de desenvolvimento de outras funções do corpo, como a cognitiva, sensorial e motora(18), porém durante todo esse processo ainda há modificações da composição corporal na relação musculo e tecido adiposo e maturação óssea(21).

A taxa de crescimento diminui durante a infância (5 a 12 anos) atingindo seus pontos mais baixos de velocidade até o fim desse período, que pode terminar tardiamente ou precocemente dependendo dos estágios de maturação sexual em que o indivíduo se encontra, havendo evidências que essa modificação pode depender da composição corporal e de fatores genéticos(22,23). Nessa etapa ocorre a transição da infância para adolescência, onde há uma desaceleração ganho de altura

proporcional a um maior ganho de peso acontecendo o preparo do indivíduo para o 'estirão de crescimento' que coincide geralmente com o início da adolescência(24,25).

A mudança na velocidade e na aceleração do crescimento durante a adolescência afeta quase todas as partes do corpo, incluindo osso longos, vertebras, crânio e ossos da face, coração e órgãos torácicos e massa muscular e adiposa, essas duas últimas diferentemente para meninos e meninas, o que contribui para diferenciação de forma corporal e caracteres sexuais secundários (26).

Essa diferença acontece de forma gradual, distanciando as proporções corporais e de composição corporal de homens e mulheres, começando pela altura, onde no início da adolescência ambos os sexos tem médias de altura semelhante, porém as meninas após a menarca tendem a estagnar a altura mais cedo que os meninos. Um fenômeno parecido acontece com a massa muscular, onde meninos tem um ganho maior do que meninas marcando outra diferenciação que acontece durante a adolescência, porém em contraponto a isso, o tecido adiposo subcutâneo feminino cresce até cerca de 19 anos, o que acontece ao contrário no sexo masculino.

Durante o estirão de crescimento também é visto aumento da densidade óssea, da função cardiopulmonar e do volume sanguíneo. Esses processos ocorrem de diferentes maneiras e velocidades em meninos e meninas, até que se esteja completa a maturação sexual (18,21).

1.1.2 Dimensionalidades do Crescimento

Para compreensão das diferentes dimensionalidades do crescimento é preciso interpretar corretamente os conceitos de "tamanho" e de "forma"(23,27,28).

Tamanho pode ser definido como a magnitude de qualquer medida de crescimento físico, como por exemplo o comprimento ou altura, levados em conta em uma única dimensão, ou que poderíamos chamar de *área*(28,29).

O conceito de *Forma* é baseado na premissa que uma dimensão cresce proporcionalmente as outras que para tanto sua medida é dada pela razão de duas dimensões, ou o que poderíamos chamar de *volume*. Segundo *Tanner* (13) a medida da *Forma* pode ser um problema, pois considera-la em apenas duas dimensões pode diminuir a acurácia da avaliação do índice final gerado por duas medidas antropométricas como quando se faz, por exemplo dividindo a MC pela altura, não levando em consideração que conceito de *Forma* está muito próximo do conceito de

volume, e precisaria ser colocado (para ser melhor interpretado) em escala quadrática ou cúbica(20,28,30).

Considerando o conceito de *área* e *volume* corporal, entendemos que a medida da altura está intrinsicamente contida na medida do peso, e para transformar essas duas medidas em um índice que traduza o estado nutricional é necessário interpretar que há dois vetores alterando o crescimento e o ganho de peso simultaneamente: 1) Vetor cronológico (crescimento linear e o ganho de peso); e 2) Vetor biológico (o *tempo*, traduzindo a velocidade de crescimento por determinantes de diferentes)(31,32).

Portanto, para análise da MC é proposto trabalhar as duas proporções, usando-se um expoente, que tornará a razão independente de seu denominador, regredindo a medida do numerador, como é o caso do Índice de Massa Corporal (IMC) que é calculado com o expoente igual a 2, para todos os indivíduos ($MC/Altura^2$).

Se o crescimento humano obedecesse a lei da similaridade geométrica, esse processo se daria pelo escalonamento *isométrico*, porém o que observado é uma relação *alométrica* em relação ao incremento de área e volume corporal durante o crescimento físico humano(28,30,33).

1.2 CONCEITOS DE ALOMETRIA E ISOMETRIA

A Isometria é um escalonamento que acontece quando as proporcionalidades de um organismo são preservadas com a mudanças de tamanho durante o crescimento. Esse tipo de escalonamento é regido pela lei do “quadrado-cubo”, sendo que, durante o crescimento físico, o comprimento (*área*) do organismo aumenta ao quadrado, enquanto o sua massa (*volume*) irá aumentar ao cubo.

Essa efeito isométrico ou lei da similaridade isométrica pode apresentar problemas para os organismos vivos manterem a fisiologia entre área e volume, criando uma incompatibilidade entre o dimensionamento que esse escalonamento traduz e exigências físicas. Essa incompatibilidade pode ser evitada, por pequenas alterações nas proporções do ganho de área em relação ao volume, chamadas de *alometria* (28,30,33).

A alometria designa as mudanças nas dimensões relativas de partes do corpo que estão correlacionadas com as mudanças no tamanho geral. Julian Huxley e Georges Teissier cunharam esse termo em 1936. Em um documento conjunto, eles concordaram em usar esse termo para evitar confusão no campo do crescimento(34).

O termo *Alometria* é muitas vezes expressa em termos de um expoente de escalonamento com base na MC, ou o comprimento do corpo em humanos. O escalonamento *alométrico* é utilizado para elucidar várias questões de tamanho na biologia e representa diferentes frentes de estudos nas espécies de animais e plantas e até eventos fisiológicos como o metabolismo humano, circulação e respiração(28,30,35).

Huxley & Tessier proporam uma terminologia que descrevesse essas relações dessa escala alométrica. Eles reconheceram que muitos relacionamentos de escala, quando plotados em uma escala log-log, eram lineares. Consequentemente, essas relações poderiam ser descritas usando a equação linear simples:

$$\log y = \alpha \log x + \log b$$

onde x é o tamanho do corpo, y é o tamanho do órgão, log b é o intercepto da linha no eixo y e α é a inclinação, também conhecido como coeficiente alométrico. Quando x e y são tamanhos de corpo e órgão em diferentes estágios de desenvolvimento, o coeficiente alométrico captura a taxa de crescimento diferencial entre o órgão e o corpo como um todo.

Quando o órgão tem uma taxa de crescimento maior que o corpo inteiro ($\alpha > 1$), o fenomeno é chamado de alometria positiva ou hiperalometria. Quando o contrário ocorre ($\alpha < 1$), é chamado de alometria negativa ou hipoalometria e quando o crescimento do órgão é identico ao do corpo ($\alpha = 1$), a condição é chamada de isometria. A cabeça humana é um exemplo de alometria negativa, uma vez que cresce mais lentamente que o resto do corpo após o nascimento e, portanto, é proporcionalmente menor em adultos do que em crianças (30).

1.3 A PROPOSTA DO ÍNDICE DE *BENN*

Em relação a avaliação e acompanhamento em larga escala existem várias discussões na literatura de como se realizar esse acompanhamento para tradução do risco pelo acúmulo de adiposidade ou pelo baixo peso. Geralmente são utilizados dados de MC e altura de crianças e adolescentes, que são de dados de fácil acesso e coleta, no monitoramento populacional da situação nutricional global.

De forma a avaliar as duas medidas, são criados índices MC-e-altura para acompanhar e avaliar o estado nutricional de indivíduos. Em 1971, em estudo de relações matemáticas da MC e altura, *Benn*(36) propôs premissas matemáticas nas quais esse índice final deveria se encaixar para fazer uma boa avaliação nutricional de indivíduos e populações, sendo:

- 1) O índice deveria ter altas correlações com medidas indiretas de adiposidade (dobras cutâneas (DC), medidas de bioimpedância (BIA), DXA, entre outros);
- 2) O índice final de MC-e-altura deveria ser independente da medida da altura (denominador do índice).

A partir dessas premissas a proposta é a utilização de um índice que reflita tanto a MC independente da altura, quanto a harmonização da relação entre as expansões de massa e área durante o processo de crescimento humano, pela seguinte equação:

$$\text{Índice} = \frac{\text{Massa corporal}}{\text{Altura}^p}$$

Onde o p é o valor mais adequado para linearização da MC pela altura de acordo com as particularidades do processo de crescimento (sexo e idade).

Em seu trabalho *Benn*, propõe que a relação de linearidade deve ser estabelecida em escala log, ou escala multiplicativa, uma vez que se considera que a MC (volume) contém a dimensão da altura (área) (36). Essa ideia traz à tona que há necessidade de se calcular um valor p para cada faixa etária e sexo, uma vez que no processo de crescimento da altura, durante as duas primeiras décadas de vida, há significantes alterações tanto nas proporções corporais como na composição corporal, onde há uma alteração significativa e não homogênea da musculatura, massa óssea e massa adiposa em meninos e meninas (19,21,26,36).

1.4 AS EVIDÊNCIAS DA ALOMETRIA NA ANÁLISE DA MASSA CORPORAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Na década de 1980 Cole et al (7) investigaram o *Índice de Benn*, em amostra da NHANES, ajustando p por sexo e idade. O valor ideal de p foi de 2 em crianças pré-escolares, aumentou gradualmente até 3 aos 11 anos e regrediu a 2 após a finalização do crescimento linear. Não houve diferenças étnicas no ajuste e o autor conclui pela utilização de p igual a 2 em todas as faixas etárias e sexo, com ressalvas para a puberdade.

Em uma outra análise com crianças de 7 a 15 anos de Hong Kong e da Austrália (37) sugere o uso do expoente 2 por ser aquele que propiciava maior correlação entre o índice e a adiposidade medida por dobras cutâneas. Entretanto, a correlação entre massa corporal e altura se aproxima de zero apenas quando se permite a flutuação dos valores p por sexo e idade.

Dados de adolescentes do sexo masculino dos EUA, UK, Hong Kong e Cingapura mostrou que os valores p variavam entre as populações ainda que mantendo a mesma trajetória ao longo do espectro etário. Em todas as amostras o valor máximo de p coincide com as idades associadas ao período da puberdade. Na *subamostra* dos EUA utilizada no estudo, o *Índice de Benn* apresentou maior correlação que o IMC com o diagnóstico de excesso de adiposidade, medido por dobras cutâneas (8).

No único estudo longitudinal encontrado sobre o tema, realizado com crianças inglesas e caucasianas de 7 a 12 anos, o índice de massa isométrico foi considerado bom marcador de adiposidade no grupo estudado por apresentar independência da altura. Na mesma análise, contudo, crianças com valores de altura mais elevado apresentavam alterações em marcadores metabólicos associados à obesidade, como redução da leptina e aumento da resistência à insulina (11). Esses resultados são sugestivos da necessidade de ajuste alométrico para IMC e, posteriormente, o trabalho foi criticado por ter realizado ajuste inadequado para as dimensões corporais. Este ajuste inadequado comprometeu a conclusão original dos autores (38).

Em estudos mais recentes, com crianças polonesas (5 a 18 anos) encontrou p valores diferentes para meninos e meninas (2,84 e 2,68 respectivamente). Essa análise não permitiu que os valores flutuassem ao longo do espectro etário, porém encontrou maiores médias e valores de dispersão para o que foi chamado de Índice da Forma Corporal (IFC) em idades típicas da puberdade. Observou-se no estudo que o IFC foi menos influenciado pelo crescimento e portanto mais adequado ao uso em crianças e adolescentes, do que o IMC e o Índice Ponderal (IP), apresentando correlação não estatisticamente significativa com a altura dos indivíduos(13).

Peterson et al. propuseram o uso de do IP que eles renomearam como “*Tri-Podenral Massa Index*” (TMI) como uma alternativa mais viável ao IMC para se avaliar a MC de indivíduos em crescimento. O estudo foi realizado em população norte-americana de 8 a 29 anos (NHANES IV), onde se utilizou valores de massa adiposa obtidos por DXA (Exame de Densitometria por emissão de raio X) para se calcular índices de porcentagem de gordura corporal e se testar contra os diagnósticos feitos via TMI. As conclusões dos autores foram que TMI estima melhor percentual de gordura corporal do que IMC, que ele diagnostica mais efetivamente o status de sobrepeso versus peso normal do que os escores Z do IMC até os 17 anos(39).

As duas proposições do *Índice de Benn* foram integralmente atendidas em um único estudo australiano realizados com crianças de 7 a 15 anos. Neste caso, entretanto, a adiposidade foi medida indiretamente, por meio de pregas cutâneas (37). Nenhum dos outros estudos revisados mostra em seus resultados a observação simultânea das proposições do *Índice de Benn*.

Um ponto crítico é que, em todos os artigos revisados, não há menção da exclusão dos valores extremos de MC e altura, o que poderia influenciar na estimativa do p valor. Além disso, a exclusão destes valores permite diferenciar o efeito alométrico no crescimento das possíveis alterações do estado nutricional. Sem as exclusões uma parte do ajuste para altura torna-se ajuste para o excesso de MC observado em algumas das populações estudadas. Esse aspecto interfere de modo considerável na análise sobre a necessidade de se usar um índice de massa alométrico (p valor em função da idade e sexo) ao invés do IMC em crianças e adolescentes.

Todos esses estudos estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1. Principais resultados da análise da alometria nos índices de massa corporal na literatura até o momento, Brasil, 2018

Autor	População	Premissas	Principais Resultados
Peterson <i>et al.</i> (2017)(39)	Norte Americana NHANES IV 8 a 29 anos	Independência com a altura Estimativa da Gordura Corporal*	O valor de $p=3$ estima melhor do que $p=2$ os níveis de gordura corporal (DXA) em indivíduos de 8-17 anos do que o IMC. Sugere a substituição da classificação em escores Z do IMC-para-idade na faixa etária estudada pelo TMI.
Metcalf <i>et al.</i> 2011(11)	Inglaterra 7 a 12 anos Ambos sexos (Longitudinal)	Independência com a altura Máxima correlação com adiposidade	O valor de $p=2$ foi considerado bom marcador de adiposidade e apresentou relativa independência com a altura → falhas metodológicas na análise. Crianças mais altas, alterações na leptina e resistência à insulina.
Lebiedowska <i>et al.</i> 2008(13)	Polônia 5 a 18 anos Ambos os sexos	Independência com a altura	Estimou-se o valor $p=2,84$ para meninos e $p=2,68$ para meninas. Não se estabeleceu diferentes valores de p ao longo do espectro etário O índice de MC calculado com esses valores p não apresentou correlação estatisticamente significativa com a altura dos indivíduos. Maiores médias e DP para o índice de forma corporal foram encontradas nos grupos de 9 a 12 anos e de 15 a 18 anos.
Cole <i>et al.</i> 1986(7)	HES II e II HANES I Estudos norte-americanos específicos 0 a 21 anos Ambos Sexos	Independência com a altura	Na estimativa de p valor há diferenças dos valores entre sexo masculino e feminino através do espectro etário, porém não diferenças significativas quando se faz a predição de p para diferentes fenótipos humanos. Valor 2 é ideal na fase pré-escolar e após o término do aumento da altura. Aumento expressivos de p a partir de 10 anos até final da puberdade. Conclusão: Isometria para o IMC com ressalvas para resultados observados durante a puberdade.
Franklin <i>et al.</i> 1999(40)	EUA, UK, Hong Kong e Cingapura Masculino	Independência com a altura Máxima correlação com a adiposidade (subamostra)	Variações de p variam dentro do espectro etária, principalmente durante a puberdade. Mostrou que o expoente 2 mantém a máxima correlação com adiposidade medida via dobras cutâneas
Lazarus <i>et al.</i> 1996(41)	Hong Kong e Austrália 7 a 15 anos Ambos sexos	Independência com o denominador Máxima correlação com adiposidade	Sugere o uso do expoente 2, pois é aquele mantém melhor a relação de independência com o denominador do índice e máxima correlação com adiposidade. Correlação entre altura e o índice próxima do 0 quando valor de p flutuava com sexo e idade. Medida de adiposidade foi indireta (dobras cutâneas).

*Metodologia do artigo propõe compara a acurácia do IMC e do TMI (Tri-Ponderal Mass Index) para a estimativa de porcentagem de gordura corporal.

2. JUSTIFICATIVA

O crescimento físico de várias espécies apresenta evidências que não acontece pela teoria da similaridade geométrica, e sim pelo escalonamento alométrico como forma de adaptação e evolução ao ganho de MC durante o desenvolvimento e maturação corporal, e com os humanos não é diferente. Esse fato levanta a probabilidade de que relações de índices entre a MC e altura de pessoas em crescimento podem ser interpretadas erroneamente se esse fato for ignorado.

Evidências presentes na literatura sobre a escala alométrica para índices de MC em menores de 20 anos sugerem haver discrepâncias no uso do valor 2 para obter a independência em relação à altura, podendo isso repercutir na avaliação do estado nutricional, em especial durante o processo de maturação sexual.

Os trabalhos até agora realizados não são conclusivos sobre o uso do p valor 2, principalmente em indivíduos adolescentes (puberdade), porém a maioria ainda sugere a manutenção da avaliação pelo IMC para todas as faixas etárias e sexos, considerando a praticidade na prática clínica e seu desempenho perante a comparação a adiposidade do indivíduo. Nestes trabalhos os ajustes propostos são analisados sem realizar a exclusão de valores MC e altura de seu conjunto de dados. E adicionalmente, apenas um dos estudos testou as duas premissas de Benn na mesma população, e o fez com medidas indiretas de adiposidade em faixa etária restrita.

Um aspecto ainda inexplorado na literatura consultada é a realização do ajuste da relação entre MC e altura em grandes amostras ou populações etnicamente diversificadas. Usualmente os estudos que analisaram essa relação foram feitos em populações de um único país ou, em alguns casos, em faixas etárias limitadas dentro do espectro do crescimento ou, ainda, analisando o ajuste alométrico em apenas um dos sexos.

Esse estudo pretende agregar informações analíticas acerca do ajuste da escala alométrica durante o crescimento físico que ao mesmo tempo: 1) atendam às premissas matemáticas para a criação de índices de avaliação da MC; 2) exclusão de valores extremos que possam confundir o que é o ajuste alométrico e alteração do estado nutricional; e 3) diversificação étnica das amostras analisadas. Com este conjunto de informações, apresentar uma nova perspectiva em relação a avaliação da MC em menores de 20 anos.

3. OBJETIVOS

- Analisar a associação entre o IMC, a altura e a gordura corporal entre menores de 20 anos;
- Testar um novo expoente alométrico internacional para o ajuste da relação entre massa corporal e altura em menores de 20 anos;
- Analisar a associação entre o IA e IMC com altura e a gordura corporal em menores de 20 anos de diferentes nacionalidades e fenótipos humanos;

4. MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE

Foram elencados para essa análise todos os inquéritos de saúde e nutrição de base populacional cujos microdados tinham livre acesso para *download*. Desses, foram selecionados os que apresentavam as variáveis de interesse para o estudo (massa corporal, altura, idade, sexo, etnia e variáveis de composição corporal).

Procurou-se incluir na amostra final países de diferentes fenótipos humanos para se garantir a variabilidade das dimensões corporais estudadas. De todas as bases acessadas, o processo de seleção dos inquéritos, bem como os critérios de exclusão, está descrito no fluxograma no Anexo 1.

Das bases de dados selecionadas, a Tabela 1 descreve o quantitativo e as variáveis de interesse disponíveis em cada um dos inquéritos.

Tabela 1. Relação da origem dos inquéritos utilizados nas análises propostas e suas respectivas variáveis e quantitativo disponíveis, Brasil, 2018.

Variáveis	EUA ⁽⁵⁾ (1999-2013)	México ⁽⁴²⁾ (2012)	Brasil ⁽⁴³⁾ (1989)*	Coreia do Sul ⁽⁴⁴⁾ (1998-2014)	Inglaterra ⁽⁴⁵⁾ (2005-2015)
<i>Demográficas</i>					
Idade (meses)	31370	40999	33888	22492	37169
Sexo	31370	40999	33888	22492	37169
Fenótipo Humano	31370	-	29058	-	55191
<i>Antropométricas</i>					
Altura (cm)	31370	40999	33888	22492	37169
Peso (Kg)	31370	40999	33888	22492	37169
Dobras cutâneas (mm)	12491	-	2908	-	-
Circunferência de Cintura (cm)	15080	-	2908	10902	11280
<i>Bioimpedância Elétrica</i>					
Resistência (Ohms)	6792	-	2895	-	-
Reatância (Ohms)	6792	-	2895	-	-
<i>Densitometria (DXA)</i>					
Massa Magra	9247	-	-	1113	-
Massa adiposa	9247	-	-	2128	-
Massa óssea	9247	-	-	-	-
<i>Valores Bioquímicos</i>					
Triglicerídeos (g/dL)	1116	-	1031	10972	-
Colesterol Total (g/dL)	2397	-	1031	4105	3803
HDL – Colesterol (g/dL)	2395	-	1031	6265	2696
Glicemia (g/dL)	11622	-	1031	2989	2144

*Considerou-se Brasil, a Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição de 1989 e mais 2 inquéritos de saúde local: São Paulo, 2007(46)/ Piracicaba, 2012(47).

Os estudos selecionados como já descrito estão disponíveis para download de seus microdados na web, com exceção dos três inquéritos regionais brasileiros, que são do grupo de pesquisa do LANPOP-USP, no caso de Piracicaba e São Paulo. Só foram utilizados estudos que já foram testados em relação a sua consistência de dados, que seu desenho amostral tenha sido publicado para a comunidade científica e que possuíam artigos publicados sobre eles.

Os dados após selecionados foram configurados e compatibilizados em suas variáveis em comum, e foram reunidos em uma única base de dados, com identificação do inquérito de origem. As unidades de medida das variáveis antropométricas e de composição corporal foram convertidas ao sistema métrico único.

A variável idade foi convertida em unidade mês, pois todas as análises foram conduzidas nessa unidade, porém no caso dos inquéritos da Inglaterra e da Coreia do Sul as idades não foram fornecidas em meses, apenas em anos, portanto optou-se pela multiplicação dos valores inteiros por 12 e se acrescentou mais 6 ao valor obtido para se corrigir possíveis distorções nas análises em relação a idade.

Em relação a etnia descrita nos inquéritos, suas categorizações internas eram bastante heterogêneas, portanto optou-se por compatibilizar em cinco grandes grupos étnicos em comum nos inquéritos utilizados. Por inconsistências dos termos “cor da pele”, “raça” e “etnia” em definir completamente variações biológicas entre os indivíduos, utilizou-se o termo *Fenótipo Humano*¹ no presente estudo.

Foram considerados fenótipos humanos: 1) Brancos; 2) Negros; 3) Asiáticos; 4) Hispânicos, e; 5) Raças Mistas e outras raças. Os inquéritos sul-coreanos e mexicano não forneceram a variável raça, por isso sul-coreanos foram considerados asiáticos e mexicanos foram considerados hispânicos em sua totalidade. A compatibilização está descrita no Quadro 2.

¹ Fenótipo Humano foi utilizado para descrever diferenças étnicas, de raça ou de cor da pele entre os indivíduos estudados.

Quadro 2. Compatibilização dos fenótipos humanos dos diferentes países para blocos em comum, Brasil, 2018

Etnia Compatibilizada	EUA	Brasil	México	Coreia do Sul	Inglaterra
Branços	Branços não hispânicos	Branca	-	-	Branco Branco Britânico Branco Irlandês Outros Brancos Branco - Inglês/Galês/Escocês/Irlandês Branco –Cigano ou nômade irlandês
Negros	Negros Não Hispânicos	Preta	-	-	Negro Africano Negro Caribenho Outros Negros Negros Britânicos Africanos
Asiáticos	Asiáticos não hispânicos	Amarela	-	Sul coreano	Chinês Asiático Britânicos
Hispânicos	Mexicanos Americanos e Outros Hispânicos	-	Mexicano	-	Caribenhos
Raças Mistas e outras raças	Outras raças – incluindo raças mistas	Parda	-	-	Indiano Árabe Paquistânês Bangladesh Outros Sri-Lanka Outros Asiáticos Chineses ou outros grupos étnicos Qualquer outro grupo Misto – Branco e Negros (caribenho ou africano) Misto – Brancos e asiáticos Múltiplas etnias

Os fenótipos humanos Indiano, Árabe, Paquistânês, Bangladesh e Sri-Lanka foram excluídos da análise por serem um estrato que não poderia ser considerado raças mistas, e não poderiam ser incluídos na categoria “Asiáticos”. Os valores de observações desses grupos dentro da Inglaterra somavam menos de 1% de toda a amostra.

Após a compatibilização de todas as variáveis de interesse, conduziu-se uma nova análise de qualidade em relação a valores biologicamente implausíveis (VBI) de altura, onde se converteu os valores altura em escores Z de altura-para-idade (A/I) segundo referência da Organização Mundial de Saúde (OMS)(48) e se exclui valores abaixo de -6 e acima de +6 escores Z.

Adicionalmente foram excluídos os indivíduos que continham *missing* nas variáveis de interesse da análise, bem como aqueles que apresentavam valores

negativos ou nulos de MC e altura, ou que apresentavam valores abaixo de 2,5kg ou acima de 200kg para MC e menos de 30cm para altura.

4.2 DESCRIÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES ENTRE IMC, ALTURA E GORDURA CORPORAL

Como descrito na introdução, há indícios problemas no uso do IMC em crianças e adolescentes como ele é utilizado em adultos, uma vez que esses indivíduos ainda sofrem alterações da dimensão corporal devido ao processo de crescimento.

No trabalho seminal de *Benn* (49) o autor indica que uma boa proposta de formulação de índice para se avaliar a massa corporal em indivíduos em crescimento deve seguir duas premissas: 1) ele deve ser altamente correlacionado com medidas indiretas de adiposidade, e; 2) ser independente do seu denominador, que no caso é a altura.

Para se observar o desempenho do IMC em relação a essas duas premissas, calculou-se o IMC dos indivíduos que tinham valores de massa corporal e altura válidos nos inquéritos de saúde selecionados da seguinte maneira:

$$1) \text{ IMC} = \frac{\text{Peso}}{\text{Altura}^2}$$

Após o cálculo do IMC realizou-se o teste de correlação de Pearson (*r*) afim de testar a correlação nula entre o índice e seu denominador (altura), e a máxima correlação entre o IMC e a medida indireta da massa adiposa.

A análise foi conduzida em duas etapas, primeiro verificou-se a associação da altura com o valor do IMC nos cinco países em todos os indivíduos disponíveis para análise, e estratificou-se as medias dessa correlação por país, sexo e faixa etária.

A segunda parte investigou a associação do IMC com as variáveis disponíveis em relação a composição corporal, e não apenas sobre a adiposidade do indivíduo, usando também indicadores bioquímicos, de massa óssea e de massa muscular. Para essas análises utilizou-se os seguintes marcadores:

- a) Relação circunferência de cintura/altura (CC/A);
- b) Densidade óssea medida por DXA;

- c) Massa muscular total medida por DXA;
- d) Massa adiposa total medida por DXA;
- e) Massa adiposa do tronco medida por DXA;
- f) Razão “Fat-to-Lean” (*rfl*), definida por:

$$a. \text{ } rfl = \frac{\text{Massa adiposa total (kg)}}{\text{Massa Muscular total (kg)}}$$

Análises adicionais foram conduzidas com marcadores de compartimento de massa analisados por outros métodos e com marcadores bioquímicos relacionados com excesso de massa adiposa corporal e que estavam disponíveis em comum entre os inquéritos. Os resultados dessas análises serão apresentados em anexo por reproduzirem os resultados com indicadores por DXA e da CC/A. Foram utilizados para análises complementares com os seguintes marcadores:

- a) Circunferência de Cintura (CC) em cm;
- b) Somatório de duas dobras cutâneas (DC) (tricipital e subescapular);
- c) Ângulo de Fase (AF), definido por:

$$a. \text{ } AF = \arctan\left(\frac{\text{reactância}}{\text{resistência}}\right) \times (180^\circ/\pi)$$

- d) Hemoglobina Glicada (%);
- e) Colesterol total (g/dL);
- f) Colesterol HDL (g/dL);
- g) Triglicérides (d/dL).

Para a análise dos marcadores bioquímicos se conduziu uma classificação em relação aos marcadores sanguíneos, onde se estimou a mediana da Razão Colesterol total/ colesterol HDL (CT/HDL) e Hemoglobina Glicada (HG), por serem os únicos marcadores em comum e com observações suficientes entre os inquéritos selecionados. Os indivíduos foram classificados com maior probabilidade de alterações bioquímicas quando os dois parâmetros estavam acima da mediana da sua população de origem. Foram definidos com baixa probabilidade de alteração, crianças e adolescentes com nenhum ou um parâmetro acima da mediana. Esses marcadores para as análises finais não foram estratificados por país, pois os números de observações em cada casela era menor que 100 indivíduos. Portanto optou-se por conduzir as análises em pool de dados agrupados apenas por sexo e faixa etária.

4.3 ANÁLISE DA ALOMÉTRIA NA FORMULAÇÃO DE UM NOVO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

A análise em questão é inspirada na metodologia estabelecida por *Benn*(49) que se propõe a estimar um *valor ótimo* para um expoente que linearize a relação entre MC e altura e torne a medida do índice independente da medida da altura do indivíduo. Para isso foram realizadas as etapas descritas a seguir para se estimar o valor desse expoente por sexo e faixa etária em uma proposta de utilização internacional.

4.3.1 Cálculo do *p* valor- A proposta do Índice de *Benn*

Para o cálculo do *p*² valor utilizou-se a metodologia proposta por *Benn* em 1971 (49), que sugere uma regressão linear log-log entre massa corporal e altura em escala logarítmica, conduzido por sexo e faixa etária para se capturar o valor ótimo para linearização entre a relação peso e altura.

A regressão linear proposta para definir o *p* valor foi conduzida com os valores de MC e altura convertidos na escala logarítmica, em 25 grupos etários (de 6 em 6 meses para menores de 60 meses e de 1 em 1 ano para maiores de 60), para os ambos os sexos e para cada país selecionado para o estudo, utilizando a seguinte equação:

$$1) \log(Massa\ Corporal) = \alpha \times \beta(\log Altura)$$

Onde, o α seria a constante de proporcionalidade e o β seria o coeficiente de linearização da relação entre MC e altura. Os valores de β deram origem ao *p* valor segundo a estratificação proposta.

Essa análise foi feita em três versões:

- 1) Por país, sexo e faixa etária: com todos os indivíduos disponíveis nas bases de dados com valores válidos de MC, altura, sexo e idade. Excluiu-se apenas os valores biologicamente implausíveis para altura (50).

² Tradicionalmente na área de saúde coletiva e epidemiologia, o termo *p* valor se refere a significância do teste estatístico, porém nesse manuscrito o termo *p* valor se refere ao termo do inglês "Power" para indicar o valor de linearização da altura em relação ao peso.

- 2) Por país, sexo e faixa etária: apenas com os indivíduos disponíveis nas bases de dados após uma limpeza de consistência interna do efeito alométrico, que será explicada mais a diante no texto;
- 3) Por sexo e faixa etária: apenas com os indivíduos disponíveis nas bases de dados após limpeza de consistência interna, essa última estimativa sendo conduzida em *pool* de dados com todos os países, como uma proposta internacional para o *p* valor, que será chamado de *ip* valor ao longo do texto.

Para os *p* valores e o *ip* valor acima descritos foi utilizada a técnica de modelagem por *spline* (5 knots *a priori*) para alisar os valores pelo espectro etário. Logo após esses valores foram interpolados de mês em mês, por sexo, considerando o valor 2 ao nascimento e o mesmo valor ao termino da adolescência aos 240 meses.

A Tabela 2 demonstra a quantidade de indivíduos por faixa etária, sexo e país que estavam disponíveis após a seleção dos inquéritos que seriam utilizados para a estimativa do *p* valor anteriormente a limpeza dos dados.

Tabela 2. Quantitativo de indivíduos por país, sexo e faixa etária disponíveis para o cálculo do *p* valor, Brasil, 2018.

Idade (meses)	Meninos					Meninas				
	EUA	México	Brasil	Inglaterra *	Coréia do Sul*	USA	México	Brasil	Inglaterra *	Coréia do Sul*
0	803	375	340	137	-	731	405	340	142	-
6	768	476	352	-	-	779	484	330	-	-
12	480	541	391	183	561	415	550	385	201	532
18	519	517	383	-	-	509	512	383	-	-
24	396	592	370	854	557	417	538	332	840	507
30	542	569	343	-	-	473	540	346	-	-
36	299	546	388	1,021	564	249	601	405	994	497
42	404	580	398	-	-	400	559	372	-	-
48	314	580	421	1,109	605	304	617	381	1,138	552
54	267	537	347	-	-	256	538	335	-	-
60	647	1,108	773	1,134	628	650	1,124	745	1,128	550
72	675	1,159	845	1,159	590	653	1,184	772	1,124	565
84	692	1,234	893	1,186	657	654	1,203	824	1,137	602
96	694	1,235	825	1,199	645	670	1,254	725	1,183	587
108	648	1,27	773	1,118	683	680	1,235	811	1,081	597
120	655	1,074	792	1,146	741	626	1,021	792	1,125	679
132	640	1,114	790	1,132	762	708	1,135	779	1,128	638
144	810	1,021	734	1,127	706	806	1,026	762	1,038	626
156	817	916	742	1,075	716	839	905	728	1,038	633
168	797	941	752	1,053	690	832	872	712	1,051	604
180	784	876	624	1,044	634	729	837	627	1,02	538
192	869	888	704	858	603	787	824	663	884	557
204	850	862	607	744	542	767	812	602	870	561
216	784	820	636	715	481	770	885	587	705	446
228	799	717	557	646	383	713	790	540	702	473
Total	15953	20405	14870	18640	11748	15417	20451	14278	18529	10744

*Idades não disponíveis no banco de dados, pois os microdados só forneciam a idade em anos.

4.3.2 *Cálculo dos índices de massa corporal*

Com a estimativa do *p* valor e do *ip* valor calculou-se o Índice de Massa Corporal Alométrico (IA), pela seguinte formula:

$$1) IA = \frac{Peso}{Altura^p} \quad \text{ou} \quad IA = \frac{Peso}{Altura^{ip}}$$

Onde *p* valor e *ip* valor eram específicos por sexo e faixa etária, e por país dependendo da análise conduzida.

4.4 LIMPEZA DOS DADOS PARA CALCULO DO P VALOR

4.4.1 *Proposta de seleção dos indivíduos para cálculo do p valor*

A seleção das crianças e adolescentes foi conduzida por país, faixa etária e sexo em duas etapas: 1) Identificação de valores biologicamente implausíveis segundo referência da OMS(50) como descrito anteriormente no texto, e; 2) Identificação de valores não esperados para a idade (VNEI) baseadas em características da própria população (51).

4.4.2 *Predição de Valores Não Esperados para Idade (VNEI) para massa corporal e altura*

Os cinco países escolhidos apresentavam inquéritos em diferentes anos e diferentes contextos epidemiológicos. Para se utilizar a população selecionada para a modelagem de *p* valores, procedeu-se inicialmente com uma seleção dos indivíduos que fariam parte dessa predição.

As figuras 1 e 2 descrevem as médias de IMC dos cinco países por sexo e faixa etária, demonstrando os diferentes contextos principalmente em relação ao excesso de peso dos indivíduos analisados, demonstrando que há uma necessidade de limpeza dos dados previamente a estimativa do efeito alométrico do crescimento dessas crianças e adolescentes, para não se considerar como alometria a alteração do estado nutricional.

Figura 1. Média de IMC por faixa etária em meninos nos 5 países utilizados para cálculo do p valor, Brasil, 2018.

Figura 2. Média de IMC por faixa etária em meninas nos 5 países utilizados para cálculo do p valor, Brasil, 2018.

A definição de valores VNEI foi feita em 3 etapas distintas, sempre conduzidas por sexo, faixa etária e país de origem do indivíduo. Inicialmente converteu-se os valores de MC e altura para a escala logarítmica e a idade em meses foi convertida para escala polinomial para se obter a máxima *homocedasticidade* nas três distribuições. Após essa transformação, os valores foram conduzidos em três modelos de regressão linear como descrito na sequência nas equações:

- 1) $\log(\text{Massa Corporal}) = \alpha \times \beta(\text{polinomio Idade})$
- 2) $\log(\text{Altura}) = \alpha \times \beta(\text{polinomio Idade})$
- 3) $\log(\text{Massa Corporal}) = \alpha \times \beta(\log \text{Altura})$

Após do cálculo de cada um dos modelos de regressão linear, estimou-se o resíduo de cada regressão que foi padronizado em valores de escore Z.

Foi considerado indivíduos com valores VNEI aqueles que apresentavam o resíduo de qualquer uma das três regressões lineares abaixo de -2 e acima de +2 escores Z, sendo essa classificação conduzida utilizando-se a população de origem como referência para a classificação. Esses indivíduos foram excluídos das estimativas do *p* valor e do *ip* valor. A Tabela 3 demonstra a proporção de indivíduos por sexo, faixa etária e país, que foram excluídos de cada extrato de análise da amostra selecionada.

Foram excluídos da estimativa do *p* valor ao todo 6615 meninos e 6581 meninas, totalizando a exclusão de 8,2% da amostra total. A exclusão por país representou: 10,3% nos EUA, 9,4% no México, 8,4% no Brasil, 8,8% na Inglaterra e 8,4% na Coreia do Sul. O efeito gráfico dessa exclusão de indivíduos pode ser visualizado no Anexo 4, demonstrando que houve a exclusão de indivíduos centrais a distribuição, e não apenas aqueles com valores periféricos, o que indica que poderia haver uma desproporção incomum da MC com a altura, e das duas em relação a relação à idade do indivíduo.

Tabela 3. Quantitativo e proporção de indivíduos excluídos da estimativa de p valor, por país, sexo e faixa etária, Brasil, 2018.

Idade (meses)	Masculino					Feminino				
	EUA (%)	México (%)	Brasil (%)	Inglaterra (%)*	Coréia do Sul (%)*	EUA (%)	México (%)	Brasil (%)	Inglaterra (%)*	Coréia do Sul (%)*
0	64 (8,0)	28 (7,5)	30 (8,8)	-	-	74 (10,1)	35 (8,6)	31 (9,1)	-	-
6	58 (7,6)	47 (9,9)	32 (9,1)	7 (5,1)	-	73 (9,4)	39 (8,1)	23 (7,0)	8 (5,6)	-
12	37 (7,7)	50 (9,2)	29 (7,4)	-	-	32 (7,7)	53 (9,6)	34 (8,8)	-	-
18	51 (9,8)	41 (7,9)	34 (8,9)	14 (7,7)	36 (6,4)	35 (6,9)	43 (8,4)	32 (8,4)	15 (7,5)	32 (6,0)
24	22 (5,6)	44 (7,4)	36 (9,7)	-	-	28 (6,7)	37 (6,9)	29 (8,7)	-	-
30	36 (6,6)	47 (8,3)	24 (7,0)	54 (6,3)	43 (7,7)	40 (8,5)	45 (8,3)	32 (9,2)	58 (6,9)	30 (5,9)
36	25 (8,4)	48 (8,8)	26 (6,7)	-	-	18 (7,2)	54 (9,0)	39 (9,6)	-	-
42	36 (8,9)	45 (7,8)	32 (8,0)	75 (7,3)	39 (6,9)	32 (8,0)	46 (8,2)	33 (8,9)	75 (7,5)	30 (6,0)
48	25 (8,0)	46 (7,9)	32 (7,6)	-	-	27 (8,9)	50 (8,1)	29 (7,6)	-	-
54	19 (7,1)	44 (8,2)	23 (6,6)	74 (6,7)	51 (8,4)	21 (8,2)	51 (9,5)	21 (6,3)	90 (7,9)	36 (6,5)
60	63 (9,7)	93 (8,4)	58 (7,5)	90 (7,9)	52 (8,3)	59 (9,1)	92 (8,2)	55 (7,4)	89 (7,9)	48 (8,7)
72	61 (9,0)	98 (8,5)	53 (6,3)	90 (7,8)	45 (7,6)	57 (8,7)	99 (8,4)	60 (7,8)	97 (8,6)	48 (8,5)
84	62 (9,0)	107 (8,7)	73 (8,2)	90 (7,6)	52 (7,9)	51 (7,8)	104 (8,6)	58 (7,0)	92 (8,1)	45 (7,5)
96	63 (9,1)	114 (9,2)	43 (5,2)	88 (7,4)	59 (9,1)	56 (8,4)	119 (9,5)	48 (6,6)	92 (7,8)	43 (7,3)
108	63 (9,7)	109 (8,6)	59 (7,6)	91 (8,1)	48 (8,7)	66 (9,7)	106 (8,6)	59 (7,3)	85 (7,9)	54 (9,0)
120	55 (8,4)	75 (7,0)	56 (7,1)	106 (9,2)	51 (7,0)	48 (7,7)	90 (8,8)	70 (8,8)	88 (7,8)	48 (7,1)
132	59 (9,2)	86 (7,7)	57 (7,2)	92 (8,1)	56 (6,9)	61 (8,6)	94 (8,3)	58 (7,4)	87 (7,7)	50 (7,8)
144	55 (6,8)	82 (8,0)	67 (9,1)	91 (8,1)	49 (7,3)	73 (9,1)	98 (9,6)	63 (8,3)	94 (9,1)	56 (8,9)
156	70 (8,6)	77 (8,4)	51 (6,9)	74 (6,9)	62 (8,7)	77 (9,2)	79 (8,7)	63 (8,7)	92 (8,9)	50 (7,9)
168	73 (9,2)	92 (9,8)	52 (6,9)	82 (7,8)	64 (9,3)	69 (8,3)	79 (9,1)	53 (7,4)	94 (8,9)	42 (7,0)
180	71 (9,1)	76 (8,7)	46 (7,4)	89 (8,5)	53 (8,4)	61 (8,4)	74 (8,8)	50 (8,0)	89 (8,7)	41 (7,6)
192	81 (9,3)	88 (9,9)	53 (7,5)	75 (8,7)	43 (7,1)	65 (8,3)	67 (8,1)	55 (8,3)	88 (10,0)	40 (7,2)
204	78 (9,2)	80 (9,3)	44 (7,2)	73 (9,8)	46 (8,5)	63 (8,2)	71 (8,7)	47 (7,8)	74 (8,5)	49 (8,7)
216	73 (9,3)	74 (9,0)	45 (7,1)	62 (8,7)	41 (8,5)	65 (8,4)	85 (9,6)	56 (9,5)	52 (7,4)	35 (7,8)
228	80 (10,0)	61 (8,5)	43 (7,1)	50 (7,7)	28 (7,3)	69 (9,7)	75 (9,5)	46 (8,5)	56 (8,0)	40 (8,5)
Total	1380 (8,7)	1752 (8,6)	1098 (7,4)	1467 (7,9)	918 (7,8)	1320 (8,6)	1785 (8,7)	1144 (8,0)	1515 (8,2)	817 (7,6)

*Idades não disponíveis no banco de dados, pois os microdados só forneciam a idade em anos.

4.5 ANÁLISE DAS DUAS PREMISSAS DE BENN E A EVIDÊNCIAS DO DESEMPENHO DO ÍNDICE ALOMÉTRICO (IA)

4.5.1 *Análise de correlação entre IA e altura do indivíduo: a segunda premissa de Benn*

Para análise da correlação com a altura e o IA, o índice foi calculado de 3 maneiras distintas:

- 2) Com o p valor, calculado por país sem a limpeza dos valores VNEI;
- 3) Com o p valor, calculado por país com a limpeza dos valores VNEI;
- 4) Com o ip valor calculado no pool de dados com a limpeza dos valores VNEI;

Após essa etapa foi realizado o teste de correlação de Pearson (r), da mesma maneira que foi descrito no item 4.2 descrito anteriormente para o IMC, afim de testar

a correlação nula entre o índice e seu denominador, e o desempenho do *ip* valor em relação aos valores *p* definidos por país.

Os quantitativos de indivíduos utilizados nessa análise estão descritos na Tabela 2.

4.5.2 Análise de correlação entre IA e adiposidade do indivíduo: a primeira premissa de Benn

Para a análise da primeira premissa de *Benn* foram preparados razões e somatórios das medidas indiretas de adiposidade e também foi realizado análises pautadas em outros compartimentos corporais, como tecido muscular e ósseo para um entendimento mais amplo da relação do IA e os compartimentos corporais que compõe a massa total.

As correlações de cada razão ou medida indireta de adiposidade foram estimadas por Pearson (*r*), assim como foi feito para o IMC descrito no item 4.2. Para os marcadores bioquímicos foi estimado o coeficiente de Pearson via regressão linear com ajuste para idade e sexo.

Para a observação do desempenho do IA para essa premissa, utilizou-se apenas os *ip* valor para o cálculo do índice em questão, pois testes de desempenho dos *p* valores calculados por país já haviam sido conduzidos e o *ip* valor mostrou um desempenho superior.

A análise foi conduzida a partir dos 10 anos, pois os inquéritos não apresentavam quantitativo suficiente das variáveis de composição corporal em crianças menores a essa idade. Quando acima de 10 anos, as caselas estratificadas que ficavam com menos de 100 observações, os resultados não foram apresentados. A Tabela 4 descreve o quantitativo por país, sexo e faixa etária utilizados.

Das variáveis de composição corporal utilizadas para análise dessa premissa de *Benn*, nem todas estavam disponíveis para todos os países descritos. Os bancos foram reunidos na tentativa de melhor representar as nacionalidades e fenótipos humanos. A única base de dados que está incluída em todas as análises dessa premissa é a população norte americana. Para maiores detalhes dos quantitativos utilizados nessa análise, consulte a Tabela 1.

Tabela 4 – Quantitativo de indivíduos por país, sexo e faixa etária disponíveis para análise da composição corporal, Brasil, 2018.

Idade (anos)	Masculino				Feminino			
	EUA	Brasil	Inglaterra*	Coreia do Sul	EUA	Brasil	Inglaterra*	Coreia do Sul
10	655	298	-	741	626	344	-	679
11	640	303	430	762	708	375	445	638
12	810	363	426	706	806	425	412	626
13	817	335	413	716	839	432	394	633
14	797	307	433	690	832	387	397	604
15	785	152	422	634	729	351	435	538
16	870	136	1080	603	787	246	1182	558
17	850	95**	1013	542	767	156	1112	561
18	785	46**	944	481	770	53**	937	446
19	799	13**	753	383	713	17**	882	473

*Dados apenas a partir dos 11 anos de idade para as variáveis de interesse.

**Dados não serão apresentados em análises.

4.6 EVIDÊNCIAS DO DESEMPENHO DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL ALOMÉTRICO

4.6.1 *Análise de efeitos mistos para análise da variabilidade dos índices entre e intra nacionalidades e fenótipos humanos*

Uma análise de efeitos mistos foi conduzida ajustada por sexo e idade para averiguar a variabilidade de quatro parâmetros nas populações estudadas:

- IMC;
- IA;
- Massa corporal independente da altura (calculada pelo resíduo da regressão linear da MC e a altura, para estimar a massa corporal não predita pela massa óssea);
- Altura em cm.

Para averiguar as diferentes hipóteses sobre a variação das 4 medidas antropométricas anteriormente descritas entre os grupos étnicos e as nacionalidades, foram conduzidas as seguintes análises:

- A análise foi conduzida *intra* país para averiguar a variação dos parâmetros entre os fenótipos humanos presentes em cada inquérito. O modelo de efeitos mistos utilizado nessa análise foi pela estimativa do máximo *loglikelihood* (mle). Essa estimativa foi realizada dentro de cada inquérito que forneceu os dados

dos fenótipos humanos (Brasil, EUA e Inglaterra), que foram compatibilizadas de acordo com o Quadro 2.

- II. No *pool* de dados selecionados, realizou-se uma nova análise para se estimar a variação dos parâmetros entre países presentes (EUA, Brasil, Inglaterra, México e Coreia do Sul). O modelo de ajuste dessa análise foi utilizando apenas o efeito misto (*meonly*).
- III. No *pool* de dados selecionados, realizou-se uma segunda análise para se estimar a variação dos parâmetros entre fenótipos humanos compatibilizados. O modelo de ajuste dessa análise foi utilizando apenas o efeito misto (*meonly*).

Após a condução dessas três etapas se observou diferenças nos resultados entre a análise I e a análise III que tratavam do efeito misto entre fenótipos humanos, portanto se conduziu mais duas análises de efeitos mistos:

- IV. No *pool* de dados selecionados, conduziu-se uma análise para se estimar a variação dos parâmetros entre fenótipos humanos compatibilizadas usando o país de origem como efeito contextual. O modelo de ajuste dessa análise foi utilizando apenas o efeito misto (*meonly*).
- V. No *pool* de dados selecionados, conduziu-se uma análise para se estimar a variação dos parâmetros entre países utilizando a etnia como efeito contextual. O modelo de ajuste dessa análise foi utilizando apenas o efeito misto (*meonly*).

Paras essas análises de efeitos mistos foi utilizado como parâmetro de variabilidade *intra* e entre o *coeficiente de correlação intraclass* (CCI).

O IA para essa análise foi calculado com o *ip* valor.

4.6.2 O incremento da composição corporal e a sua relação com IA e IMC

Para análise do incremento dos diferentes compartimentos de altura, MC e seus marcadores (variáveis descritas na Tabela 1) através do espectro etário selecionado, todas as variáveis foram convertidas em escala logarítmica para se analisar diretamente o incremento em proporção em relação a idade.

Após essa transformação, realizou-se uma regressão linear, entre a idade do indivíduo e as seguintes variáveis: a) CC/A; b) Altura; c) IMC; d) IA; e) MAT; f) MMT;

g) MATR e, h) FTL. As mesmas análises de incremento foram realizadas de forma complementar para os índices: a) CC; b) SDC; e, c) AF. Os resultados dessas ultimas análises complementares serão apresentados em anexo.

Considerou-se o incremento de massa o β da regressão linear definido por sexo e faixa etária das variáveis de interesse contra a idade de cada indivíduo. Esses valores foram plotados em gráficos juntamente com os valores de incremento de IMC e IA em proporção do espectro etário estudado, onde se comparou o comportamento dos incrementos de massa em relação aos dois índices analisados (IMC e IA).

5. RESULTADOS

5.1 DESCRIÇÃO DAS MÉDIAS DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DA POPULAÇÃO ESTUDADA

Foram reunidos dados de cinco diferentes países e de anos de coleta de dados diferentes. No Anexo 2 podem ser visualizados as médias de valores MC e altura antes e após a exclusão de valores VNEI. As Tabelas 17 e 19 demonstram as médias de MC e altura para meninos e as Tabelas 18 e 20 para meninas nas duas situações. A exclusão dos VNEIs praticamente não afetou as médias de MC e altura, e reduziu levemente do desvio-padrão de ambas medidas. O coeficiente de variação nos dois casos foi irrisoriamente modificado após a seleção das medidas que seriam utilizadas para estimação do p valor (dados não apresentados).

De maneira geral, nas médias sem a exclusão de valores VNEIs, quando comparadas as médias de altura, observa-se que os indivíduos mais altos são os norte-americanos, sul coreanos e ingleses, relativamente quando comparadas aos seus pares brasileiros e mexicanos. Porém, encontra-se maiores médias para valores de massa corporal em crianças americanas, mexicanas e inglesas, quando se compara os indivíduos brasileiros e sul coreanos. Essa diferença é acentuada observando um aumento não linear dessas médias nos dois sexos com o avanço da idade.

5.2 A DESCRIÇÃO DAS CORRELAÇÕES DO IMC COM A ALTURA E A MEDIDA INDIRETA DE ADIPOSIDADE

5.2.1 *A correlação do IMC com a altura do indivíduo*

A descrição das correlações do IMC com as dimensões corporais pode demonstrar algumas possíveis limitações do uso do índice para pessoas em crescimento físico, uma vez que uma das premissas de um *bom* índice para avaliação da MC precisa ser independente, ou seja não correlacionado com o seu denominador, que no caso é altura.

A Tabela 5 demonstra por país o coeficiente de relação de Pearson entre o IMC e a altura do indivíduo por sexo e faixa etária, demonstrando problemas em relação a

premissa da independência do índice em relação ao denominador, principalmente na adolescência em fases tipicamente de pré-estirão e de maturação sexual.

Tabela 5. Descrição dos valores de correlação entre IMC e a Altura nos 5 países estudados, Brasil, 2018

Idade (anos)	Masculino					Feminino				
	EUA	México	Brasil*	Inglaterra	Coreia do Sul	EUA	México	Brasil*	Inglaterra	Coreia do Sul
0	0,45	0,17	0,35	-	-	0,38	0,14	0,22	-	-
6	-0,09	-0,13	-0,17	0,20	-	-0,12	-0,21	0,12	0,03	-
12	0,10	-0,16	0,06	-	-	-0,05	-0,15	-0,08	-	-
18	-0,08	-0,12	-0,18	-0,28	-0,27	0,05	-0,09	-0,19	-0,29	-0,26
24	0,16	-0,05	-0,04	-	-	0,20	0,00	-0,23	-	-
30	0,15	-0,05	-0,22	-0,07	-0,04	0,13	0,07	0,04	-0,08	-0,05
36	0,23	-0,09	-0,11	-	-	0,27	0,02	-0,15	-	-
42	0,20	-0,06	-0,12	0,01	-0,03	0,21	-0,05	-0,11	0,08	0,01
48	0,25	0,00	-0,19	-	-	0,26	0,11	-0,06	-	-
54	0,41	0,11	0,05	0,01	0,15	0,20	0,19	-0,03	0,10	0,15
60	0,30	0,20	0,05	0,14	0,25	0,35	0,22	0,08	0,14	0,17
72	0,37	0,24	0,07	0,24	0,32	0,29	0,28	0,16	0,22	0,24
84	0,38	0,38	0,20	0,31	0,32	0,42	0,32	0,21	0,32	0,23
96	0,47	0,26	0,21	0,24	0,39	0,44	0,35	0,17	0,38	0,35
108	0,41	0,35	0,20	0,31	0,45	0,36	0,31	0,21	0,33	0,37
120	0,35	0,40	0,24	0,31	0,35	0,33	0,31	0,31	0,27	0,36
132	0,41	0,37	0,31	0,33	0,34	0,35	0,35	0,30	0,34	0,31
144	0,34	0,32	0,34	0,33	0,31	0,21	0,24	0,31	0,25	0,29
156	0,27	0,24	0,32	0,25	0,21	0,16	0,13	0,27	0,18	0,13
168	0,19	0,15	0,36	0,19	0,17	0,12	0,07	0,11	0,05	0,03
180	0,17	0,12	0,35	0,13	0,15	0,05	0,09	-0,10	0,13	0,00
192	0,06	0,07	0,20	0,05	0,07	0,00	0,02	-0,04	-0,02	-0,02
204	0,05	0,08	0,17	0,02	0,04	0,07	0,02	-0,11	-0,01	0,00
216	0,05	0,07	0,04	-0,01	0,00	0,05	0,01	-0,11	-0,05	-0,06
228	0,01	0,07	0,07	-0,03	0,04	-0,01	0,01	-0,03	-0,03	-0,10

*Apenas PNSN, 1989

A segunda face do IMC que precisa ser analisada é a sua correlação com as medidas indiretas de adiposidade dos indivíduos, uma vez que esse índice se dispõe a fazer do risco nutricional baseado no diagnóstico da massa corporal total.

As Tabelas 6 e 7 demonstram por país o coeficiente de relação de Pearson (r) entre o IMC e a adiposidade indireta no indivíduo por sexo e faixa etária, demonstrando há uma alta correlação entre a adiposidade e o IMC em todo o espectro etário. Também é possível observar que para meninos e meninas há uma alta correlação com a massa muscular analisada por DXA.

As demais correlações de IMC com os marcadores como CC, SDC, AF e marcadores bioquímicos estão dispostos em tabelas no Anexo 3, juntamente com a comparação com IA.

Tabela 6. Associação entre o IMC e os marcadores indiretos de massa adiposa em meninos de 4 países, Brasil, 2018

Idade (anos)	Masculino									
	Massa adiposa (DXA)		Massa adiposa do tronco (DXA)		Circunferência de Cintura/Altura			Massa Muscular (DXA)		
	EUA	Coréia do Sul*	EUA	Coréia do Sul*	EUA	Brasil*	Inglaterra**	Coréia do Sul*	EUA	Coréia do Sul*
10	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,83	-	0,90	0,77	0,80
11	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92	0,89	0,89	0,79	0,71
12	0,96	0,94	0,95	0,93	0,92	0,94	0,85	0,88	0,75	-
13	0,95	0,89	0,94	0,89	0,93	0,92	0,83	0,88	0,74	-
14	0,94	0,92	0,94	0,91	0,93	0,92	0,85	0,92	0,76	0,79
15	0,94	0,92	0,93	0,89	0,94	0,93	0,88	0,91	0,80	0,79
16	0,95	0,93	0,94	0,92	0,95	0,84	0,86	0,91	0,78	0,81
17	0,94	0,87	0,94	0,87	0,94	-	0,88	0,91	0,81	0,71
18	0,95	0,83	0,94	0,83	0,94	-	0,90	0,92	0,79	0,84
19	0,94	0,90	0,93	0,91	0,94	-	0,88	0,92	0,73	-

*Dados excluídos, pois o número de observações não era suficiente para a análise. Análise realizada apenas com inquéritos regionais.

**Dados a partir dos 11 anos.

Tabela 7. Associação entre o IMC e os marcadores indiretos de massa adiposa em meninas de 4 países, Brasil, 2018

Idade (anos)	Feminino									
	Massa adiposa total (DXA)		Massa adiposa do tronco (DXA)		Circunferência de Cintura/Altura				Massa Muscular total (DXA)	
	EUA	Coréia do Sul*	EUA	Coréia do Sul*	EUA	Brasil	Inglaterra**	Coréia do Sul*	EUA	Coréia do Sul*
10	0,96	0,89	0,94	0,86	0,92	0,89	-	0,81	0,74	0,74
11	0,96	0,94	0,95	0,93	0,92	0,89	0,83	0,84	0,84	0,80
12	0,96	0,90	0,95	0,91	0,92	0,75	0,84	0,84	0,80	0,76
13	0,97	0,92	0,95	0,92	0,94	0,88	0,82	0,85	0,82	0,75
14	0,95	0,94	0,95	0,94	0,93	0,90	0,84	0,81	0,80	0,86
15	0,96	0,92	0,95	0,90	0,92	0,91	0,87	0,85	0,79	0,76
16	0,95	0,89	0,94	0,87	0,93	0,91	0,84	0,86	0,77	0,68
17	0,97	0,89	0,96	0,91	0,92	-	0,88	0,86	0,85	0,77
18	0,96	0,91	0,95	0,92	0,93	-	0,85	0,83	0,83	-
19	0,96	0,90	0,95	0,89	0,92	-	0,86	0,83	0,81	-

*Dados excluídos, pois o número de observações não era suficiente para a análise. Análise realizada apenas com inquéritos regionais.

**Dados a partir dos 11 anos.

5.3 DESCRIÇÃO DO P VALOR POR PAÍS E INTERNACIONALMENTE

Após a união dos dados de todos os inquéritos selecionados, estavam disponíveis 161.088 indivíduos menores de 20 anos (esses dados não reúnem os dados regionais brasileiros), sendo 50,7% do sexo masculino e 49,3% do sexo feminino. Os quantitativos por sexo e faixa etária estão descritos na Tabela 2. A porcentagem de indivíduos excluídos da análise por apresentarem VBI para altura foi de 0,2% ($n=278$). Após a exclusão dos VNEIs e VBIs restaram 147.892 (91,8%) indivíduos para estimativas do p valor e do ip valor.

Após a compatibilização da variável etnia, as proporções ficaram distribuídas da seguinte maneira: 37,4% são brancos, 12,7% são negros, 15,4% são asiáticos, 24,2% são hispânicos e 15,9% pertencem a Raças Mistas.

O p valor calculado sem a exclusão de VNEIs variou de acordo com a idade gênero em todos os países, no entanto a trajetória do p valor é similar entre os países, sendo caracterizado por valores próximos de 2 no primeiro ano de vida, seguindo para valores próximos de 3 a 3,5 entre 7 a 11 anos para meninas e de 8 a 12 anos para meninos, com esses valores regredindo novamente a 2 ao final do processo de crescimento físico.

Os p valores calculados após a exclusão de VNEIs demonstram a mesma trajetória que aqueles p valores sem a exclusão, porém esses valores são mais similares entre os países para cada sexo e faixa etária. A mesma relação é vista no ip valor quando calculado no pool de dados com a exclusão dos VNEIs e alisado por *spline*.

A Tabela 8 demonstra os valores assumidos por p e ip nas situações descritas, bem como o erro padrão de cada p valor para meninos, e a Tabela 9 apresenta as mesmas informações para meninas. O efeito gráfico da conversão dos p valores está apresentado na Figura 7 em Anexo 4.

Tabela 8. Valores de p por país e de ip para cálculo do IA para meninos segundo e faixa etária, Brasil, 2018

Idade (meses)	Masculino										
	EUA		México		Brasil		Inglaterra*		Coreia do Sul*		Internacional
	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	C (EP)
0	2.5(0,0)	2.5(0,0)	2.3(0,1)	2.3(0,1)	2.7(0,1)	2.8(0,1)	-	-	-	-	2.0(0,0)
6	1.8(0,1)	1.9(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,1)	1.6(0,1)	1.9(0,1)	2.2(0,1)	2.2(0,1)	-	-	1.9(0,0)
12	2.0(0,1)	2.1(0,1)	1.7(0,1)	1.7(0,1)	2.0(0,1)	2.0(0,1)	-	-	-	-	1.7(0,0)
18	1.8(0,1)	1.8(0,1)	1.7(0,1)	1.8(0,1)	1.7(0,1)	1.7(0,1)	1.2(0,1)	1.4(0,1)	1.4(0,1)	1.4(0,1)	1.8(0,0)
24	2.1(0,1)	2.2(0,1)	1.8(0,1)	1.9(0,1)	1.7(0,1)	1.8(0,1)	-	-	-	-	1.8(0,0)
30	2.0(0,1)	2.0(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,1)	1.6(0,1)	1.7(0,1)	1.9(0,1)	1.9(0,1)	1.6(0,1)	1.7(0,1)	1.8(0,0)
36	2.2(0,1)	2.3(0,1)	1.8(0,1)	1.9(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,1)	-	-	-	-	1.9(0,0)
42	2.2(0,1)	2.2(0,1)	1.9(0,1)	1.9(0,1)	1.8(0,1)	1.9(0,1)	2.0(0,0)	2.0(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,1)	1.9(0,0)
48	2.4(0,1)	2.4(0,1)	1.7(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,1)	1.9(0,1)	-	-	-	-	2.0(0,0)
54	2.5(0,1)	2.6(0,1)	2.0(0,1)	2.0(0,1)	2.0(0,1)	2.1(0,1)	1.9(0,1)	2.0(0,1)	2.0(0,1)	2.0(0,1)	2.1(0,0)
60	2.2(0,1)	2.3(0,1)	2.1(0,1)	2.2(0,1)	1.9(0,0)	2.0(0,1)	2.1(0,0)	2.2(0,1)	2.4(0,1)	2.4(0,1)	2.2(0,0)
72	2.7(0,1)	2.6(0,1)	2.2(0,1)	2.2(0,1)	2.0(0,0)	2.1(0,1)	2.3(0,1)	2.4(0,1)	2.5(0,1)	2.6(0,1)	2.4(0,0)
84	2.8(0,1)	2.8(0,1)	2.6(0,1)	2.6(0,1)	2.1(0,0)	2.2(0,1)	2.5(0,1)	2.6(0,1)	2.8(0,1)	2.9(0,1)	2.6(0,0)
96	3.5(0,1)	3.5(0,1)	2.7(0,1)	2.8(0,1)	2.2(0,0)	2.3(0,1)	2.6(0,1)	2.6(0,1)	3.3(0,2)	3.5(0,1)	2.8(0,0)
108	3.4(0,1)	3.5(0,1)	2.9(0,1)	3.0(0,1)	2.3(0,1)	2.3(0,1)	2.6(0,1)	2.7(0,1)	3.2(0,1)	3.3(0,1)	2.9(0,1)
120	3.3(0,1)	3.4(0,2)	3.2(0,1)	3.3(0,1)	2.3(0,1)	2.4(0,1)	2.6(0,1)	2.7(0,1)	3.2(0,1)	3.4(0,1)	3.0(0,1)
132	3.5(0,1)	3.5(0,2)	3.1(0,1)	3.2(0,1)	2.4(0,1)	2.5(0,1)	2.8(0,1)	2.9(0,1)	3.1(0,1)	3.2(0,1)	3.1(0,1)
144	3.2(0,1)	3.3(0,1)	3.0(0,1)	3.0(0,1)	2.7(0,1)	2.7(0,1)	2.9(0,1)	3.0(0,1)	2.9(0,1)	3.0(0,1)	3.0(0,1)
156	2.8(0,2)	2.9(0,1)	2.5(0,1)	2.7(0,1)	2.4(0,0)	2.4(0,1)	2.6(0,1)	2.7(0,1)	2.5(0,1)	2.8(0,1)	2.9(0,1)
168	2.6(0,1)	2.9(0,2)	2.2(0,1)	2.3(0,1)	2.6(0,0)	2.6(0,1)	2.4(0,1)	2.6(0,1)	2.3(0,2)	2.5(0,2)	2.7(0,1)
180	2.6(0,2)	2.7(0,2)	2.1(0,1)	2.2(0,1)	2.6(0,1)	2.7(0,1)	2.3(0,1)	2.4(0,1)	2.3(0,2)	2.5(0,2)	2.5(0,1)
192	2.1(0,2)	2.1(0,2)	1.7(0,1)	1.8(0,1)	2.3(0,1)	2.3(0,1)	1.9(0,1)	2.1(0,1)	1.9(0,2)	2.0(0,2)	2.3(0,1)
204	1.8(0,2)	1.9(0,2)	1.9(0,1)	2.0(0,1)	2.1(0,1)	2.2(0,1)	1.5(0,1)	1.6(0,1)	1.9(0,2)	2.0(0,2)	2.1(0,1)
216	1.9(0,2)	2.0(0,2)	1.8(0,2)	2.0(0,2)	1.9(0,1)	2.0(0,1)	1.7(0,1)	1.9(0,1)	1.6(0,2)	2.0(0,2)	2.0(0,1)
228	1.9(0,2)	2.1(0,1)	1.8(0,2)	2.0(0,2)	1.9(0,1)	1.8(0,1)	1.8(0,2)	2.0(0,2)	1.9(0,2)	2.1(0,2)	2.0(0,1)

NC – p valores sem exclusão de VNEI; C – p valores com a exclusão de VNEI; EP – Erro Padrão.

*Valores de idade para Inglaterra e Coreia do Sul foram registrado em anos. Para a Coreia do Sul não haviam indivíduos menores de 1 anos de idade.

Tabela 9. Valores de p por país e de ip para cálculo do IA para meninas segundo e faixa etária, Brasil, 2018

Idade (meses)	Feminino										
	EUA		México		Brasil		Inglaterra		Coreia do Sul		Internacional
	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	NC (EP)	C (EP)	C (EP)
0	2,5(0,0)	2,5(0,0)	2,3(0,1)	2,3(0,1)	2,5(0,1)	2,5(0,1)	2,1(0,2)	2,3(0,1)	-	-	2,0(0,0)
6	1,8(0,1)	1,8(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	2,0(0,1)	2,0(0,1)	-	-	-	-	1,8(0,0)
12	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,3(0,2)	1,4(0,1)	1,4(0,1)	1,5(0,1)	1,6(0,0)
18	1,8(0,1)	1,8(0,1)	1,8(0,0)	1,9(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	-	-	-	-	1,7(0,0)
24	2,2(0,1)	2,2(0,1)	1,9(0,1)	2,0(0,1)	1,6(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,9(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,8(0,0)
30	2,0(0,1)	2,0(0,1)	1,9(0,1)	2,1(0,1)	2,0(0,1)	2,1(0,1)	-	-	-	-	1,9(0,0)
36	2,3(0,2)	2,3(0,1)	2,0(0,1)	2,1(0,1)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	2,1(0,1)	2,2(0,1)	1,6(0,1)	1,7(0,1)	2,0(0,0)
42	2,1(0,1)	2,1(0,1)	1,9(0,1)	1,9(0,1)	1,9(0,1)	2,0(0,1)	-	-	-	-	2,1(0,0)
48	2,5(0,2)	2,6(0,1)	2,2(0,1)	2,2(0,1)	2,0(0,1)	2,1(0,1)	2,0(0,1)	2,1(0,1)	2,0(0,1)	2,0(0,1)	2,2(0,0)
54	2,2(0,1)	2,3(0,1)	2,1(0,1)	2,2(0,1)	1,8(0,1)	2,0(0,1)	-	-	-	-	2,3(0,0)
60	2,5(0,1)	2,5(0,1)	2,2(0,1)	2,2(0,1)	2,1(0,1)	2,1(0,1)	2,2(0,1)	2,3(0,1)	2,0(0,1)	2,2(0,1)	2,3(0,0)
72	2,6(0,1)	2,6(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,1)	2,2(0,1)	2,3(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,1)	2,4(0,1)	2,3(0,1)	2,5(0,0)
84	3,0(0,1)	3,1(0,1)	2,8(0,1)	2,8(0,1)	2,2(0,1)	2,2(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,1)	2,3(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,0)
96	3,3(0,2)	3,4(0,1)	2,8(0,1)	2,9(0,1)	2,2(0,1)	2,3(0,1)	2,9(0,1)	3,0(0,1)	2,8(0,1)	2,9(0,1)	2,8(0,0)
108	3,3(0,2)	3,5(0,1)	3,0(0,1)	3,1(0,1)	2,3(0,1)	2,3(0,1)	2,7(0,1)	2,8(0,1)	2,9(0,1)	3,1(0,1)	3,0(0,1)
120	3,0(0,2)	3,1(0,2)	3,0(0,1)	3,2(0,1)	2,4(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,1)	2,8(0,1)	2,7(0,1)	2,9(0,1)	3,1(0,1)
132	3,4(0,2)	3,6(0,2)	3,0(0,1)	3,1(0,1)	2,6(0,1)	2,7(0,1)	2,9(0,1)	3,0(0,1)	2,8(0,1)	2,9(0,1)	3,0(0,1)
144	2,8(0,2)	2,9(0,2)	2,6(0,1)	2,7(0,1)	2,7(0,1)	2,8(0,1)	2,7(0,1)	2,9(0,1)	2,8(0,2)	2,9(0,2)	2,8(0,1)
156	2,6(0,2)	2,7(0,2)	2,1(0,2)	2,2(0,1)	2,5(0,1)	2,6(0,1)	2,5(0,1)	2,7(0,1)	2,2(0,2)	2,3(0,2)	2,5(0,1)
168	2,1(0,2)	2,3(0,2)	1,6(0,2)	1,8(0,1)	2,0(0,1)	2,0(0,1)	1,9(0,1)	2,0(0,1)	1,7(0,2)	1,7(0,2)	2,2(0,1)
180	1,9(0,2)	2,1(0,2)	1,7(0,1)	1,8(0,1)	1,5(0,1)	1,7(0,1)	2,1(0,1)	2,2(0,1)	1,7(0,2)	1,9(0,2)	1,9(0,1)
192	1,5(0,2)	1,7(0,2)	1,7(0,2)	1,8(0,1)	1,7(0,1)	1,7(0,1)	1,5(0,2)	1,6(0,1)	1,7(0,2)	1,8(0,2)	1,7(0,1)
204	1,8(0,2)	2,0(0,2)	1,8(0,2)	2,0(0,1)	1,5(0,1)	1,6(0,1)	1,9(0,2)	2,0(0,1)	1,7(0,2)	1,9(0,2)	1,7(0,1)
216	2,1(0,2)	2,3(0,2)	1,5(0,2)	1,6(0,2)	1,4(0,1)	1,6(0,1)	1,7(0,2)	1,9(0,1)	1,4(0,2)	1,5(0,2)	1,7(0,1)
228	1,7(0,2)	1,8(0,2)	1,7(0,2)	1,8(0,2)	1,6(0,2)	1,7(0,1)	1,3(0,2)	1,5(0,2)	1,5(0,2)	1,7(0,2)	1,7(0,1)

NC – p valores sem exclusão de VNEI; C – p valores com a exclusão de VNEI; EP – Erro Padrão.

*Valores de idade para Inglaterra e Coreia do Sul foram registrado em anos. Para a Coreia do Sul não haviam indivíduos menores de 1 anos de idade.

5.4 A ANÁLISE DA INDEPENDÊNCIA DA ALTURA EM RELAÇÃO AO IA: A SEGUNDA PREMISA DE BENN

Foram realizadas análises da correlação da altura com IA de três maneiras diferentes, para testar a viabilidade do uso internacional do ip valor e do efeito da limpeza dos VNEIs. Conduziu-se teste com IA calculado do p valor sem a exclusão de VNEIs e o IA calculado com a exclusão desses valores, inicialmente por país e não no *pool* de dados.

Inicialmente as correlações da altura com IA calculado sem a exclusão dos VNEIS apresentava $r \approx 0$, porém essa correlação não se mantinha ao longo do espectro etário e não era igual entre os sexos, e possui ressalvas principalmente antes dos 2 anos de idade.

Na segunda etapa da análise, onde se calculou o IA com os p valores por país já com a limpeza dos VNEIs, observou-se maior constância dos valores de r ao longo

do espectro etário e entre os sexos, diminuindo-se o efeito da dependência da altura em menores de 2 anos. Esse segundo passo foi importante para determinar a viabilidade um valor internacional, uma vez que a correlação do IA com a altura foi praticamente nula e constante entre os países.

Por último, a análise da correlação do IA calculado com *ip* valor demonstrou correlações nulas ou muito próximas do 0, ao longo do espectro etário, inclusive em menores de 2 anos. A Tabela 10 e 11 demonstrando as correlações dos diferentes IA calculados e a altura do indivíduo, ao longo das faixas etárias, para sexo masculino e feminino respectivamente.

As correlações com IMC e os IA calculados com diferentes *p* valores, estão plotados graficamente na Figura 8, no Anexo 5.

Tabela 10. Valores do coeficiente de Pearson para meninos entre o IMC e as diferentes versões de IA com a altura, por faixa etária, Brasil, 2018

Masculino Idade (meses)	<i>r</i> dos Índices de Massa Corporal com a Altura																			
	EUA				México				Brasil				Inglaterra*				Coreia do Sul*			
	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}
0	0,45	0,31	0,31	-0,07	0,17	-0,44	-0,22	-0,07	0,35	-0,60	0,00	-0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-0,09	-0,25	-0,25	-0,08	-0,13	-0,08	-0,08	-0,08	-0,17	0,06	-0,29	-0,08	0,20	0,33	0,21	-0,07	-	-	-	-
12	0,10	0,02	0,02	0,03	-0,16	-0,02	-0,12	0,03	0,06	0,04	-0,01	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-0,08	-0,08	-0,08	-0,01	-0,12	0,04	-0,07	-0,01	-0,18	0,01	-0,12	-0,01	-0,28	-0,07	-0,23	0,03	-0,27	0,02	-0,04	0,03
24	0,16	0,16	0,16	0,08	-0,05	0,05	0,05	0,08	-0,04	0,15	0,08	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0,15	0,13	0,13	0,06	-0,05	0,06	0,06	0,06	-0,22	0,02	-0,07	0,06	-0,07	-0,03	-0,03	0,08	-0,04	0,10	0,10	0,08
36	0,23	0,18	0,18	0,04	-0,09	0,00	0,00	0,04	-0,11	0,02	0,06	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
42	0,20	0,13	0,13	0,03	-0,06	0,04	-0,01	0,03	-0,12	-0,01	-0,01	0,03	0,01	0,06	0,06	0,04	-0,03	0,02	0,02	0,04
48	0,25	0,14	0,14	0,01	0,00	0,07	0,03	0,01	-0,19	-0,11	-0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
54	0,41	0,31	0,31	0,13	0,11	0,08	0,08	0,13	0,05	0,08	0,09	0,13	0,01	0,01	-0,03	0,01	0,15	0,06	0,10	0,01
60	0,30	0,11	0,11	0,06	0,20	0,14	0,11	0,06	0,05	0,07	-0,02	0,06	0,14	0,05	0,01	0,06	-	-	-	-
72	0,37	0,10	0,1	0,05	0,24	0,05	0,04	0,05	0,07	0,03	-0,05	0,05	0,24	0,08	0,03	0,05	0,32	0,13	0,03	0,05
84	0,38	0,10	0,1	0,09	0,38	0,16	0,13	0,09	0,20	0,09	0,03	0,09	0,31	0,13	0,09	0,09	0,32	0,02	-0,02	0,09
96	0,47	0,17	0,17	0,03	0,26	-0,01	-0,06	0,03	0,21	0,06	0,05	0,03	0,24	0,04	0,04	0,03	0,39	0,05	0,05	0,03
108	0,41	0,09	0,09	0,07	0,35	0,03	0,02	0,07	0,20	0,03	-0,02	0,07	0,31	0,14	0,10	0,07	0,45	0,16	0,10	0,07
120	0,35	0,02	0,02	0,09	0,40	0,11	0,09	0,09	0,24	0,06	0,02	0,09	0,31	0,12	0,09	0,09	0,35	0,06	-0,03	0,09
132	0,41	0,14	0,14	0,12	0,37	0,10	0,09	0,12	0,31	0,01	0,04	0,12	0,33	0,09	0,06	0,12	0,34	0,09	0,06	0,12
144	0,34	0,10	0,1	0,09	0,32	0,18	0,12	0,09	0,34	0,15	0,09	0,09	0,33	0,10	0,07	0,09	0,31	0,12	0,06	0,09
156	0,27	0,08	0,08	0,08	0,24	0,17	0,12	0,08	0,32	0,03	0,00	0,08	0,25	0,10	0,07	0,08	0,21	0,11	0,05	0,08
168	0,19	0,10	0,1	0,11	0,15	0,13	0,13	0,11	0,36	0,05	0,11	0,11	0,19	0,08	0,08	0,11	0,17	0,11	0,09	0,11
180	0,17	0,10	0,1	0,11	0,12	0,14	0,12	0,11	0,35	0,19	0,18	0,11	0,13	0,11	0,11	0,11	0,15	0,13	0,11	0,11
192	0,06	0,04	0,04	0,10	0,07	0,10	0,09	0,10	0,20	0,14	0,09	0,10	0,05	0,12	0,07	0,10	0,07	0,09	0,07	0,10
204	0,05	0,04	0,04	0,12	0,08	0,11	0,09	0,12	0,17	0,19	0,15	0,12	0,02	0,11	0,04	0,12	0,04	0,09	0,04	0,12
216	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,11	0,06	0,07	0,04	0,08	0,08	0,07	-0,01	0,04	0,02	0,07	0,00	0,04	0,00	0,07
228	0,01	0,01	0,01	0,06	0,07	0,11	0,06	0,06	0,07	0,11	0,12	0,06	-0,03	0,02	-0,01	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06

IMC – *r* entre IMC e altura; IA₁ – *r* entre IA (calculado com *p* valor sem a exclusão de VNEI) e a altura; IA₂ – *r* entre IA (calculado com *p* valor com a exclusão de VNEI) e a altura; IA_{Inter} – *r* entre IA (calculado com *ip* valor) e a altura.

*Idade fornecidas apenas em anos. A Coreia do Sul não apresentava indivíduos menores de 1 ano em seu banco de dados.

Tabela 11. Valores do coeficiente de Pearson para meninas entre o IMC e as diferentes versões de IA com a altura, por faixa etária, Brasil, 2018

Feminino Idade (meses)	<i>r</i> dos Índices de Massa Corporal com a Altura																			
	EUA				México				Brasil				Inglaterra*				Coreia do Sul*			
	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}	IMC	IA ₁	IA ₂	IA _{Inter}
0	0,38	-0,54	0,22	-0,18	0,14	-0,49	-0,20	-0,18	0,22	-0,53	-0,15	-0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-0,12	-0,04	-0,20	-0,03	-0,21	-0,06	-0,21	-0,03	0,12	-0,04	-0,07	-0,03	0,03	0,08	-0,03	-0,18	-	-	-	-
12	-0,05	0,13	-0,05	0,04	-0,15	0,02	-0,15	0,04	-0,08	0,04	-0,13	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
18	0,05	0,11	0,05	0,13	-0,09	0,04	-0,09	0,13	-0,19	-0,02	-0,14	0,13	-0,29	-0,05	-0,24	0,04	-0,26	-0,02	-0,02	0,04
24	0,20	0,15	0,20	0,04	0,00	0,05	0,00	0,04	-0,23	-0,08	-0,17	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0,13	0,08	0,13	0,11	0,07	0,11	0,07	0,11	0,04	0,07	0,15	0,11	-0,08	-0,03	-0,08	0,04	-0,05	0,07	0,02	0,04
36	0,27	0,19	0,26	-0,01	0,02	0,04	0,01	-0,01	-0,15	0,00	-0,08	-0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
42	0,21	0,04	0,14	-0,06	-0,05	-0,06	-0,10	-0,06	-0,11	-0,07	-0,07	-0,06	0,08	0,07	0,03	-0,01	0,01	0,11	0,06	-0,01
48	0,26	0,15	0,17	0,00	0,11	0,04	0,05	0,00	-0,06	-0,01	-0,06	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
54	0,20	-0,05	-0,09	-0,03	0,19	0,13	0,08	-0,03	-0,03	0,04	-0,05	-0,03	0,10	0,06	-0,02	0,00	0,15	0,11	0,11	0,00
60	0,35	0,16	0,13	0,04	0,22	0,06	0,05	0,04	0,08	0,00	-0,03	0,04	0,14	-0,01	-0,01	0,04	0,17	0,09	0,09	0,04
72	0,29	0,06	0,02	0,06	0,28	0,03	0,03	0,06	0,16	0,05	-0,01	0,06	0,22	0,04	0,01	0,06	0,24	0,09	0,09	0,06
84	0,42	0,13	0,12	0,08	0,32	0,05	0,01	0,08	0,21	0,11	0,06	0,08	0,32	0,08	0,05	0,08	0,23	0,03	-0,03	0,08
96	0,44	0,15	0,13	0,08	0,35	0,06	-0,01	0,08	0,17	0,01	0,00	0,08	0,38	0,15	0,11	0,08	0,35	0,11	0,11	0,08
108	0,36	0,13	0,04	0,04	0,31	0,03	0,00	0,04	0,21	0,01	-0,01	0,04	0,33	0,17	0,08	0,04	0,37	0,16	0,10	0,04
120	0,33	0,02	0,03	0,06	0,31	0,04	0,06	0,06	0,31	0,07	0,02	0,06	0,27	0,05	0,02	0,06	0,36	0,11	0,04	0,06
132	0,35	0,14	0,13	0,12	0,35	0,17	0,15	0,12	0,30	-0,02	-0,02	0,12	0,34	0,13	0,10	0,12	0,31	0,09	0,09	0,12
144	0,21	0,10	0,07	0,15	0,24	0,20	0,16	0,15	0,31	0,09	0,09	0,15	0,25	0,10	0,07	0,15	0,29	0,17	0,19	0,15
156	0,16	0,15	0,10	0,12	0,13	0,19	0,12	0,12	0,27	0,23	0,18	0,12	0,18	0,13	0,09	0,12	0,13	0,13	0,11	0,12
168	0,12	0,13	0,08	0,08	0,07	0,15	0,09	0,08	0,11	0,21	0,15	0,08	0,05	0,05	0,00	0,08	0,03	0,10	0,06	0,08
180	0,05	0,11	0,06	0,11	0,09	0,16	0,14	0,11	-0,10	0,03	-0,01	0,11	0,13	0,18	0,13	0,11	0,00	0,07	0,04	0,11
192	0,00	0,07	0,01	0,08	0,02	0,08	0,09	0,08	-0,04	0,08	0,10	0,08	-0,02	0,05	0,03	0,08	-0,02	0,05	0,03	0,08
204	0,07	0,08	0,08	0,08	0,02	0,10	0,07	0,08	-0,11	0,05	0,04	0,08	-0,01	0,03	0,05	0,08	0,00	0,09	0,07	0,08
216	0,05	0,07	0,05	0,06	0,01	0,09	0,05	0,06	-0,11	0,05	-0,01	0,06	-0,05	0,09	0,02	0,06	-0,06	0,09	0,02	0,06
228	-0,01	0,06	-0,02	0,00	0,01	0,04	0,03	0,00	-0,03	0,07	0,01	0,00	-0,03	0,13	-0,01	0,00	-0,10	-0,01	-0,08	0,00

IMC – *r* entre IMC e altura; IA₁ – *r* entre IA (calculado com *p* valor sem a exclusão de VNEI) e a altura; IA₂ – *r* entre IA (calculado com *p* valor com a exclusão de VNEI) e a altura; IA_{Inter} – *r* entre IA (calculado com *ip* valor) e a altura.

*Idade fornecidas apenas em anos. A Coreia do Sul não apresentava indivíduos menores de 1 ano em seu banco de dados.

5.5 A ANÁLISE DE CORRELAÇÃO DOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS CORPORAIS EM RELAÇÃO AO IA: A PRIMEIRA PREMISA DE *BENN*

Foi explorado em análise de correlação de Pearson a relação entre diferentes medidas de compartimentos de MC e sua correlação com IA. Os resultados a seguir são baseados no IA calculado com *ip* valor, uma vez que a proposta do índice internacional se mostrou viável quando comparada com IA calculado com o *p* valor específico por país, através da correlação com a altura.

5.5.1 *Correlação das medidas de composição corporal e o IA*

A Tabela 12 apresenta os valores de correlação entre massa adiposa total (MAT), massa muscular total (MMT), densidade óssea (DO) e a razão *fat-to-lean* (FTL). Essa análise foi conduzida com dados sul coreanos e norte-americanos disponíveis de 10 a 19 anos.

De maneira geral, o IMC está mais relacionado com a DO que o IA demonstrando diretamente a dependência menor do IA com a altura e o processo de mineralização óssea. Esse processo se dá na mesma lógica entre meninos e meninas, porém a DO é mais associada com os dois índices nas meninas.

Em relação a MAT, observou-se que ela está mais associada ao IMC nos meninos abaixo de 15 anos, e após essa idade, os dois índices se correlacionam igualmente no sexo masculinos. Entre as meninas a MAT está levemente mais correlacionada com IMC até os 13 anos, e após essa faixa etária o IA se iguala ao IMC em relação a MAT, tendo em algumas faixas etárias um desempenho superior.

A razão FTL que relativiza a quantidade de MAT pela MMT é mais correlacionada com IA em meninos de 10 até os 15 anos, com os valores de *r* ficando praticamente iguais para os dois índices até a finalização do processo de crescimento. Em meninas a correlação entre FTL e o IA fica superior até os 13 anos de idade, e após essa idade é observado o mesmo fenômeno que no sexo masculino para os valores de *r*.

Em relação a MMT, observa-se correlações acima de 0,7 nos dois índices e nas duas populações, porém para IA essa correlação é levemente mais baixa quando comparada com as correlações do IMC. Esse fenômeno pode ser reflexo da independência do IA em relação à altura, pois aumento MMT está bastante associada aos processos de crescimento físico. As correlações para meninos e meninas nas diferentes faixas etárias é praticamente constante para MMT.

Tabela 12. Correlação entre os compartimentos de massa corporal aferidos por DXA e o IA em norte-americanos e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018

Masculino	Massa óssea				Massa Muscular				Massa Adiposa				Razão FTL			
Idade (anos)	IMC e DO*		IA e DO*		IMC e MMT		IA e MMT		IMC e MAT		IA e MAT		IMC e FTL		IA e FTL	
	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS	EUA	CS
10	0,25	-	0,16	-	0,77	0,8	0,62	0,68	0,94	0,93	0,88	0,87	0,86	0,81	0,85	0,78
11	0,26	-	0,17	-	0,79	0,71	0,65	0,53	0,95	0,94	0,91	0,89	0,86	0,85	0,85	0,87
12	0,25	-	0,14	-	0,75	0,57	0,6	0,33	0,96	0,94	0,93	0,90	0,84	0,73	0,87	0,8
13	0,29	-	0,19	-	0,74	0,63	0,61	0,46	0,95	0,89	0,92	0,86	0,79	0,72	0,82	0,78
14	0,25	-	0,18	-	0,76	0,79	0,67	0,73	0,94	0,92	0,92	0,90	0,8	0,87	0,82	0,87
15	0,29	-	0,25	-	0,8	0,79	0,75	0,74	0,94	0,92	0,93	0,90	0,82	0,85	0,83	0,86
16	0,24	-	0,22	-	0,78	0,81	0,76	0,8	0,95	0,93	0,94	0,92	0,87	0,86	0,87	0,87
17	0,29	-	0,28	-	0,81	0,71	0,81	0,71	0,94	0,87	0,94	0,87	0,84	0,8	0,84	0,8
18	0,28	-	0,28	-	0,79	0,84	0,79	0,84	0,95	0,83	0,95	0,83	0,87	0,67	0,87	0,67
19	0,25	0,16	0,25	0,16	0,73	0,69	0,73	0,69	0,94	0,90	0,94	0,90	0,86	0,82	0,86	0,82
Feminino																
10	0,41	-	0,27	-	0,74	0,74	0,56	0,5	0,96	0,89	0,89	0,77	0,85	0,7	0,87	0,75
11	0,48	-	0,4	-	0,84	0,8	0,73	0,69	0,96	0,94	0,92	0,89	0,83	0,86	0,84	0,85
12	0,42	-	0,35	-	0,8	0,76	0,72	0,69	0,96	0,90	0,92	0,87	0,83	0,71	0,83	0,7
13	0,34	-	0,31	-	0,82	0,75	0,78	0,7	0,97	0,92	0,95	0,90	0,87	0,69	0,87	0,71
14	0,44	-	0,43	-	0,8	0,86	0,78	0,86	0,95	0,94	0,95	0,94	0,84	0,79	0,84	0,79
15	0,26	-	0,26	-	0,79	0,76	0,8	0,79	0,96	0,92	0,96	0,92	0,86	0,75	0,86	0,74
16	0,29	-	0,31	-	0,77	0,68	0,8	0,72	0,95	0,89	0,96	0,91	0,85	0,69	0,84	0,69
17	0,36	-	0,38	-	0,85	0,77	0,87	0,79	0,97	0,89	0,97	0,91	0,85	0,7	0,84	0,7
18	0,31	-	0,32	-	0,83	-	0,85	-	0,96	0,91	0,97	0,93	0,87	-	0,87	-
19	0,31	0,28	0,32	0,28	0,81	0,62	0,83	0,63	0,96	0,90	0,97	0,90	0,84	0,8	0,83	0,8

*Densidade óssea fornecida apenas para maiores de 19 anos na Coreia do Sul.

EUA – Estados Unidos da América. CS – Coreia do Sul.

Ainda sobre massa muscular, foi realizado uma análise adicional para essa medida que é ângulo de fase aferido por BIA. Em populações saudáveis, os valores mais altos de AF estão associados de maneira geral com massa magra e a integridade das membranas celulares. Foi testado na população norte-americana e brasileira (regional) a correlação entre os valores de AF a partir dos 10 anos com o IMC e IA. Observou-se praticamente as mesmas correlações entre a medida e os dois índices, com correlações ligeiramente mais altas nas meninas. No entanto nenhum dos valores de r obtidos foram superiores a 0,4, o que demonstra baixa associação da medida com os índices analisados, não acrescenta grandes evidências aos achados. As correlações estão detalhadas entre AF e os índices no Anexo 3 na Tabela 19.

5.5.2 Correlação dos compartimentos de massa aferidos por antropometria e o IA

Para a medida de CC ajustada pela altura (CC/A), podemos observar que as correlações de IA ficam muito próximas de 0,9 ou acima desse valor nos dois sexos e na maioria das faixas etárias nas populações estudadas. As correlações de IMC com CC/A são levemente mais baixas quando comparadas com as de IA. Esses valores podem ser observados detalhadamente na Tabela 13

O resultado é promissor quando se compara os valores de r para IA em relação aos r para IMC, pois CC/A é melhor índice marcador de mortalidade do que a medida de CC bruta em adultos, reforçando a necessidade de se analisar o efeito alométrico na avaliação nutricional de crianças e adolescentes em uma perspectiva longitudinal do risco.

Os coeficientes de correlação da CC com IMC são ligeiramente mais altos nos meninos até os 16 anos e nas meninas até os 13 anos, após essas idades IA e IMC são igualmente correlacionados com as medidas de CC nos 4 países com dados disponíveis.

Para os valores de somatório de dobras cutâneas (SDC) há diferenças entre as correlações ao longo do espectro etário, com IMC mais correlacionado com o SDC nos primeiros anos da adolescência, igualmente ao que se observou para medida de CC. Após os 12 anos em meninos e meninas os r dos dois índices são semelhantes.

Para maior detalhamento, os valores r para CC e SDC estão descritos por país, sexo e faixa etária na Tabela 20 no Anexo 3.

Tabela 13. Correlação entre Circunferência de Cintura/ Altura e o IA em brasileiros, norte-americanos, ingleses e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018

Idade (anos)	Masculino							
	IMC e CC/A				IA e CC/A			
	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra
10	0,92	0,83	0,90	-	0,93	0,83	0,91	-
11	0,93	0,92	0,89	0,89	0,94	0,95	0,90	0,90
12	0,92	0,94	0,85	0,88	0,95	0,95	0,88	0,92
13	0,93	0,92	0,83	0,88	0,95	0,94	0,87	0,90
14	0,93	0,92	0,85	0,92	0,95	0,93	0,88	0,93
15	0,94	0,93	0,88	0,91	0,95	0,91	0,89	0,92
16	0,95	0,84	0,86	0,91	0,96	0,82	0,87	0,91
17	0,94	-	0,88	0,91	0,95	-	0,88	0,90
18	0,94	-	0,90	0,92	0,94	-	0,90	0,92
19	0,94	-	0,88	0,92	0,94	-	0,88	0,92
	Feminino							
	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra
10	0,92	0,89	0,81	-	0,94	0,92	0,84	-
11	0,92	0,89	0,83	0,84	0,94	0,90	0,86	0,87
12	0,92	0,75	0,84	0,84	0,94	0,79	0,87	0,85
13	0,94	0,88	0,82	0,85	0,94	0,86	0,84	0,86
14	0,93	0,90	0,84	0,81	0,93	0,84	0,85	0,81
15	0,92	0,91	0,87	0,85	0,92	0,89	0,86	0,84
16	0,93	0,91	0,84	0,86	0,92	0,90	0,82	0,85
17	0,92	-	0,88	0,86	0,92	-	0,87	0,85
18	0,93	-	0,85	0,83	0,92	-	0,84	0,81
19	0,92	-	0,86	0,83	0,92	-	0,86	0,82

*Dados excluídos, pois o número de observações não era suficiente para a análise. Análise realizada apenas com inquéritos regionais.

**Dados a partir dos 11 anos.

5.5.3 Correlação exames bioquímicos marcadores de alterações metabólicas com IA

Os coeficientes de Pearson estimados via regressão linear ajustados por sexo e faixa etária apresentaram valores para r abaixo de 0,4 na maioria dos casos, mostrando pouca associação desses marcadores bioquímicos, tanto em relação aos IMC e IA, quanto aos compartimentos de MAT e MMT analisados por DXA.

Quando a mesma análise foi conduzida para aqueles indivíduos que estavam acima da mediana dos valores de HB e da RCH, as correlações mostraram no geral

discreta melhora nos dois índices, assim como quando essa mesma regressão foi ajustada também pela altura do adolescente. Os dados de *r* testados para essa análise estão na Tabela 21 no Anexo 3.

5.6 A VARIABILIDADE DOS VALORES DE IA E IMC INTRA E INTER PAÍSES E FENÓTIPOS HUMANOS

5.6.1 *Análise da variabilidade étnica intra países*

A primeira etapa da análise de efeitos mistos foi realizada *intra* país, para se averiguar o CCI da altura do indivíduo, da MC, do IMC e do IA, entre os fenótipos humanos compatibilizadas nesses inquéritos.

A análise foi conduzida nos EUA, Brasil e Inglaterra, pois apenas nesses inquéritos os fenótipos humanos dos entrevistados foram descritos. A maior variabilidade entre os grupos étnicos nos três países, ficou atribuída principalmente a medida da altura, seguida pelo CCI da massa corporal. O IA apresentou a menor variabilidade *intra* país na comparação etnia, pois ele é um índice que ajustou melhor a relação da MC pela altura, e indiretamente ajusta variabilidade étnica da altura na avaliação no índice final.

5.6.2 *Análise da variabilidade entre países e entre fenótipos humanos em cinco países*

Para a segunda etapa da análise, incluiu-se os inquéritos mexicano e sul-coreanos, e como descrito na metodologia, esses países foram tratados como uma única etnia nas análises de efeitos mistos.

Os primeiros testes realizados observaram a variação entre os cinco países e entre cinco grupos étnicos compatibilizados. Novamente a medida da altura como na primeira etapa da análise, foi a que apresentou maior variabilidade entre os países (9,1%) e entre os fenótipos humanos (6,2%), sendo seguido pela CCI da MC, e pelo IMC. O IA apresentou a menor CCI nas duas observações (3,7% e 1,7%, respectivamente). Para se compreender melhor o efeito contextual dos fenótipos humanos e das diferentes nacionalidades, a terceira análise demonstrou as seguintes observações: 1) os fenótipos humanos como efeito contextual em relação ao país; e, 2) o país como efeito contextual em relação aos fenótipos humanos.

Em confirmação das análises anteriores a medida da altura continuou com a maior variabilidade na análise e o IA com a menor, porém pode-se constatar que a variabilidade se deriva primordialmente do país de origem do indivíduo e não a sua etnia, uma vez que etnia como efeito contextual do país mostrou variações praticamente nulas para as 4 medidas analisadas.

Os dados da porcentagem do CCI das análises de efeitos mistos estão apresentados detalhadamente na Tabela 14.

Tabela 14. Coeficiente de correlação *intraclasse* dos países e dos fenótipos humanos em 5 países, para Massa Corporal, Altura, IMC e IA, Brasil, 2018

Etapa da Análise	Análise de Efeitos Mistos	Altura	Resíduo de MC	IMC	IA
1	EUA	1,3%	0,5%	0,9%	0,5%
	Inglaterra	0,8%	0,1%	0,2%	0,1%
	Brasil	1,0%	0,2%	0,5%	0,2%
2	Entre Países	9,1%	5,6%	5,8%	3,7%
	Entre Etnia	6,2%	2,6%	2,4%	1,7%
3	Fenótipos humanos como efeito	0,15%	0,12%	0,11%	0,08%
	contextual do país	11,0%	6,3%	7,19%	4,1%
	País como efeito	8,4%	3,6%	4,3%	2,4%
	contextual dos fenótipos humanos	10,6%	5,4%	6,2%	3,6%

No geral, as análises de efeitos mistos demonstram que a maior variabilidade se dá na medida da altura nos diferentes contextos epidemiológicos (diferentes países com inquéritos de saúde realizados em épocas distintas), e não necessariamente por diferenças étnicas ou na quantidade de massa corporal, podendo o IA ser um índice aplicado em uma proposta internacional uma vez que ele é independente da altura e quase não existe efeito de variabilidade contextual étnica em sua aplicação.

5.7 O INCREMENTO DE MASSA ÓSSEA, MUSCULAR E ADIPOSA EM RELAÇÃO AO INCREMENTO DO IMC E DO IA

As Figura 3 e 4, demonstram os gráficos dos incrementos das massas e dos índices pela idade dos indivíduos e sexo. Os dois gráficos foram plotados com 2 escalas diferentes no eixo y, pois o valor do logaritmo de incremento da altura distorcia a escala para observações do incremento. Nos gráficos das Figuras 3 e 4, no eixo y para o incremento da altura a cada 0,1 representar 0,02 na escala do eixo y para o incremento das massas. Esse subterfúgio foi utilizado para demonstrar melhor a inclinação das restas de incremento no gráfico, uma vez que o incremento da altura

destoava em escala dos demais. Os resultados não foram apresentados por país nessa análise.

Em relação ao incremento de massa podemos destacar no geral semelhanças entre meninos e meninas: a inclinação do incremento da MMT e MAT são muito similares incremento do IA. Ao que toca o incremento da altura, podemos ver o mesmo efeito quando comparamos a sua inclinação com as inclinações de IA e IMC.

Duas diferenças básicas podem ser notadas quando se compara os incrementos nos dois sexos. Primeiro observa-se que a inclinação do incremento da altura no sexo masculino destoa levemente da inclinação de IA, MMT e MAT depois dos 15 anos, com uma aceleração típica do crescimento para essa idade sexo, o que não acontece com as meninas, que sem sua maioria já estão finalizando ou crescimento linearmente muito pouco nessa mesma faixa etária.

E segundo, a inclinação da MMT nas meninas é menor, enquanto a inclinação de MAT é maior que no sexo masculino, indicando um ganho de MMT e MAT diferenciado, principalmente em fases de picos de maturação sexual, para diferenciação de caracteres sexuais secundários que demandam diferentes composições corporais nos dois sexos para acontecer. Essa diferença no ganho de MMT e MAT em meninos e meninas pode ser observado na razão FTL, onde o valor do incremento médio para meninos é em média -1,13 e para meninas é -0,64, e ainda que negativo, apresenta tendências de inclinação positiva principalmente após os 15 anos (dados não plotados no gráfico).

A inclinação do incremento de IMC não se assemelha em quase nada ao incremento da altura e das massas analisadas via DXA, mantendo-se com leve inclinação positiva durante todo o espectro etário. Isso pode indicar que IA tende a acompanhar melhor o incremento de massa em geral, e com isso capturando melhor as mudanças de massa decorrentes das etapas do crescimento nos dois sexos sem a influência do ganho de massa inerente ao crescimento linear do indivíduo, modelando nesse índice antropométrico o vetor cronológico juntamente com o vetor biológico.

Figura 3. Incremento dos compartimentos de massa corporal medidos por DXA, altura, IMC e IA, em adolescentes do sexo masculino norte-americanos e sul-coreanos, Brasil, 2018

Figura 4. Incremento dos compartimentos de massa corporal medidos por DXA, altura, IMC e IA, em adolescentes do sexo feminino norte-americanos e sul-coreanos, Brasil, 2018

6. DISCUSSÃO

As análises apresentadas na seção *Resultados* indicam, em suma, que: a) o ajuste alométrico da relação entre massa e altura se mostrou robusto em cada contexto analisado e também no conjunto internacional dos dados, especialmente após a limpeza dos valores extremos de altura, peso e da relação peso-altura; b) o índice gerado a partir dos expoentes alométricos, o IA, está associado de forma semelhante ou superior àquela do IMC com a gordura corporal no espectro etário analisado nos dois sexos além ser independente da altura e idade, no que difere do IMC; c) a análise comparada do IMC e do IA segundo valores da composição corporal, marcadores bioquímicos e da variação intra *versus* entre grupos étnicos ou nacionais sugere que o IA é uma solução satisfatória para a harmonização dos eixos cronológico e biológico em um mesmo índice antropométrico destinado à avaliação do estado nutricional de menores de 20 anos.

6.1 O ajuste da relação massa corporal para altura

A dinâmica do crescimento de MC e altura como função da idade ao longo da infância e da adolescência é um desafio para o processo de avaliação do estado nutricional durante essa etapa, especialmente a avaliação nutricional baseada em índices que utilizem as duas dimensões(16,21).

O estudo da linearização da relação MC-altura em menores de 20 anos, mostra pontos importantes após as análises apresentadas. Primeiramente é necessário realizar a exclusão de VNEIs previamente à estimativa do p valor. Essa exclusão tem a função de relativizar o contexto epidemiológico de cada população, e separar processo alométrico do crescimento com possíveis alterações no estado nutricional, como baixa altura, magreza ou excesso de peso. Essa exclusão de VNEIs é a primeira evidência do trabalho de que as diferenças nos valores médios de MC e altura entre os países, se deve muito mais à um efeito contextual do que devido a diferenças fisiológicas ou étnicas de cada população estudada, como alguns estudos na literatura abordam(52–54).

As diferenças entre os p valores calculados antes e depois da exclusão pode, estar associada às prevalências de excesso de peso à época de cada inquérito nos cinco países utilizados na estimativa, como por exemplo a descrição de prevalências

de excesso de MC crianças e adolescentes inglesas que chegava a 33,3% em 2013(55), contra prevalências ainda altas norte-americanos (1999-2004) de 17,1%(1) e mexicanos (2012) de 16,7%(56), se contrapondo a valores encontrados em brasileiros em 1989 de 8,6%(57) e em sul-coreanos que tinham prevalências de 12,6% em meninos e 10,6% em meninas ao final de 2014(58).

Uma potencial limitação dessa parte da análise consistiu nesse trabalho na dificuldade de desagregação dos dados sobre a idade dos indivíduos. Porém optou-se por manter a Inglaterra e a Coreia do Sul ainda com essa limitação, pois após testes, essa informação não modificava a tendência geral dos resultados e as duas populações em questão apresentavam um conjunto fenótipos humanos interessante de se incluir na análise.

Acredita-se que essas prevalências após a relativização da situação epidemiológica local, diminuíram sua influência nas estimativas de p valor, uma vez que os resultados dos valores por país ficam semelhantes após as exclusões de VNEIs, sugerindo assim que o crescimento humano não é tão diferente entre as populações(59). Esse fato torna viável o uso do ip valor para o cálculo do IA independentemente do local de nascimento e do fenótipo humano do indivíduo.

Os resultados do presente trabalho difere de outros resultados presentes na literatura (7,11,40,41), pois esse foi o único estudo que realizou algum tipo de limpeza nos dados antes da proposta de modelagem do p valor. A maioria dos trabalhos apontam ainda para o uso do p valor 2 independentemente da idade e do sexo, baseado muitas vezes na observação de apenas uma premissa, principalmente na correlação com a massa adiposa, se descartando a informação da correlação com a altura que permanece.

Ainda em relação a modelagem de p valores, se é válido considerar a finalização do processo de ganho de altura, pois estudos já descrevem a validade do uso do valor 2 em adultos como adequada(6,15), e se o processo de ganho de altura for esse marcador, pode ser que p valores alométricos tenham que ser considerados apenas até o termino dessa etapa. Isso pode ser observado principalmente no sexo feminino no presente estudo, que após os 16 anos mantém p valores próximos de 1,7. Tanto os p valores alométricos e o $p=2$ mantém correlação do índice nula com a altura e boas correlações com as medidas indiretas de adiposidade. Esse fato pode ocorrer pela particularidade do ganho de altura feminino que termina antes que o do masculino (em torno de 16 a 17 anos) sugerindo que o efeito alométrico do crescimento deva ser

considerado apenas até a finalização do crescimento linear e não até a finalização da fase da adolescência em si.

O uso do IMC para avaliação do estado nutricional de adolescentes e crianças, vem sendo discutido na literatura, pois suas limitações já são conhecidas, tanto na interpretação dos seus valores, bem como no diagnóstico baseado em uma população de referência(60–63). As discussões acerca do IMC começam pela maneira como se calcula o índice não se desconsiderando o efeito do ganho da altura no valor final do índice, criando-se assim uma potencial confusão na interpretação final de seu resultado. Outra questão importante que se é abordada, é a interferência os estágios de maturação sexual e sua influência sobre a avaliação do IMC, com as mudanças hormonais e de composição corporal durante puberdade(21,47,64) que tem relação direta com o processo de crescimento e ganho de massa.

Boa parte dessas discussões sobre usos de índices de massa corporal podem ser elucidadas se o efeito alométrico do crescimento for encaixado como um conceito na avaliação de índices de massa corporal para o público em questão, pois esse efeito respeita a fundamentação matemática da construção de um bom índice de MC e as evidências apresentadas nesse estudo de grande representatividade numérica e étnica, mostra também a fundamentação teórica para uso do IA.

6.2 As premissas de Benn e o desempenho de um índice antropométrico

As premissas de *Benn* para que um índice de MC tenha um bom desempenho como marcador nutricional propõe sua máxima correlação com a adiposidade do indivíduo, e independência com a altura do mesmo.

No período de crescimento físico, o ganho de altura está intimamente ligado a saúde e nutrição do indivíduo(65), com evidências de que o excesso de massa adiposa corporal pode adiantar alguns processos de maturação sexual, gerando aceleração do crescimento em fases desfavoráveis e portanto sua paralisação precoce e uma altura final menor do que a esperada(66,67). Portanto a independência de IA da medida da altura se apresenta como um importante fator, uma vez que a boa avaliação por parte dos índices de massa corporal podem prevenir ou amenizar tais eventos.

Ainda em relação a independência da altura, é preciso levar em consideração os possíveis tendência secular em populações que ainda aumentam a média de

altura(66). Isso se faz necessário, uma vez que na avaliação do excesso de MC, quando se há ganho simultâneo de MC e aumento proporcional da altura, um índice que mantém uma correlação alta com essa última medida pode mascarar o ganho de MC corporal excessivo não associado ao crescimento físico (63,68,69).

Na mesma linha de raciocínio pode-se pensar na outra premissa onde o índice precisa estabelecer altas correlações com a adiposidade do indivíduo. Para um índice altamente correlacionado com a adiposidade e ao mesmo tempo independente da altura, admite-se que ele tenha potencial de traduzir mais fielmente alterações advindas apenas da MC e não do processo de crescimento, marcando com maior sensibilidade o risco associado a isso.

A forma de se analisar a correlação com a medida de adiposidade indireta também precisa de atenção, pois correlacionar os valores dos índices com valores brutos de massa adiposa pode não ser a maneira mais adequada de se chegar a conclusões. O acúmulo de gordura corporal precisa ser relativizado a uma outra proporção ou tecido para se entender a magnitude desse excesso e marcar de fato o risco associado.

As medidas analisadas nesse trabalho que se propõe a isso mais diretamente são a RTL, que consegue traduzir em que proporção massa adiposa supera a massa muscular, e a CCVA que se propõe a entender a desproporção da CC do indivíduo em relação a própria altura. Nesses dois marcadores em particular no presente estudo, a magnitude de correlação de IA foi semelhante ou superior àquela entrada com o IMC. Isso demonstra a solidez do desempenho de IA, uma vez que essas duas razões mostram desproporções provenientes do excesso de ganho de MC, a partir da FTL que pode se apresentar como um marcador de síndrome metabólica em adolescentes(70) e particularmente no caso de CCVA, há altas correlações entre essa razão com mortalidade em adultos (71), apontando um importante uso futuro para o IA.

Ainda sobre o desempenho do IA e sua correlação com os compartimentos de massa, observamos que ele tem a correlação discretamente mais baixa com MMT e DO, o que é fala novamente a favor da sua desenvoltura ao analisar a MC global, pois há menos associação com massas típicas do desenvolvimento físico e uma boa associação com o ganho de massa adiposa.

Em relação a marcadores mais relativos como AF e exames bioquímicos, se observou baixa correlação dessas medidas com os índices estudados, denotando que

são pouco tradutores apenas da massa magra (AF) e que as alterações bioquímicas em relação a marcadores clássicos de excesso de MC como colesterol total, triglicérides e hemoglobina glicada, ou não se apresentam em crianças e adolescentes como se apresentam em adultos, ou suas alterações demoram mais tempo para aparecer nessa faixa etária e de fato marcar alterações de massa adiposa no organismo.

Por fim, novamente os achados do estudo destoam das conclusões dos estudos de alometria e índice de massa corporal(7,11,40,41), recomendando valores diferentes do 2 para linearização da relação altura e MC, pois as análises apresentadas exploram as premissas em um cenário mais completo, no sentido de abarcar a faixa etária inteira de 0 a 20 anos, contemplam os dois sexos e analisam as duas premissas ao mesmo tempo, com medidas brutas e índices de adiposidade.

6.3A variabilidade intra e entre países e fenótipos humanos dos índices para análise da MC

De acordo com as evidências disponíveis, na primeira etapa da adolescência o aumento da altura é uma função da idade, e a velocidade desse aumento é uma função dos estágios da maturação sexual, não necessariamente associada à idade (25,72,73). Amplamente aceitas, essas duas evidências seriam fortes razões para: a) utilizar um índice da MC independente da altura e b) estimar p valores após a exclusão dos valores de MC e altura possivelmente alterados.

No primeiro aspecto, uma vez que o índice da MC já está ajustado para idade, é fundamental que esse ajuste se torne, também, independente da altura, assim, implicitamente esse índice estaria também ajustado para as etapas da maturação sexual. Em recente trabalho do grupo, com adolescentes brasileiros em uma análise de componentes principais, observou-se que os estágios de maturação sexual estabeleciam padrões com a medida da altura e não com a medida da MC ou de medidas de adiposidade, traduzindo assim que a necessidade de um ajuste correto da MC pela altura para não haver ambiguidade na análise de índices de massa corporal(47).

A relação entre o ajuste do índice e a questão da maturação sexual vem a luz durante a análise, ao se observar os valores máximos assumidos pelos p valores, que ocorrem notavelmente nas épocas típicas de estirão de crescimento para meninos e

meninas, sugerindo que o maior efeito alométrico do crescimento da altura, aconteça justamente nessa etapa. Esse achado ajuda a ampliar a discussão que se tem em relação ao desempenho do IMC nessa faixa etária com em relação a sua sensibilidade e especificidade(47,64,74).

No segundo aspecto, em face da redução da variabilidade individual na velocidade de crescimento da altura após o ajuste para a etapa de maturação sexual(25), a exclusão dos valores alterados de massa corporal e altura permite a modelagem das diferenças entre indivíduos de forma mais eficiente. Pois entre menores de 20 anos, há dois vetores dinâmicos influenciando a modificação dos valores de altura: o vetor cronológico, representado pela idade, e o vetor biológico, representado pelo *tempo*. O vetor da idade é monotônico e, por isso, relativamente simples de incorporar em modelos estatísticos de predição da altura. O vetor *tempo*, que traduz a taxa de mudança ou velocidade do crescimento físico, é mais complexo de modelar já que seus determinantes na infância e na puberdade são distintos(27,31). A exclusão os valores VNEI permitiu a separação do efeito alométrico da alteração do estado nutricional, e a estimativa dos *p* valores fluando entra as idades e obedecendo a dinâmica de crescimento de cada sexo, e com isso foi possível a incorporação dos dois vetores na interpretação do índice.

Por estas razões, estima-se que a modelagem do IA em função da idade em cada sexo no conjunto de dados dos cinco países traduza, simultaneamente, as mudanças univariadas e bivariada de massa corporal e altura unificando os aspectos cronológico e biológico do crescimento físico nesse período.

A análise de efeitos mistos demonstrou que a variabilidade das proporções corporais quando ajustadas para sexo e idade provem de um efeito mais contextual dos fenótipos humanos, como demonstrado em alguns trabalhos em avaliação nutricional via MC e altura em adultos e crianças (52,53,59). Isso também pode ser observado entre as correlações dos compartimentos de massas (gordura e músculo) aferidos via DXA nas populações norte-americana e sul-coreana, que são muito próximas numericamente no presente estudo.

A variada classificação de fenótipos humanos nos inquéritos utilizados dificultou a sua compatibilização principalmente no caso da Inglaterra. Isso pode ter representar uma pequena ressalva na hora de se analisar a variabilidade dos índices entre os fenótipos humanos, uma vez que se agregou todos os dados em 5 grandes categorias para melhor interpretação da análise de efeitos mistos.

Adicionalmente a esses fatos, há ainda a análise dos valores de incrementos das massas e dos valores dos índices pelo espectro etário nos dois sexos. Pode-se observar que IA acompanha o incremento das MAT, MMT e da altura, apresentando inclinações muito parecidas. Isso sugere que IA pode ser um melhor marcador para acompanhamento de crianças e adolescentes, traduzindo as particularidades do processo de crescimento e de alteração da composição corporal. Em contraponto a isso o incremento do IMC não se apresenta da mesma forma, com sua inclinação bem diferente do incremento de gordura e massa muscular nos indivíduos analisados.

Esse incremento de IMC se mantendo diferente do incremento de MMT e MAT e igualmente inclinado nos dois sexos, ainda tem a consequência de não acompanhar as diferentes nuances no ganho de gordura e músculo no sexo feminino e masculino, que se dá de formas bem distintas, como pode ser observado pelo incremento da razão FTL. Isso pode se apresentar como um possível fator de confusão durante o uso do IMC, interferindo na acurácia de seu diagnóstico (14). O IA pode sofrer o mesmo tipo de crítica, uma vez que também avalia a MC global e não compartimentos separados, porém a sua independência da altura e sua menor correlação com MMT e DO, o coloca em uma boa posição de promissor índice para avaliação da MC de indivíduos de 0 a 20 anos.

O conjunto de evidências na literatura sobre a escala alométrica no IMC é pouco conclusiva nesse aspecto de se integrar os achados em relação a esses dois vetores, uma vez que cada estudo utilizou uma metodologia diferente, distintas populações e medidas de composição corporal. Porém, o que a maioria dos estudos sugerem como resultados é que a relevância da escala alométrica para avaliação da MC está principalmente período da puberdade (7,11,13,40,41). Não identificamos na literatura outras propostas de ajuste internacional, assim não pudemos comparar nossos resultados a outros, todavia a consistência dos mesmos indica que das premissas de *Benn*(49) e a questão das variabilidades intra e entre países(25,73) na expansão da altura foram adequadamente contempladas nessa análise.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ajuste da relação MC-altura entre menores de 20 anos é um tema polêmico por apresentar resultados contraditórios na literatura. Neste trabalho apresentamos dois pontos ainda não observados na literatura sobre o assunto: a modelagem alométrica após a exclusão VNEIs e a modelagem dos p valores em pool de dados internacionais com várias populações distintas.

Um dos avanços do presente estudo é exclusão dos VNEIs para modelagem de p valor. Com essa exclusão acredita-se que se separou os grupos de indivíduos menos afetados pela tendência secular contextual de cada país, porém não é possível determinar se esse efeito foi totalmente eliminado das médias. O efeito da tendência secular sobre os VNEIs foi parcialmente controlado nas medidas isoladamente e espera-se que esse controle da razão MC/altura tenha impactado a tendência central dessa relação de modo a reduzir o efeito disso na modelagem do p valor. Acredita-se também que esse método de exclusão não comprometeu a variabilidade natural da amostra, uma vez que a coeficiente de variação dos valores brutos e dos valores sem os VNEIs não são muito diferentes (dados não apresentados).

A modelagem alométrica após a exclusão de valores alterados de MC e altura mostrou que os valores nacionais se tornam mais próximos e uniformes quando o contexto epidemiológico é relativizado. A modelagem alométrica em pool de dados internacionais mostrou que esse procedimento produz resultados robustos nas comparações nacionais que realizadas, e em relação ao desempenho do IMC. Observamos também IA apresenta bom desempenho em relação as duas premissas de Benn. Destacamos ainda a boa correlação do IA CCVA e FTL, que são fácil interpretação, possuem pontos de corte universais, e apresentam-se como bons marcadores de morbidade e mortalidade.

O estudo demonstra também que a maior variabilidade entre os indivíduos se encontra na medida da altura, e que essa diferença provém de características contextuais que acompanham a nacionalidade do indivíduo e não seu fenótipo humano (contexto biológico). A análise dos incrementos mostra que o incremento de IA é mais familiar à inclinação dos incrementos de massas adiposa, muscular e da altura, com isso aparentemente acompanhando os fenômenos da mudança da composição corporal durante a adolescência melhor do que o IMC, que mantém o seu incremento distinto dessas massas. Esses dois resultados sugerem que IA modelou

de forma satisfatória os vetores cronológico e biológico no mesmo índice antropométrico.

As populações com informações de DXA disponíveis eram apenas as norte-americanas e sul-coreanas, além do espectro etário também ser reduzido à apenas a adolescência. É desejável que as mesmas análises sejam reproduzidas em indivíduos de outras nacionalidades e na faixa etária abaixo de 10 anos. Ainda podemos destacar o fato outras formas de estimativa dos p valores para linearização da relação MC-altura, e que é aconselhável que futuros estudos testem outras metodologias, para possível validação dos dados.

Após a exposição do desempenho de IA é relevante agora analisar esse índice a partir de observações de uma população de referência em crescimento físico e possua baixas prevalências de alterações nutricionais, como baixa estatura para idade e excesso de peso, para se formular pontos de corte que estejam associados com aparecimento de morbididades na vida adulta ou de risco de mortalidade na faixa etária estudada, para se realizar acompanhamento e diagnósticos clínico e populacional.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. *Jama*. 2012;307(5):483–490.
2. Hedley AA, Ogden CL, Johnson CL, Carroll MD, Curtin LR, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *JAMA*. 16 de junho de 2004;291(23):2847–50.
3. Orsi CM, Hale DE, Lynch JL. Pediatric obesity epidemiology. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. fevereiro de 2011;18(1):14–22.
4. Burton RF. Human allometry: adult bodies are more nearly geometrically similar than regression analysis has suggested. *Med Hypotheses*. janeiro de 2010;74(1):15–7.
5. NHANES - About the National Health and Nutrition Examination Survey [Internet]. [citado 17 de fevereiro de 2016]. Disponível em: http://www.cdc.gov/nchs/nhanes/about_nhanes.htm
6. Heymsfield SB, Heo M, Thomas D, Pietrobelli A. Scaling of body composition to height: relevance to height-normalized indexes. *Am J Clin Nutr*. abril de 2011;93(4):736–40.
7. Cole TJ. Weight/height^{1.5} compared to weight/height² for assessing adiposity in childhood: influence of age and bone age on p during puberty. *Ann Hum Biol*. outubro de 1986;13(5):433–51.
8. Franklin D. Comparison of weight and height relations in boys from 4 countries. *Am J Clin Nutr*. julho de 1999;70(1 Part 2):157S-162S.
9. Quetelet A. *Sur L'homme et le Développement de Ses Facultés*. Paris; 1835.
10. Quetelet A. *Physique Sociale, ou, Essai sur le Développement des Facultés de L'homme*. Bruxelles. Bruxelles; 1869.
11. Metcalf BS, Hosking J, Frémeaux AE, Jeffery AN, Voss LD, Wilkin TJ. BMI was right all along: taller children really are fatter (implications of making childhood BMI independent of height) *EarlyBird* 48. *Int J Obes* 2005. abril de 2011;35(4):541–7.
12. Wells JCK, Treleaven P, Cole TJ. BMI compared with 3-dimensional body shape: the UK National Sizing Survey. *Am J Clin Nutr*. fevereiro de 2007;85(2):419–25.
13. Lebedowska MK, Alter KE, Stanhope SJ. Human body shape index based on an experimentally derived model of human growth. *J Pediatr*. janeiro de 2008;152(1):45–9, 49.e1-2.
14. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. *Am J Phys Anthropol*. janeiro de 2006;129(1):151–6.
15. Heymsfield SB, Gallagher D, Mayer L, Beetsch J, Pietrobelli A. Scaling of human body composition to stature: new insights into body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(1):82.
16. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening

- indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* junho de 2002;75(6):978–85.
17. Tanner JM. *Foetus into man : physical growth from conception to maturity* /. Rev. and enl. ed. Cambridge, Mass. : Harvard University Press,; 1990.
 18. Bogin B. *Patterns os Human Growth*. 2º ed. Cambrigde; 1991. 267 p. (Cambrigde Studies in Biological Antropology).
 19. Tanner JM. Catch-up growth in man. *Br Med Bull.* setembro de 1981;37(3):233–8.
 20. Huxley J. *Problems of relative Growth*. 2º ed. London; 1993. 360 p.
 21. Baughan B, Brault-Dubuc M, Demirjian A, Gagnon G. Sexual dimorphism in body composition changes during the pubertal period : As shown by French-Canadian children. *Am J Phys Anthropol.* 1º de janeiro de 1980;52(1):85–94.
 22. Tanner JM. THE REGULATION OF HUMAN GROWTH. *Child Dev.* dezembro de 1963;34:817–47.
 23. Frisancho AR, Flegel PN. Advanced maturation associated with centripetal fat pattern. *Hum Biol.* dezembro de 1982;54(4):717–27.
 24. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child.* março de 1976;51(3):170–9.
 25. Tanner JM, Davies PS. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr.* 1985;107(3):317–329.
 26. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Arch Dis Child.* fevereiro de 1970;45(239):13–23.
 27. Günther B, Morgado E. Theory of biological similarity revisited. *J Theor Biol.* junho de 1982;96(4):543–59.
 28. Gould SJ. ALLOMETRY AND SIZE IN ONTOGENY AND PHYLOGENY. *Biol Rev.* novembro de 1966;41(4):587–638.
 29. Tanner JM. Some notes on the reporting of growth data. *Hum Biol.* maio de 1951;23(2):93–159.
 30. Shingleton A. Allometry: the study of biological scaling. *Nat Educ Knowl.* 2010;3(10):2.
 31. Gould SJ. Geometric similarity in allometric growth: a contribution to the problem of scaling in the evolution of size. *Am Nat.* 1971;113–136.
 32. Günther B, Morgado E. Time in physics and biology. *Biol Res.* 2004;37(4 Suppl A):759–65.
 33. Blackstone NW. Allometry and Relative Growth: Pattern and Process in Evolutionary Studies. *Syst Zool.* março de 1987;36(1):76.
 34. History of the Concept of Allometry. *Am Zool.* 1º de outubro de 2000;40(5):748–58.
 35. Folland JP, Mc Cauley TM, Williams AG. Allometric scaling of strength measurements to body size. *Eur J Appl Physiol.* abril de 2008;102(6):739–45.
 36. Benn RT. Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity. *Br J Prev Soc Med.* fevereiro de 1971;25(1):42–50.

37. Lazarus R, Baur L, Webb K, Blyth F. Adiposity and body mass indices in children: Benn's index and other weight for height indices as measures of relative adiposity. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* maio de 1996;20(5):406–12.
38. Wells JCK, Cole TJ. Disentangling the size and adiposity components of obesity. *Int J Obes* 2005. abril de 2011;35(4):548–9.
39. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr.* 1º de julho de 2017;171(7):629–36.
40. Franklin null. Comparison of weight and height relations in boys from 4 countries. *Am J Clin Nutr.* julho de 1999;70(1 Part 2):157S-162S.
41. Lazarus R, Baur L, Webb K, Blyth F. Adiposity and body mass indices in children: Benn's index and other weight for height indices as measures of relative adiposity. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* maio de 1996;20(5):406–12.
42. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012). 2012.
43. BRASIL. Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição: perfil de crescimento da população brasileira de 0 a 25 anos. 1989.
44. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI). [Internet]. 2014 [citado 30 de março de 2016]. Disponível em: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/eng/index.do>
45. NatCen Social Research University College London. Department Of Epidemiology And Public Health. Health Survey for England, 2014. Colchester, Essex: UK Data Archive; 2016.
46. Dalabona C. Fatores de risco para sobrepeso e obesidade entre adolescentes de escolas públicas da cidade de São Paulo/SP [Dissertação de Mestrado]. [São Paulo]: Faculdade de Saúde Pública; 208DC.
47. Cumpian-Silva J, Rinaldi AEM, Mazzeti CM da S, Conde WL. Fenótipos corporais na adolescência e a maturação sexual. *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2018 [citado 1º de junho de 2018];34(3). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-311X2018000305013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
48. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992 Suppl. abril de 2006;450:38–46.
49. Benn RT. Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity. *Br Med J.* 1971;25(1):42.
50. World Health Organization, World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development. Geneva: World Health Organization; 2007. 217 p.

51. Lawman HG, Ogden CL, Hassink S, Mallya G, Vander Veur S, Foster GD. Comparing Methods for Identifying Biologically Implausible Values in Height, Weight, and Body Mass Index Among Youth. *Am J Epidemiol*. 15 de agosto de 2015;182(4):359–65.
52. Heymsfield SB, Peterson CM, Thomas DM, Heo M, Schuna JM. Why are there race/ethnic differences in adult body mass index-adiposity relationships? A quantitative critical review. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. 11 de dezembro de 2015;
53. Heymsfield SB, Peterson CM, Thomas DM, Heo M, Schuna JM, Hong S, et al. Scaling of adult body weight to height across sex and race/ethnic groups: relevance to BMI. *Am J Clin Nutr*. dezembro de 2014;100(6):1455–61.
54. Albrecht SS, Gordon-Larsen P. Ethnic differences in body mass index trajectories from adolescence to adulthood: a focus on Hispanic and Asian subgroups in the United States. *PloS One*. 2013;8(9):e72983.
55. van Jaarsveld CHM, Gulliford MC. Childhood obesity trends from primary care electronic health records in England between 1994 and 2013: population-based cohort study. *Arch Dis Child*. março de 2015;100(3):214–9.
56. Hernández-Cordero S, Cuevas-Nasu L, Morán-Ruán MC, Méndez-Gómez Humarán I, Ávila-Arcos MA, Rivera-Dommarco JA. Overweight and obesity in Mexican children and adolescents during the last 25 years. *Nutr Diabetes*. 13 de março de 2017;7(3):e247.
57. Rodrigues EM, Taddei JA, Sigulem DM. Overweight and obesity among mothers of malnourished children--Brazil--PNSN--1989. *São Paulo Med J Rev Paul Med*. agosto de 1998;116(4):1766–73.
58. Park J-M, Lee J-Y, Dong JJ, Lee D-C, Lee Y-J. Association between the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and insulin resistance in Korean adolescents: a nationwide population-based study. *J Pediatr Endocrinol Metab [Internet]*. 14 de janeiro de 2016 [citado 11 de maio de 2017];0(0). Disponível em: <http://www.degruyter.com/view/j/jpem.ahead-of-print/jpem-2016-0244/jpem-2016-0244.xml>
59. Habicht JP, Martorell R, Yarbrough C, Malina RM, Klein RE. Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet Lond Engl*. 6 de abril de 1974;1(7858):611–4.
60. Freedman DS, Wang J, Maynard LM, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN, et al. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *Int J Obes* 2005. janeiro de 2005;29(1):1–8.
61. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*. 28 de julho de 2007;335(7612):194.
62. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr*. fevereiro de 1998;132(2):204–10.

63. Bosy-Westphal A, Plachta-Danielzik S, Dörhöfer R-P, Müller MJ. Short stature and obesity: positive association in adults but inverse association in children and adolescents. *Br J Nutr.* agosto de 2009;102(3):453–61.
64. Kinra S. Reanalysis suggests that the new definition for child obesity has questionable validity in puberty. *The BMJ* [Internet]. 10 de junho de 2018 [citado 10 de junho de 2018]; Disponível em: <https://www.bmj.com/rapid-response/2011/10/28/reanalysis-suggests-new-definition-child-obesity-has-questionable-validity>
65. Essential Nutrition Actions: Improving Maternal, Newborn, Infant and Young Child Health and Nutrition [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2013 [citado 5 de junho de 2018]. (WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK258736/>
66. Cole TJ, Roede MJ. Centiles of body mass index for Dutch children aged 0–20 years in 1980—a baseline to assess recent trends in obesity. *Ann Hum Biol.* 1º de janeiro de 1999;26(4):303–8.
67. Cole TJ. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Econ Hum Biol.* 2003;1:161–8.
68. van Dommelen P, de Kroon MLA, Cameron N, Schönbeck Y, van Buuren S. The impact of height during childhood on the national prevalence rates of overweight. *PloS One.* 2014;9(1):e85769.
69. Conde WL, Rinaldi AEM, Enes CC. Is the secular trend in height delaying overweight rise among adolescents? The Brazilian case. *Public Health Nutr.* 2016;19(12):2213–9.
70. Weber DR, Leonard MB, Shults J, Zemel BS. A comparison of fat and lean body mass index to BMI for the identification of metabolic syndrome in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* setembro de 2014;99(9):3208–16.
71. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* agosto de 2005;56(5):303–7.
72. Tanner JM. 1 Normal growth and techniques of growth assessment. *Clin Endocrinol Metab.* 1986;15(3):411–451.
73. Monteiro POA, Victora CG. Rapid growth in infancy and childhood and obesity in later life—a systematic review. *Obes Rev.* 2005;6(2):143–154.
74. Benedet J, da Silva Lopes A, Adami F, de Fragas Hinnig P, de Vasconcelos F de AG. Association of sexual maturation with excess body weight and height in children and adolescents. *BMC Pediatr.* 13 de março de 2014;14:72.

9. ANEXOS

Anexo 1

O fluxograma apresenta a seleção de estudos para as análises do presente estudo, desde o download das bases, seus testes e variáveis de interesse. Os quantitativos de estudos baixados e elencados estão dentro dos quadros do fluxograma.

Todas as bases utilizadas são de domínio público e tiveram seus desenhos amostrais e prevalências publicadas previamente. Bases que não são públicas como os inquéritos regionais brasileiros pertencem ao LANPOP, laboratório onde a tese foi desenvolvida e são:

- 1) DETERMINANTES DO RISCO DE OBSEIDADE ENTRE ADOLESCENTES À PARTIR DE INQUÉRITO DE ESCOLARES COM AMOSTRA MISTA: TRANSVERSAL E LONGITUDINAL. PIRACICABA, 2012. Edital FAPESP nº 2012/01283-3;
- 2) MONITORAMENTO DE FATORES DE RISCO A NUTRIÇÃO E SAÚDE EM ESCOLARES ADOLESCENTES DA ZONA OESTE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2007.

Figura 5. Fluxograma de seleção das bases de dados disponíveis para análise com dados antropométricos e de composição corporal, Brasil, 2018.

Anexo 2

Tabela 15. Médias de altura e massa corporal em meninos por país e faixa etária, Brasil, 2018.

Idade em meses	Meninos									
	EUA		México		Brasil		Inglaterra**		Coreia do Sul**	
	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)
0	61,8 (5,1)	6,9 (1,5)	61,8 (4,8)	6,7 (1,3)	59,8 (5,6)	6,1 (1,6)	70 (5,7)	8,3 (1,8)	-	-
6	73,9 (4,9)	9,8 (1,5)	70,6 (3,8)	8,9 (1,2)	70,8 (4,2)	8,9 (1,4)	-	-	-	-
12	79,7 (3,3)	11 (1,4)	76,5 (3,8)	10,3 (1,3)	77,1 (4,3)	10,4 (1,6)	84,1 (4,9)	11,7 (1,6)	82 (4,6)	11,6 (1,4)
18	86,9 (4,9)	12,7 (1,7)	82,6 (4,2)	11,6 (1,5)	82,4 (5,3)	11,5 (1,7)	-	-	-	-
24	89,9 (3,7)	13,6 (1,8)	86,8 (4)	12,7 (1,6)	86,3 (4,9)	12,7 (1,8)	91,2 (4,4)	14,3 (2)	91,8 (4,1)	14 (1,8)
30	95,5 (4,7)	15,2 (2,4)	91,1 (4,3)	13,9 (1,8)	90 (4,8)	13,5 (1,7)	-	-	-	-
36	97,1 (4,1)	15,4 (2,2)	95 (5)	14,9 (2)	94,3 (5,2)	14,6 (1,9)	99,3 (4,6)	16,5 (2,3)	99,7 (4,6)	15,8 (2)
42	103,4 (5)	17,6 (3)	98,5 (5)	15,8 (2,1)	97,8 (5,6)	15,5 (2,3)	-	-	-	-
48	105 (4,7)	18,2 (3)	102 (4,8)	16,8 (2,4)	100,9 (5,7)	16,3 (2,2)	106,2 (4,7)	18,5 (2,6)	106,5 (4,8)	18,1 (2,7)
54	108,8 (4,7)	19,7 (4,3)	104,9 (4,9)	17,8 (2,6)	104,5 (5,8)	17,3 (2,6)	-	-	-	-
60	113,7 (5,6)	21,5 (4,7)	110,3 (5,3)	19,9 (3,4)	108,8 (6,3)	18,7 (3,1)	112,5 (5,1)	20,6 (3,2)	113 (4,9)	20,4 (3,6)
72	120 (5,7)	24,3 (5,5)	115,8 (5,8)	22,3 (4,2)	114,4 (6,4)	20,5 (3,2)	119,1 (5,5)	23,2 (3,9)	119,9 (5,2)	23,8 (4,5)
84	125,7 (6,1)	27,9 (7,5)	122,1 (6,2)	25,7 (5,8)	119,9 (6,8)	22,7 (3,9)	125,2 (5,6)	26,1 (4,7)	126 (5,4)	26,8 (5,2)
96	132 (6,3)	32,1 (9,0)	127,2 (6,7)	28,9 (6,6)	125,1 (7,4)	25 (4,6)	131 (6,1)	29,4 (5,9)	131,9 (5,6)	31 (6,6)
108	137,6 (6,9)	36,5 (10,7)	132,6 (7)	32,6 (8,4)	130,2 (7,7)	27,5 (5,4)	136,2 (6,3)	32,6 (6,8)	137,1 (6,2)	34,9 (8,4)
120	142,5 (6,9)	40,6 (11)	138,1 (7,4)	36,9 (10)	134,7 (7,5)	30,1 (5,9)	141,6 (6,5)	36,4 (7,8)	142,7 (6,5)	38,9 (8,5)
132	149,2 (7,8)	46,6 (14,1)	143,4 (8,2)	41,3 (11,3)	139,6 (8,3)	33,2 (7,2)	147,1 (7,1)	41 (9,6)	149,3 (7)	44 (10,3)
144	155,2 (8,7)	52,1 (16,2)	150,3 (8,7)	47,6 (12,7)	144,7 (9,2)	36,8 (8,4)	152,8 (7,9)	45,3 (10,6)	156,5 (7,9)	49,4 (11,8)
156	162,4 (9,2)	58,8 (17,5)	156,9 (8,8)	51,9 (13,2)	150,8 (10,1)	41,5 (9,1)	159,8 (8,6)	51,8 (11,9)	163,2 (7,7)	54,6 (11,7)
168	168,4 (8,1)	64,9 (18,3)	162,4 (7,9)	58,1 (13,8)	156,2 (10,2)	46 (9,7)	166,4 (8,5)	57,4 (12,3)	168,6 (6,5)	60,2 (12,8)
180	172,6 (7,5)	70 (19,2)	165,1 (7,6)	61 (13,9)	161,5 (9,5)	51,2 (10,4)	172,1 (7,4)	63,7 (12,8)	171,7 (6)	62,7 (12,4)
192	174 (7,3)	74,7 (19,3)	167,5 (7,1)	63,7 (13,2)	165,7 (8,4)	55,5 (9,3)	174,6 (7,3)	67,1 (13)	172,9 (5,9)	64,6 (12,1)
204	174,7 (7,7)	75,4 (19,4)	167,7 (7,6)	65,6 (13,8)	167,3 (7,7)	57,8 (8,7)	175,8 (7,1)	69,8 (13,5)	173,9 (6,1)	66,9 (12)
216	175,4 (7,6)	78,2 (20,4)	168,6 (7,6)	68,9 (16,3)	168,8 (7,6)	60,5 (8,7)	176,3 (6,8)	71,9 (13,3)	174,1 (6)	67,6 (12,6)
228	175,3 (8,1)	77,6 (19,2)	168,5 (7,6)	69,5 (15,6)	169 (7,4)	61,6 (9,4)	176,3 (7)	72,3 (13)	173,7 (5,9)	68,4 (12,8)

*Idades não disponíveis no banco de dados.

Tabela 16. Médias de altura e massa corporal em meninas por país e faixa etária, Brasil, 2018.

Idade em meses	Meninos									
	EUA		México		Brasil		Inglaterra**		Coreia do Sul**	
	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)
0	60,7 (4,9)	6,6 (1,4)	60 (4,8)	6,2 (1,2)	58,8 (5,5)	5,6 (1,4)	-	-	-	-
6	72,7 (5,3)	9,3 (1,6)	69,1 (3,8)	8,4 (1,1)	69,1 (4,4)	8,4 (1,5)	69,8 (6)	8 (1,8)	-	-
12	78,2 (3,5)	10,5 (1,3)	75,5 (3,9)	9,7 (1,3)	75,6 (4,4)	9,8 (1,5)	-	-	-	-
18	86,2 (5)	12,4 (2)	81 (4,7)	11,1 (1,7)	81,3 (4,8)	10,9 (1,5)	83,1 (4,9)	11,2 (1,6)	80,6 (4,9)	10,9 (1,5)
24	88,7 (3,6)	13,2 (2)	85,8 (4,2)	12,2 (1,7)	85 (4,8)	12,2 (1,7)	-	-	-	-
30	94 (4,5)	14,4 (2,3)	89,6 (4,4)	13,2 (2)	89,1 (4,7)	13 (1,9)	90,3 (4,3)	13,8 (1,8)	90,4 (4,2)	13,2 (1,7)
36	96,6 (4)	15,2 (2,3)	94 (4,3)	14,3 (2,1)	92,5 (6)	14 (2,2)	-	-	-	-
42	102,1 (4,9)	16,9 (2,9)	97,1 (4,9)	15,2 (2,1)	96,6 (5,6)	14,9 (2,1)	98,3 (4,6)	16 (2,4)	98 (4,1)	15,3 (1,9)
48	104,3 (4,4)	17,8 (3)	101,2 (4,8)	16,6 (2,6)	100 (6)	15,7 (2,4)	-	-	-	-
54	107,6 (5)	18,6 (2,9)	104,3 (4,9)	17,6 (3,1)	102,9 (6)	16,6 (2,5)	105,7 (4,8)	18,4 (2,8)	105,4 (4,6)	17,6 (2,5)
60	112,2 (5,4)	20,6 (4,2)	109,2 (5,4)	19,2 (3,4)	107,7 (6,1)	18,1 (2,9)	111,9 (5,3)	20,4 (3,5)	112,1 (4,9)	19,9 (2,9)
72	118,9 (5,5)	23,6 (5)	115,2 (6)	21,9 (4,5)	114 (6,4)	20,1 (3,4)	118,4 (5,2)	23,1 (4,2)	118,5 (5,2)	22,5 (3,8)
84	124,9 (6)	27,4 (7,1)	121,2 (6,3)	24,9 (5,8)	120 (6,5)	22,5 (3,9)	124,3 (6)	26,3 (5,4)	125,1 (5,3)	25,6 (4,5)
96	131,2 (6,8)	32 (9,5)	126,7 (7,1)	28,6 (7,3)	124,9 (7,5)	24,9 (4,7)	130,2 (6,1)	29,7 (6,5)	130,2 (5,5)	28,9 (5,8)
108	137,6 (7)	36,8 (10,2)	132,4 (7,4)	32,3 (8,7)	130,3 (7,5)	27,5 (5,2)	136,1 (6,5)	33,6 (7,8)	136,5 (6,1)	33,1 (7)
120	144,1 (7,7)	42,1 (12,1)	139,4 (7,8)	37,4 (10,2)	135,6 (8,1)	31 (6,8)	141,7 (6,9)	37,4 (8,3)	143,2 (6,9)	37,2 (7,9)
132	150,9 (7,8)	49,1 (14,8)	145,2 (8,1)	42,3 (11,2)	142,4 (9,1)	35,6 (8,3)	148,2 (7,7)	43,3 (10,8)	150,1 (7)	42,2 (9,1)
144	156,2 (7,3)	54,9 (15,2)	150,5 (7,3)	47,8 (12)	147,8 (8,5)	40,4 (8,5)	154,1 (7,2)	48,3 (10,9)	155 (6,2)	46,8 (9,4)
156	158,6 (6,7)	58,3 (16,7)	153,5 (6,9)	51,8 (12,2)	151,5 (8,1)	44,9 (9,1)	158,2 (6,5)	53 (11,2)	158 (5,5)	50,4 (8,8)
168	160,4 (6,7)	61,3 (16,1)	154,8 (6,7)	54,4 (12,4)	153,9 (6,8)	48,4 (9)	161 (6,7)	56,9 (11,6)	159,5 (5,6)	52,1 (8,6)
180	161,2 (6,6)	62,6 (15,6)	155,2 (7,1)	55,6 (12,4)	156,1 (6,7)	51,1 (7,5)	162,3 (6,4)	58,8 (12,2)	160,8 (5,2)	53,5 (8,7)
192	161,3 (6,8)	63,3 (16,1)	156 (6,8)	56,7 (12,4)	156,3 (6,6)	52,5 (8,3)	163,1 (6,2)	60,6 (11,5)	160,7 (5,4)	55 (9,3)
204	161,8 (6,8)	65,3 (18,7)	156 (6,8)	58,1 (12,2)	156,2 (6,8)	53,2 (8,4)	162,8 (6)	60,9 (11,9)	161 (5,5)	55,5 (9,3)
216	161,6 (6,6)	67,4 (18,9)	155,5 (6,9)	59,6 (14,3)	156,7 (6,7)	53,8 (8,6)	162,7 (6,7)	61,7 (12,3)	161,1 (5,7)	55,4 (8,5)
228	161,8 (6,9)	68,4 (18,5)	155,6 (6,6)	60,5 (13,9)	156,7 (6,5)	54,3 (8,7)	163,1 (6,4)	63,3 (13,1)	161,3 (5,3)	55 (8,6)

*Idades não disponíveis no banco de dados.

Tabela 17. Medidas de tendência central e de dispersão de altura e massa corporal em meninos por país e faixa etária, após a exclusão de VNEI, Brasil, 2018.

Idade em meses	Meninos									
	EUA		México		Brasil		Inglaterra**		Coreia do Sul**	
	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)
0	61,9 (4,9)	6,7 (1,4)	61,7 (4,4)	6,7 (1,2)	59,7 (5,2)	6 (1,5)	-	-	-	-
6	73,5 (4,1)	9,7 (1,2)	70,4 (3,4)	8,8 (1,1)	70,6 (3,5)	8,9 (1,2)	70,1 (5,4)	8,3 (1,6)	-	-
12	79,6 (2,9)	11 (1,2)	76,3 (3,2)	10,2 (1,1)	76,9 (3,7)	10,3 (1,3)	-	-	-	-
18	86,7 (4,3)	12,6 (1,4)	82,4 (3,5)	11,5 (1,3)	82,2 (4,3)	11,5 (1,4)	83,8 (4,4)	11,5 (1,3)	81,7 (4,1)	11,5 (1,2)
24	89,7 (3,2)	13,5 (1,4)	86,7 (3,4)	12,6 (1,3)	86 (4,2)	12,5 (1,4)	-	-	-	-
30	95,4 (4,2)	15 (1,7)	91 (3,6)	13,7 (1,4)	90 (4,3)	13,4 (1,4)	91,2 (3,9)	14,2 (1,6)	91,6 (3,6)	13,8 (1,4)
36	97 (3,5)	15,2 (1,6)	94,7 (4,1)	14,7 (1,6)	94,5 (4,8)	14,5 (1,7)	-	-	-	-
42	103,1 (4,3)	17,2 (2,1)	98,3 (4)	15,6 (1,7)	97,4 (4,4)	15,3 (1,8)	99,1 (3,9)	16,2 (1,8)	99,5 (3,7)	15,7 (1,6)
48	104,9 (4,1)	17,9 (2,3)	101,7 (4,1)	16,5 (1,8)	100,6 (4,8)	16,2 (1,9)	-	-	-	-
54	108,5 (4,1)	19 (2,7)	104,7 (4,2)	17,6 (2,0)	104,4 (5)	17,1 (2,1)	106,1 (4)	18,3 (2)	106,2 (4)	17,8 (1,9)
60	113,3 (4,8)	20,6 (2,8)	110 (4,6)	19,4 (2,5)	108,5 (5,3)	18,4 (2,3)	112,4 (4,3)	20,3 (2,3)	112,7 (4,2)	19,9 (2,5)
72	119,7 (4,9)	23,5 (3,9)	115,6 (4,8)	21,7 (3,0)	114,3 (5,5)	20,2 (2,5)	118,9 (4,6)	22,8 (2,9)	119,7 (4,5)	23,3 (3,3)
84	125,3 (5,4)	26,7 (5,0)	121,8 (5,2)	24,8 (4,2)	119,7 (5,8)	22,3 (2,9)	124,9 (4,8)	25,5 (3,5)	125,8 (4,6)	26,2 (4,1)
96	131,6 (5,2)	30,8 (6,4)	126,7 (5,4)	27,9 (4,9)	124,9 (6,4)	24,6 (3,6)	130,7 (5,2)	28,6 (4,3)	131,7 (4,6)	30,3 (5,4)
108	137,3 (5,8)	35 (8,1)	132,2 (5,7)	31,4 (6,3)	129,4 (6,1)	26,8 (3,8)	136,1 (5,4)	31,9 (5,1)	136,8 (5,2)	33,9 (6,6)
120	142,1 (5,6)	39,2 (8,8)	137,4 (6,2)	35,5 (7,9)	134,4 (6,3)	29,5 (4,2)	141,3 (5,5)	35,3 (5,8)	142,3 (5,6)	38,2 (7,5)
132	148,6 (6,5)	44,6 (11,1)	143 (7,1)	40,1 (9,2)	138,8 (6,9)	32,1 (4,9)	146,8 (6,2)	39,9 (7,4)	148,7 (6,1)	42,6 (8,5)
144	154,7 (8)	50,2 (13,0)	149,8 (7,6)	46,2 (10,6)	144,1 (7,7)	35,7 (6,3)	152,3 (6,7)	44,1 (8,5)	156,1 (7,0)	48,3 (9,9)
156	162 (8,2)	56,5 (13,4)	156,8 (7,7)	50,4 (10,4)	149,9 (9)	40,2 (7,1)	159,7 (7,8)	50,8 (9,9)	163,5 (6,5)	54,1 (10,0)
168	168,5 (6,9)	62,9 (14,0)	162,6 (6,5)	56,9 (10,9)	156,3 (9)	45,5 (8,1)	166,4 (7,6)	56,3 (9,9)	168,6 (5,4)	58,8 (10,1)
180	172,4 (6,6)	67,4 (14,4)	164,8 (6,5)	59,4 (11,3)	161,4 (8,1)	50,6 (8,4)	172,1 (6,4)	62,3 (9,9)	171,7 (5,1)	61,3 (9,6)
192	173,7 (6,4)	71,8 (14,8)	167,4 (6,1)	62,1 (10,3)	165,7 (7,1)	55,1 (7,6)	174,5 (6,3)	65,4 (9,8)	172,8 (4,9)	63,5 (9,8)
204	174,5 (6,7)	72,7 (14,0)	167,2 (6,6)	63,4 (10,7)	167,4 (6,4)	57,6 (7,0)	175,7 (6)	68,3 (10,2)	173,9 (5)	65,7 (10,0)
216	175,2 (6,4)	75,5 (15,3)	168,4 (6,4)	66,6 (12,3)	168,6 (6,6)	60 (7,0)	176,1 (6)	70,2 (10,2)	174,1 (5)	66,4 (10,3)
228	175,1 (7)	74,6 (14,3)	168,2 (6,5)	67,4 (11,9)	168,5 (6,4)	60,5 (7,2)	176,3 (6,1)	70,9 (10,4)	173,8 (5,3)	66,8 (9,9)

*Idades não disponíveis no banco de dados.

VNEI – Valores esperados para a idade

Tabela 18. Medidas de tendência central e de dispersão de altura e massa corporal em meninas por país e faixa etária, após a exclusão de VNEI, Brasil, 2018.

Idade em meses	Meninos									
	EUA		México		Brasil		Inglaterra**		Coreia do Sul**	
	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)	Altura (DP)	M Corporal (DP)
0	60,8 (4,6)	6,2 (1,2)	59,7 (4,4)	6,1 (1,1)	58,8 (5)	5,6 (1,3)	-	-	-	-
6	72 (4,3)	9,1 (1,3)	68,9 (3,4)	8,3 (1,0)	69,3 (3,7)	8,4 (1,2)	70,2 (5,6)	8 (1,7)	-	-
12	78,3 (3,1)	10,5 (1,1)	75,3 (3,1)	9,6 (1,1)	75,6 (3,6)	9,8 (1,2)	-	-	-	-
18	86 (4,4)	12,2 (1,6)	80,9 (4)	11 (1,4)	80,9 (3,9)	10,8 (1,3)	83,1 (4,2)	11,2 (1,4)	80,4 (4,4)	10,9 (1,3)
24	88,4 (3,1)	13 (1,5)	85,6 (3,5)	12,1 (1,4)	85,1 (4)	12,1 (1,3)	-	-	-	-
30	93,7 (3,9)	14,2 (1,7)	89,5 (3,6)	13 (1,5)	89,1 (4)	13 (1,6)	90,3 (3,8)	13,6 (1,5)	90,2 (3,7)	13,1 (1,4)
36	96,5 (3,4)	14,9 (1,8)	93,9 (3,6)	14,1 (1,6)	92,6 (4,8)	13,8 (1,7)	-	-	-	-
42	101,9 (4,1)	16,6 (2,1)	96,8 (3,9)	14,9 (1,7)	96,5 (4,4)	14,7 (1,8)	98,1 (3,8)	15,7 (1,9)	97,8 (3,6)	15,1 (1,5)
48	104 (3,6)	17,4 (2,3)	101 (3,8)	16,3 (2)	99,6 (4,9)	15,5 (1,9)	-	-	-	-
54	107,1 (4,2)	18,2 (2,2)	104,1 (4,1)	17,1 (2,2)	102,6 (5,2)	16,3 (2)	105,5 (4,1)	18,1 (2,1)	105,1 (3,9)	17,3 (1,9)
60	111,8 (4,5)	19,9 (3)	108,9 (4,4)	18,8 (2,5)	107,7 (5,1)	17,9 (2,3)	111,8 (4,5)	20,1 (2,6)	111,9 (4,2)	19,5 (2,3)
72	118,4 (4,8)	22,9 (3,7)	114,9 (5,1)	21,3 (3,4)	113,8 (5,2)	19,8 (2,6)	118,4 (4,3)	22,7 (3,2)	118,2 (4,3)	22 (2,8)
84	124,4 (5,2)	26,2 (5,2)	120,8 (5,1)	24,1 (4,3)	119,8 (5,6)	22,1 (3)	123,8 (5)	25,5 (4)	124,8 (4,6)	25,1 (3,6)
96	130,4 (5,6)	30,4 (6,9)	126,1 (5,8)	27,3 (5,3)	124,6 (6,3)	24,5 (3,6)	129,9 (5,1)	28,8 (4,9)	130 (4,8)	28,2 (4,6)
108	137,2 (6,1)	35,4 (8,1)	132 (6,1)	31,1 (6,7)	129,9 (6,2)	26,9 (4)	135,6 (5,5)	32,6 (6)	136 (4,9)	32,2 (5,6)
120	143,6 (6,8)	40,5 (9,6)	139 (6,6)	36 (8,0)	135,1 (7)	30 (4,9)	141,3 (5,9)	36,4 (6,6)	142,8 (6)	36,3 (6,3)
132	150,7 (6,6)	47,4 (11,8)	145 (7)	41,1 (9,2)	142 (7,9)	34,8 (6,7)	147,8 (6,6)	42,1 (8,6)	149,9 (6,2)	41,2 (7,4)
144	156,1 (6,3)	53,2 (12)	150,7 (6,2)	46,6 (9,2)	147,9 (7,3)	39,8 (7)	154,1 (6,2)	47,3 (8,6)	155,2 (5,2)	46,2 (7,7)
156	158,2 (5,7)	56 (12,9)	153,3 (5,9)	50,4 (9,5)	151,6 (6,8)	44,4 (7,3)	158,2 (5,4)	52,1 (9,1)	158 (4,8)	49,5 (7,2)
168	160 (5,9)	58,8 (12,2)	154,5 (5,7)	52,6 (9,5)	153,7 (5,7)	47,6 (7,1)	161 (5,7)	55,6 (9,2)	159,4 (4,6)	51,3 (6,9)
180	161 (5,8)	60,7 (12,5)	154,8 (6,1)	53,7 (9)	156 (5,7)	50,6 (6,3)	162,1 (5,5)	56,9 (9,1)	160,8 (4,6)	52,6 (7,2)
192	161 (6)	61,2 (12,4)	155,6 (5,9)	54,8 (9,6)	156 (5,7)	51,7 (6,7)	163 (5,4)	58,9 (8,6)	160,5 (4,6)	54 (7,3)
204	161,6 (6)	62,4 (13,2)	155,5 (5,8)	56,3 (9,7)	155,9 (5,9)	52,3 (6,8)	162,6 (5,3)	59,2 (9,0)	160,8 (4,8)	54,2 (7,3)
216	161,4 (5,8)	64,8 (14,8)	155,3 (6)	57,6 (10,9)	156,4 (5,9)	52,7 (6,9)	162,6 (6)	60,2 (9,5)	161,2 (4,9)	54,6 (6,7)
228	161,5 (6,1)	65,3 (14,4)	155,5 (5,6)	58,7 (11)	156,4 (5,6)	53,7 (7,3)	163 (5,5)	61,7 (10,1)	161,1 (4,7)	54,1 (7,2)

*Idades não disponíveis no banco de dados.

VNEI – Valores esperados para a idade

Anexo 3

Tabela 19. Correlação entre ângulo de fase e o IA em brasileiros e norte-americanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018

Idade (anos)	Masculino				Feminino			
	AF e IMC		AF e IA		AF e IMC		AF e IA	
	EUA	Brasil	EUA	Brasil	EUA	Brasil	EUA	Brasil
10	0,05	0,18	0,06	0,17	0,32	0,36	0,33	0,36
11	0,07	0,19	0,09	0,20	0,29	0,08	0,30	0,09
12	0,21	0,33	0,21	0,31	0,32	0,18	0,31	0,19
13	0,17	0,29	0,16	0,29	0,19	0,25	0,21	0,29
14	0,22	0,19	0,21	0,17	0,23	0,35	0,23	0,33
15	0,26	0,30	0,26	0,29	0,20	0,13	0,20	0,14
16	0,13	0,27	0,14	0,26	0,24	0,23	0,23	0,21
17	0,09	0,31	0,09	0,29	0,28	0,31	0,28	0,30
18	0,21	-	0,21	-	0,24	-	0,23	-
19	0,09	-	0,09	-	0,28	-	0,27	-

Em relação às análises adicionais, podemos observar na Tabela 19 as correlações de AF com IMC e IA na população norte-americana e brasileira. O AF é um marcador muito utilizado na vida para prognóstico do paciente segundo seu grau de hidratação, e também é correlacionado com a integridade da membrana celular e isso o torna intimamente ligado a quantidade de músculo presente no corpo humano.

De maneira geral AF tem baixa correlação com os dois índices analisados, sempre com valores abaixo de 0,4, indicando que AF talvez não se apresente como um bom marcador para se avaliar o desempenho dos dois índices em relação a muscularidade do indivíduo. Equações de predição da massa gorda e do percentual de gordura não foram aplicados por não haverem formulas e valores de referência concretos na literatura para a faixa etária e para cada população analisada.

Na Tabela 20, podemos ver as correlações de CC e SDC com os dois índices testados. Para MATR nos dois países a correlação é maior com o IMC em todas as faixas etárias e nos dois sexos, apesar de IA apresentar r acima de 0,8 em todas as situações. Essas correlações reproduziram o que foi observado nas MAT, MATR e na CC\A, reforçando os achados na comparação do desempenho dos dois índices estudados.

Tabela 20. Correlação entre os compartimentos de massa corporal e o IA em brasileiros, norte-americanos, ingleses e sul-coreanos, por faixa etária e sexo, Brasil, 2018

Idade (anos)	Masculino															
	IMC e CC				IA e CC				IMC e SDC		IA e SDC		IMC e MATR		IA e MATR	
	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra**	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra**	EUA	Brasil	EUA	Brasil	EUA	Coreia do Sul	EUA	Coreia do Sul
10	0,94	0,85	0,92		0,88	0,79	0,85	-	0,88	0,79	0,85	0,76	0,93	0,93	0,85	0,78
11	0,95	0,95	0,91	0,91	0,90	0,88	0,84	0,85	0,88	0,91	0,86	0,87	0,94	0,94	0,85	0,87
12	0,95	0,95	0,89	0,93	0,91	0,88	0,81	0,86	0,88	0,81	0,87	0,8	0,95	0,93	0,87	0,8
13	0,95	0,95	0,87	0,91	0,91	0,89	0,80	0,86	0,87	0,85	0,87	0,84	0,94	0,89	0,82	0,78
14	0,95	0,94	0,88	0,94	0,93	0,90	0,84	0,92	0,87	0,87	0,87	0,86	0,94	0,91	0,82	0,87
15	0,94	0,93	0,89	0,92	0,93	0,88	0,87	0,90	0,88	0,80	0,88	0,79	0,93	0,89	0,83	0,86
16	0,95	0,89	0,87	0,91	0,95	0,83	0,86	0,90	0,88	0,74	0,87	0,69	0,94	0,92	0,87	0,87
17	0,94	-	0,88	0,91	0,94	-	0,88	0,91	0,85	-	0,84	-	0,94	0,87	0,84	0,8
18	0,94	-	0,89	0,92	0,94	-	0,89	0,92	0,86	-	0,86	-	0,94	0,83	0,87	0,67
19	0,94	-	0,86	0,92	0,94	-	0,86	0,92	0,82	-	0,82	-	0,93	0,91	0,86	0,82
	Feminino															
	IMC e CC				IA e CC				IMC e SDC		IA e SDC		IMC e MATR		IA e MATR	
	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra**	EUA	Brasil	Coreia do Sul	Inglaterra**	EUA	Brasil	EUA	Brasil	EUA	Coreia do Sul	EUA	Coreia do Sul
10	0,94	0,92	0,86	-	0,87	0,84	0,76	-	0,88	0,86	0,87	0,81	0,94	0,86	0,87	0,75
11	0,95	0,90	0,87	0,88	0,90	0,85	0,81	0,81	0,88	0,72	0,87	0,68	0,95	0,93	0,84	0,85
12	0,93	0,87	0,89	0,87	0,90	0,85	0,87	0,83	0,87	0,8	0,86	0,78	0,95	0,91	0,83	0,7
13	0,94	0,88	0,85	0,86	0,92	0,84	0,84	0,83	0,87	0,84	0,87	0,8	0,95	0,92	0,87	0,71
14	0,93	0,89	0,85	0,82	0,92	0,83	0,84	0,81	0,84	0,83	0,84	0,79	0,95	0,94	0,84	0,79
15	0,92	0,90	0,86	0,85	0,92	0,89	0,87	0,85	0,84	0,82	0,84	0,81	0,95	0,9	0,86	0,74
16	0,92	0,90	0,84	0,85	0,93	0,91	0,85	0,86	0,83	0,74	0,83	0,75	0,94	0,87	0,84	0,69
17	0,92	-	0,87	0,85	0,93	-	0,87	0,86	0,81	-	0,81	-	0,96	0,91	0,84	0,7
18	0,92	-	0,85	0,82	0,93	-	0,86	0,84	0,84	-	0,84	-	0,95	0,92	0,87	0,73
19	0,93	-	0,86	0,83	0,93	-	0,86	0,83	0,85	-	0,85	-	0,95	0,89	0,83	0,8

*Dados excluídos, pois o número de observações não era suficiente para a análise. Análise realizada apenas com inquéritos regionais.

**Dados a partir dos 11 anos.

Na análise dos marcadores bioquímicos, podemos observar um efeito muito parecido com o assistido no AF, onde as correlações entre os índices são muito baixas. A análise foi apresentada dessa maneira, pois não haviam muitos dados disponíveis para essa faixa etária em relação a marcadores bioquímicos, por isso se ajustou as análises por sexo e pela idade primeiramente, e depois pela altura do indivíduo, para se analisar melhor os resultados.

Independente do ajuste ou seleção que se fez, as correlações ficaram em sua maioria abaixo de 0,4, indicando que há pouca associação desses marcadores bioquímicos com a MC da criança e do adolescente, e que provavelmente as alterações metabólicas por excesso de massa adiposa se dão de maneira diferente nessa faixa etária.

Tabela 21. Correlação entre marcadores bioquímicos sanguíneos com IMC, IA e compartimentos de massa corporal (via DXA) por país, Brasil, 2018.

Regressão Linear		A*	B**	C***	A*	B**	C***	A*	B**	C***	A*	B**	C***
		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
EUA	Razão Colesterol/HDL	0,39	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,30	0,32	0,36	0,43	0,40	0,41
	Colesterol Total	0,18	0,23	0,25	0,20	0,24	0,26	0,12	0,22	0,31	0,22	0,27	0,30
	Hemoglobina Glicada	0,14	0,15	0,15	0,14	0,16	0,16	0,13	0,29	0,30	0,14	0,27	0,27
	Triglicérides	0,34	0,30	0,30	0,29	0,26	0,27	0,24	0,23	0,30	0,38	0,37	0,38
Coréia do Sul	Razão Colesterol/HDL	0,36	0,35	0,36	0,32	0,37	0,37	0,19	0,15	0,31	0,36	0,28	0,31
	Colesterol Total	0,22	0,23	0,32	0,24	0,26	0,33	0,16	0,28	0,31	0,24	0,31	0,34
	Hemoglobina Glicada	0,16	0,18	0,20	0,15	0,18	0,19	0,14	0,29	0,29	0,22	0,30	0,31
	Triglicérides	0,26	0,35	0,35	0,20	0,33	0,33	0,16	0,22	0,29	0,27	0,43	0,43

* A – Coeficiente de Pearson calculado na regressão do índice ou compartimento de massa ajustado por sexo e faixa etária;

** B - Coeficiente de Pearson calculado na regressão do índice ou compartimento de massa ajustado por sexo e faixa etária, apenas para os indivíduos que se encontram acima da mediana para os valores de hemoglobina glicada e razão colesterol total/HDL;

***C - Coeficiente de Pearson calculado na regressão do índice ou compartimento de massa ajustado por sexo, faixa etária e para a altura do indivíduo, apenas para os indivíduos que se encontram acima da mediana para os valores de hemoglobina glicada e razão colesterol total/HDL;

Anexo 4

Figura 6. Exclusão de 2 Desvio-Padrão do resíduo das regressões de Massa Corporal-para-Idade, Altura-para-Idade, e Massa Corporal-para-Altura, por país e sexo do indivíduo, Brasil, 2018

Dados de EUA, México, Brasil, Inglaterra e Coreia do Sul

Anexo 4

Figura 7. Valos assumidos pelo p valor e pelo ip valor de acordo com o sexo, faixa etária e país de origem do indivíduo, Brasil, 2018.

Anexo 5

Figura 8. Correlação da altura do indivíduo com o IMC e o IA (calculado em 3 versões de p e ip valor), por faixa etária, sexo e país de origem, Brasil, 2018.

10. CURRICULO LATTES

Camila Medeiros da Silva Mazzeti

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/9966522246424209>
Última atualização do currículo em 11/05/2018

Doutoranda em Nutrição e Saúde Pública nas Universidade de São Paulo (previsão de defesa Junho/2018), desde de março de 2015, com ênfase em análise antropométrica populacional, modelagem estatística e formulação e padrões diagnóstico em menores de 19 anos. Bolsista CAPES do programa de Nutrição e Saúde Pública USP. Nutricionista da equipe de treinamento em antropometria e análise do estado nutricional do Laboratório de Avaliação Nutricional de Populações (LANPOP - USP). Foi Professora Substituta na Universidade Federal de Ouro preto, no curso de nutrição, para as disciplinas de Epidemiologia e Políticas de Saúde e e Saneamento. É Mestre e foi bolsista CAPES na Universidade Federal de Minas Gerais, sob o projeto de pesquisa "Estado nutricional e situação socioeconômica, ambiental e de saúde dos Indígenas Pataxó de Minas Gerais", atuando também nesse projeto como coautora e pesquisadora colaboradora. Nutricionista formada pela Universidade Federal de Minas Gerais, no ano de 2011. Integrante do Laboratório de Análise Populacional da USP (LANPOP), como coorientadora de bolsistas de iniciação científica. Possui experiência em análise do estado nutricional de populações, pesquisas em campo, saúde indígena, epidemiologia e saúde pública. Ministrou aulas para o curso Técnico em Nutrição e Dietética pelo Programa de Educação Profissionalizante (PEP) no estado de Minas Gerais de 2013 a 2015. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome	Camila Medeiros da Silva Mazzeti
Nome em citações bibliográficas	MAZZETI, C. M. S.; MEDEIROS DA SILVA MAZZETI, CAMILA; MAZZETI, CAMILA MEDEIROS DA SILVA

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. Av. Dr. Aranaldo, 715 Consolação 30130100 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617705 URL da Homepage: www.fsp.usp.br
------------------------------	--

Formação acadêmica/titulação

2015	Doutorado em andamento em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: O ajuste da relação alométrica peso e altura para cálculo do Índice de Massa Corporal em menores de 19 anos no mundo, Orientador: Wolney Lisboa Conde.
2013 - 2015	Mestrado em Enfermagem (Conceito CAPES 5). Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil. Título: Estado Nutricional dos Indígenas Pataxó de Minas Gerais, Ano de Obtenção: 2015. Orientador: Adriano Marçal Pimenta. Coorientador: Teresa Gontijo de Castro. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Palavras-chave: Saúde Indígena; Avaliação Nutricional de Populações.
2007 - 2011	Graduação em Nutrição. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil. Título: Estado nutricional relativo ao ferro, zinco e cobre de crianças e adolescentes residentes em zona rural brasileira. Orientador: Gilberto Simeone Henriques. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG, Brasil.

Wolney Lisboa Conde

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/3019128679501921>
Última atualização do currículo em 07/02/2017

possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal do Pará (1991) e doutorado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (2004). Atualmente é professor doutor da Universidade de São Paulo, atuando no curso de graduação em Nutrição e no curso de pós-graduação em Nutrição em Saúde Pública. Tem experiência na área de Saúde Coletiva, com ênfase em Nutrição, atuando principalmente nos seguintes temas: epidemiologia nutricional, transição nutricional, obesidade, determinantes do estado nutricional e antropometria. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome	Wolney Lisboa Conde
Nome em citações bibliográficas	CONDE, W. L.; Popkin, Barry M.; Conde, Wolney L.; de Assis, M. A. A.

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição. Av. Dr. Arnaldo, 715 , Laboratório de Avaliação Nutricional de Populações Cerqueira César 01246-904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30667705 Fax: (11) 30667762 URL da Homepage: http://www.fsp.usp.br/
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

2000 - 2004	Doutorado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SISTEMA CLASSIFICATÓRIO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES BRASILEIROS BASEADO NO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL, Ano de obtenção: 2004. Orientador: Carlos Augusto Monteiro. Palavras-chave: adolescente; IMC; padrão; criança; método; tendência secular. Grande área: Ciências da Saúde Setores de atividade: Nutrição e Alimentação.
1992 - 1992	Especialização em Fipam. Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. Título: O Complexo Agroindustrial e o Desenvolvimento Regional. Orientador: José Marcelino. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
1985 - 1991	Graduação em Nutrição. Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. Título: A Porta da Cozinha. Orientador: Maria Angélica Mota-Maués.

Atuação Profissional

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Vínculo institucional
2004 - Atual

11.COMPROVANTE DE PUBLICAÇÃO