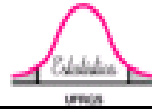




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA



Aplicação da Teoria de Resposta ao Item no Questionário de Frequência Alimentar para estimação do Consumo Calórico

Autor: Luciano Santos Pinto Guimarães
Orientadora: Professora Dr^a. Suzi Alves Camey

Porto Alegre, 23 de dezembro de 2010.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Matemática
Departamento de Estatística

Aplicação da Teoria de Resposta ao Item no Questionário de Frequência Alimentar para estimação do Consumo Calórico

Autor: Luciano Santos Pinto Guimarães

Monografia apresentada para obtenção
do grau de Bacharelado em Estatística.

Banca Examinadora:
Professora Dr^a. Suzi Alves Camey (orientadora)
Professora Dr^a. Stela Maris de Jesus Castro

Porto Alegre, 23 de dezembro de 2010.

Dedicado à memória de Armando Pinto da Fonseca Guimarães

RESUMO:

Introdução: Há na teoria estatística um conjunto de modelos que permitem estimar uma variável não observável através de variáveis observáveis. Esse conjunto recebe o nome de Teoria da Resposta ao Item (TRI). O objetivo principal dessa pesquisa foi encontrar o melhor modelo TRI para estimar o consumo calórico, a partir de um questionário de frequência alimentar (QFA), selecionando apenas itens alimentares que contribuam para essa estimação.

Métodos: O estudo foi baseado numa amostra de 152 gestantes proveniente de usuárias do SUS de dois municípios do estado do Rio Grande do Sul. Para cada item alimentar as respostas das gestantes ao QFA foram dicotomizadas da forma consome/não consome. A partir da Análise de Componentes Principais Focada foram selecionados os itens alimentares correlacionados positivamente com o R24h (método de referência). Com esses alimentos utilizou-se os modelos unidimensionais para itens dicotômicos da TRI para estimar o consumo calórico. Para comparar os resultados da estimação pela TRI foram usado os o gráfico de Bland-Altman e a correlação de Pearson.

Resultados: Foram selecionados 19 itens alimentares dos 88 iniciais para a modelagem TRI. O modelo logístico de 2 parâmetros foi o que melhor se adequou aos dados pelo teste da razão de verossimilhança ($p < 0,001$). O coeficiente de correlação de Pearson foi de 0,32 ($p < 0,001$). O viés entre as estimações da TRI e o R24h foi de -14,1 (IC95:-1616,0; 1587,7).

Conclusão: A estimação do consumo calórico pela TRI apresentou melhor correlação com a estimativa do consumo calórico medida pelo R24h do que a estimativa do consumo calórico medido pelo QFA da maneira tradicional ($r=0,32$ e $r=0,17$). A nova metodologia também reduziu o viés (de 851,32 para -14,1) e a amplitude do intervalo de concordância (de 4859,6 para 3203,7). Isso corrigiu a superestimação encontrada pelo método tradicional do QFA, com redução dos itens empregados, dicotomizando a resposta e sem depender de tabelas nutricionais.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Métodos.....	9
Sujeitos.....	9
QFA/R24h.....	9
Análise Estatística.....	9
Resultados.....	13
Discussão.....	21
Bibliografia.....	22

Artigo a ser enviado para ao Nutrition Journal

INTRODUÇÃO

Diversos estudos realizados investigam possíveis relações entre alimentos e nutrientes da dieta com doenças crônicas não transmissíveis((1)(2)). A mensuração da dieta, particularmente a quantificação do consumo calórico e dos nutrientes, é um dos mais desafiadores aspectos da prática da nutrição(3). Uma das razões dessa dificuldade é a característica da variável de interesse, ou seja, o consumo calórico, que não pode ser medida diretamente como, por exemplo, o peso ou altura de uma pessoa. Existem diversos métodos para medir a dieta, mas conforme Monteiro (2007)(4) não há um melhor, para cada situação haverá um mais adequado. Os mais encontrados na literatura são o recordatório de 24 horas, registros alimentares, história alimentar e questionário de frequência alimentar.

O Questionário de Frequência Alimentar (QFA) por ser de baixo custo e de simples aplicação é utilizado para conhecer o consumo habitual de alimentos por um grupo populacional em um determinado período de tempo, normalmente o ano anterior(5). Na literatura são encontrados três tipos de QFA's: o qualitativo, semiquantitativo e o quantitativo. O primeiro dispõe somente da frequência dos alimentos; o semiquantitativo se baseia na frequência de uma única quantidade ingerida; já o quantitativo questiona a quantidade e a frequência dos alimentos ingeridos pelo sujeito pesquisado(5).

A simplicidade desse instrumento difere da rápida aplicação, principalmente quando são utilizados questionários que investigam muitos itens alimentares, como por exemplo, o estudo de Carlsen et al (2010)(6) que utiliza 270 itens. Conforme Malhotra (2008)(7) um questionário precisa motivar e incentivar o entrevistado para a cooperação com a entrevista, o que não se observa no QFA quando este é muito extenso. Isso acarreta numa entrevista cansativa que aumenta os erros de medida(5). Mesmo em questionários que não são muito extensos, existem as seguintes limitações neste método: falta de padronização da ferramenta((8)(9)), dependência da memória e percepção, a baixa correlação entre o QFA e qualquer que seja o método de referência(10) e a superestimação do consumo calórico(11). Outra limitação do QFA é a

dependência de tabelas nutricionais para a transformação do valor do consumo calórico. Essas tabelas variam de acordo com o país e também com o tempo.

Na teoria estatística existe um conjunto de modelos, chamado de Teoria de Resposta ao Item (TRI), que permite estimar uma variável não observável (por exemplo, consumo calórico) através de variáveis observáveis (por exemplo, consumo de itens alimentares). Essa teoria vem sendo elaborada aos poucos desde meados dos anos 30 por vários autores. As principais aplicações da TRI são em testes educacionais e testes psicométricos⁽⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁾. Na área da nutrição a única aplicação de TRI refere-se a instrumentos que medem insegurança alimentar ⁽⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁾.

Existe uma variedade de modelos matemáticos da Teoria de Resposta ao Item que podem ser classificados de acordo com o número de categorias de resposta para cada item: dicotômicos (itens com duas categorias) e politômicos (itens com mais de duas categorias). Os modelos também são classificados de acordo com o número de parâmetros que os definem, podendo apresentar um, dois ou três parâmetros. Cada parâmetro mede uma característica diferente do item cuja interpretação na estimação do consumo calórico será mostrada na seção de metodologia.

Neste artigo optamos por trabalhar com o consumo de cada item alimentar dicotomizado (consome ou não), pois segundo Willet WC (1998)⁽¹⁶⁾ “a inclusão da informação do tamanho da porção consumida no QFA vem sendo um tópico muito discutido, pois os autores verificam que a coleta desta informação não contribui significativamente para melhorar a validade do QFAs.” Resolvemos, portanto trabalhar com o consumo na sua forma mais bruta que não depende nem da frequência de consumo nem da quantidade consumida.

O nosso objetivo, portanto é encontrar o melhor modelo TRI para estimar o consumo calórico através da classificação dicotômica dos itens alimentares selecionando apenas aqueles itens alimentares que realmente contribuam para a estimação usando a média de dois recordatório de 24 horas como método de referência para selecionar os itens e comparar os resultados obtidos.

MÉTODOS

Sujeitos

Utilizou-se o banco de dados do estudo de validação do QFA que entrevistou 152 gestantes usuárias do Sistema Único de Saúde (SUS) de Porto Alegre e Bento Gonçalves no período de novembro de 2005 a janeiro de 2006. O detalhamento da metodologia adotada foi descrito no artigo de Giacomello et al. (2008)⁽¹¹⁾. O QFA utilizado nesse estudo foi desenvolvido por Sichieri e Everhart, excluindo os itens “pão-doce”, “inhame”, “quiabo” e “mate”, e incluindo os itens “arroz integral”, “macarrão integral”, “pão integral”, “pão caseiro” e “salgadinho”, dando as três opções para “leite” (“integral”, “semi-desnatado” e “desnatado”), duas para “suco” (“artificial” ou “natural”) e para “refrigerantes” e “iogurte”, as opções “light/diet” ou “convencional”.

QFA/R24h

O QFA utilizado continha a quantidade e a frequência de 88 itens alimentares. Esse questionário avaliou o consumo de alimentos relativos ao ano de 2005 e ofereceu porções padronizadas como opções para avaliar a quantidade consumida nas seguintes frequências de consumo: “mais de três vezes ao dia”, “duas a três vezes ao dia”, “uma vez ao dia”, “cinco a seis vezes por semana”, “duas a quatro vezes por semana”, “uma vez por semana”, “uma a três vezes por mês”, “nunca/quase nunca”. Na entrevista inicial foi aplicado o QFA quantitativo e dois recordatórios alimentares (R24h), relativo aos dois dias precedentes. O QFA foi aplicado antes dos recordatórios a fim de prevenir a influência destes nas respostas do questionário. Utilizou-se a tabela de composição de alimentos do Suporte para Decisão Nutricional/Sonia Tucunduva Philippi. O consumo de nutrientes baseado nos recordatórios alimentares foi estimado com uso do software Virtual Nutri. A média dos R24h foi usada como referência para validar o QFA.

Análise Estatística

Dicotomizou-se as respostas das quantidades consumidas para todos os itens alimentares. Foram categorizadas como “zero” as frequências “nunca/quase nunca” (itens não consumidos) e categorizadas como 1 todas as outras (itens consumidos). Utilizou-se os modelos unidimensionais para itens

dicotômicos da TRI para estimar o consumo calórico. Foi utilizado o teste da razão da verossimilhança para verificar qual modelo melhor se ajustou aos dados. O modelo geral é o que inclui três parâmetros (ML3). Esse modelo chamado de Modelo de Birnbaum(17) é caracterizado pela equação 1 dada por:

$$P(X_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + (1 + c_i) \left(\frac{1}{1 + e^{-1,702 a_i (\theta_j - b_i)}} \right), \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

i é o índice que identifica os itens alimentares (varia de 1 a 88);

j é o índice que identifica as gestantes (varia de 1 a 152);

$$X_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{quando a gestante } j \text{ responde não consumir o item alimentar } i \\ 1, & \text{quando a gestante } j \text{ responde que consome o item alimentar } i \end{cases}$$

θ_j é o nível de consumo calórico do j -ésima gestante.

a_i, b_i e c_i são os 3 parâmetros do modelo que serão descritos a seguir.

Dessa forma pode-se dizer que $P(X_{ij} = 1|\theta_j)$ é a probabilidade da gestante j consumir o item alimentar i dado que ela possui um consumo calórico j .

Uma possível interpretação para esses parâmetros na área nutricional, tendo como variável não observável o consumo calórico, é a seguinte: o parâmetro c_i pode ser interpretado como a probabilidade de um sujeito, que apresenta baixo consumo calórico, consumir o item alimentar i . Chamaremos c_i de prevalência mínima do consumo calórico do item i . O parâmetro b_i pode ser interpretado como a dificuldade de consumir o item alimentar i . Um item alimentar com baixa dificuldade mostra ter uma probabilidade alta de ser consumido. Uma alta dificuldade revela alimentos com pouca probabilidade de consumo. O parâmetro a_i é utilizado para identificar o poder que um item alimentar tem em discriminar o consumo calórico das gestantes. Um item alimentar com baixa discriminação não possui poder de diferenciar sujeitos que possuam consumos calóricos muito distintos, assim como valores altos indicam

itens capazes de separar gestantes com níveis semelhantes de consumo calórico. Segundo Andrade et al (2000) valores de discriminação mais apropriados são aqueles maiores que 1.

Os outros dois modelos para itens dicotômicos podem ser obtidos a partir do modelo logístico de 3 parâmetros (ML3). Quando se assume a prevalência mínima do item i igual à zero, isso significa excluir c_i da equação 1. O modelo sem o parâmetro c_i é chamado de modelo logístico unidimensional de 2 parâmetros (ML2)(17). Se, além disso, for feita a suposição que todos os itens têm o mesmo poder de discriminação, tem-se o chamado modelo logístico unidimensional de 1 parâmetro (ML1), também conhecido como Modelo de Rasch(18).

Teoricamente na TRI a variável não observável, pode assumir qualquer valor real entre $-\infty$ e $+\infty$. É definida uma origem e uma unidade de medida para a definição dessa escala. Usa-se a média igual a zero e o desvio-padrão igual a 1, que é representada por escala (0,1). O parâmetro b_i é o único medido na mesma escala da variável não observável. Conhecendo a média e o desvio-padrão (DP) do consumo calórico dos sujeitos da população em estudo, podemos transformar a escala (0,1) em uma escala não padronizada, denominada por θ'_j , e obtida por ((12)(19)):

$$\theta'_j = DP * \theta_j + \text{média} \quad (\text{Equação 2})$$

Nos modelos da TRI pode-se expressar graficamente cada item através da Curva Característica do Item (CCI). O eixo horizontal representa o consumo calórico padronizado (média igual a zero e desvio padrão igual a 1) e o eixo vertical indica a probabilidade do consumo do alimento. A interpretação da CCI será apresentada na sessão de Resultados.

Um dos pressupostos da Teoria de Resposta ao Item é a unidimensionalidade. Um conjunto de itens deve estar medindo um único traço latente; contudo, para satisfazer este postulado é suficiente admitir que haja um fator dominante responsável pelo conjunto de itens. Este fator é o que se supõe estar sendo medido pelo teste. Segundo Schmitt (1996)(20), quanto mais

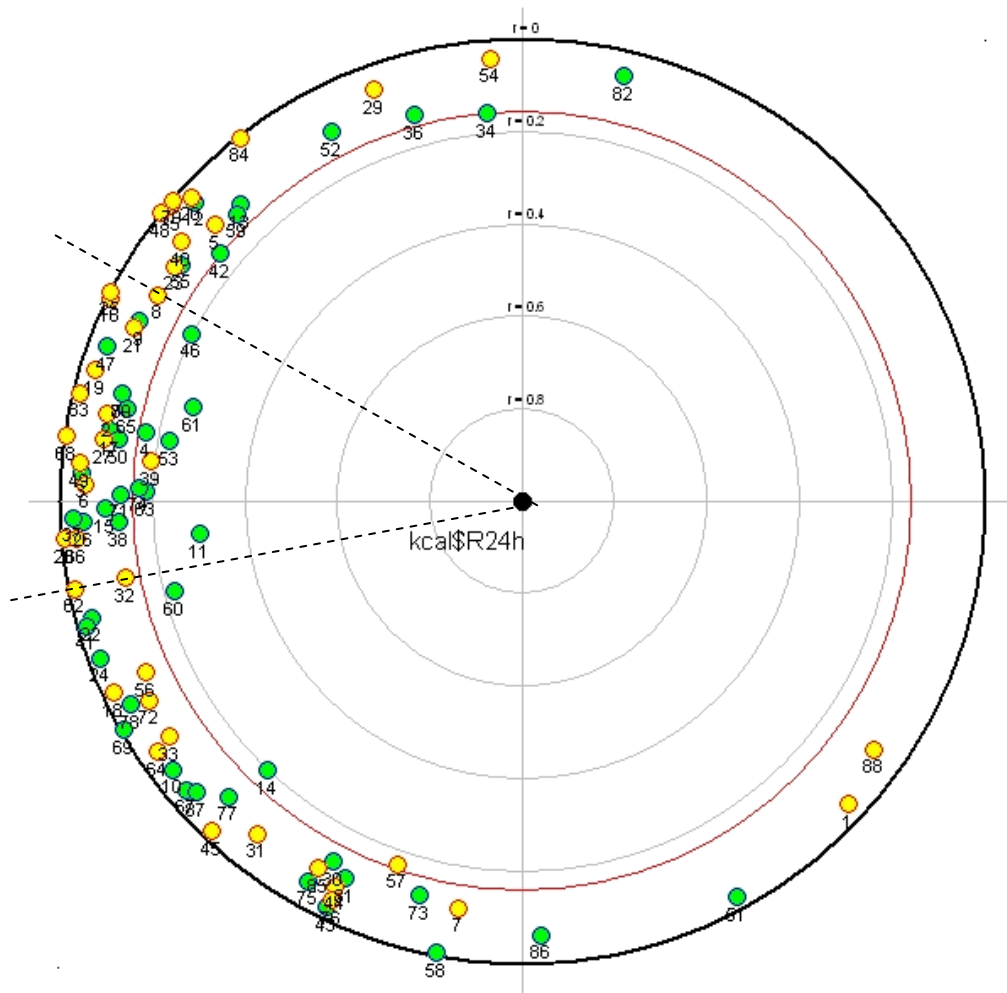
estritamente unidimensional for o constructo, menos ambíguas as interpretações dos resultados e mais legítimas são as correlações entre os itens(15). Para Erthal (1987)(21) *bons itens* são aqueles que obtêm uma correlação elevada com escore total do teste, no nosso caso, o consumo calórico medido pelo R24h, e entre si. Se um item mede um aspecto particular de uma variável, a correlação entre item e escore total deve ser positiva. Para identificar os itens que estavam mais correlacionados entre si e com o consumo calórico medido pelo recordatório, foi utilizada a Análise de Componente Principal Focada (ACPF)(22). Ela é uma técnica que permite descrever e entender as relações entre um grande número de variáveis com particular interesse em uma variável resposta, nesse caso o consumo calórico. Os resultados gerados pela ACPF são apresentados graficamente. Utilizando a correlação biserial correlacionou-se o valor médio do consumo calórico do R24h com os itens alimentares dicotomizados do QFA. O objetivo assim foi saber quais os alimentos que pertenciam a um mesmo padrão para serem classificados como *bons itens*, garantindo uma única dimensão a ser medida. Logo, os itens alimentares foram reduzidos para aqueles mais correlacionados positivamente com valor médio do consumo calórico do R24h e para os que se encontravam mais próximos desses itens.

A consistência interna dos itens escolhidos foi medida através do coeficiente alfa de Cronbach(23). As estimativas obtidas pelos dois métodos foram correlacionadas pelo método de Pearson(24). Para avaliar a concordância entre os métodos utilizados (o valor médio do consumo calórico do R24h e a estimativa da TRI) usou-se o método gráfico de Bland-Altman(25). Como o consumo calórico estimado pela TRI está na escala 0,1 para poder compará-lo realizou-se a transformação citada na equação 2. Todas as análises foram realizadas no software R (R Development Core Team, 2010). Para a análise da TRI usou-se a biblioteca `ltm`(26), para a ACPF a `psy`(27) e a biblioteca que contém o Bland-Altman é a `EpiR`(28). Tanto o programa quanto as bibliotecas podem ser obtidos através do endereço <http://www.r-project.org/>.

RESULTADOS

Das 152 gestantes pesquisadas 82 residiam em Bento Gonçalves e 70 em Porto Alegre. Houve predomínio de gestantes adultas, entre 18 e 42 anos (80,3%), de baixa renda (91,5%), ou seja, com renda inferior a R\$ 300,00 e aproximadamente metade da amostra estava no terceiro trimestre de gravidez (52%). Em relação aos dias a que se referem os recordatórios alimentares, 42% das gestantes responderam tanto para os dias de semana quanto aos finais de semana (mistos).

Após a dicotomização dos dados, realizou-se a ACPF onde 19 itens dentre os 88 foram selecionados. Na figura 1 pode-se visualizar o gráfico da análise. Os itens apontados como *bons itens* são aqueles dentro da área delimitada pelas duas linhas tracejadas. Pontos verdes representam itens com correlação positiva e pontos amarelos itens com correlação negativa. Usou-se uma codificação para cada item alimentar evitando a poluição dentro do gráfico. O alfa de Cronbach dos 19 itens escolhidos foi de 0,713.



Legenda:

1	arroz branco	23	laranja	45	pimentão	67	hambúrguer
2	arroz integral	24	banana	46	cenoura	68	pizza
3	feijão	25	mamão	47	beterraba	69	camarão
4	macarrão	26	maçã	48	couve-flor	70	bacon
5	macarrão integral	27	melancia	49	ovos	71	maionese
6	farinha mandioca	28	abacaxi	50	leite desnatado	72	salgado
7	pão francês	29	abacate	51	leite integral	73	salgadinho
8	pão integral	30	manga	52	leite semi-desnatado	74	sorvete
9	pão caseiro	31	limão	53	iogurte	75	açúcar
10	biscoito doce	32	maracujá	54	iogurte light	76	balas
11	bolo/cuca	33	uva	55	queijo	77	chocolate pó
12	biscoito salgado	34	goiaba	56	requeijão	78	chocolate barra
13	polenta	35	pera	57	manteiga	79	doce-leite
14	batata frita	36	chicória	58	margarina	80	pudim
15	batata cozida	37	tomate	59	vísceras	81	refrigerante
16	aipim	38	chuchu	60	boi com osso	82	refrigerante light
17	milho verde	39	abóbora	61	boi sem osso	83	café
18	pipoca	40	abobrinha	62	carne porco	84	suco natural
19	lentilha	41	pepino	63	frango	85	suco artificial
20	alface	42	vagem	64	salsicha	86	vinho
21	couve	43	cebola	65	peixe	87	cerveja
22	repolho	44	alho	66	peixe-enlatado	88	bebida álcool

Figura 1 - Análise de Componentes Principais Focada para os 88 itens alimentares com foco no consumo calórico estimado pelo R24hr

Na figura 2, pode-se ver que uma única gestante reportou consumir dois dos 19 itens alimentares, 103 (67,8%) gestantes citaram consumir entre 10 e 14 itens na sua dieta e somente duas reportaram comer dezoito itens alimentares. Ninguém reportou o consumo de somente 1 item ou de todos os 19 itens.

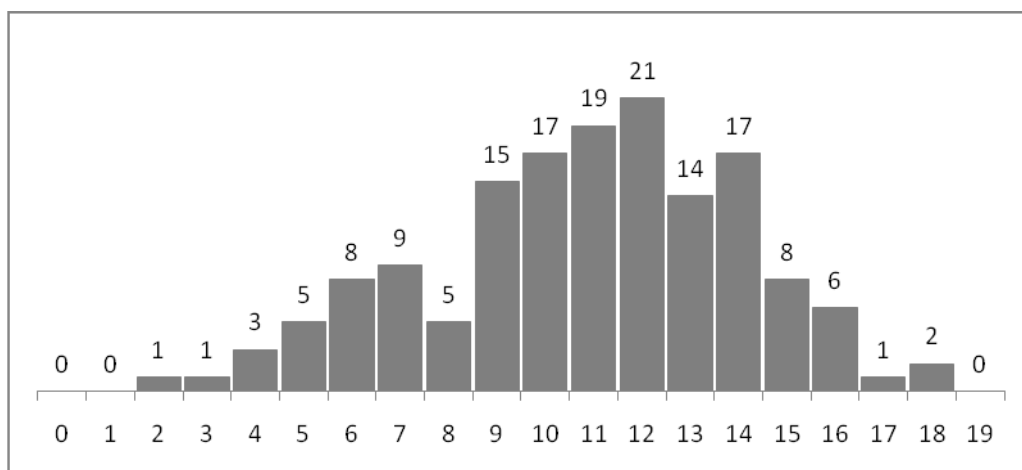


Figura 2 - Frequências de consumo de cada número de itens

Com esses 19 itens alimentares selecionados deu-se início às modelagens unidimensionais com os modelos de um, dois e três parâmetros. Entre os três modelos o ML2 foi o de melhor desempenho pelo teste da razão da verossimilhança ($p < 0,001$).

Conforme a tabela 1 os mais comuns na dieta das gestantes são o “feijão”, “macarrão”, “frango” e “carne de boi sem osso”. Já os itens “camarão” e o “leite desnatado” são menos consumidos. Encontram-se também os parâmetros de cada item classificados em ordem crescente pelo parâmetro de dificuldade. Os itens alimentares que apresentam menor dificuldade de consumo são “feijão”, “macarrão”, “frango” e “batata cozida” e os de maior são “camarão” e “leite desnatado”. Ainda percebe-se que “cenoura”, “camarão”, “beterraba” e “bolo/cuca” possuem os maiores parâmetros de discriminação e “queijo”, “peixe” e “pão caseiro” os de menor parâmetro. A última coluna da tabela representa a probabilidade de uma gestante, com consumo calórico médio, dizer que consome o item alimentar i . Interpreta-se que, a probabilidade de uma gestante em responder que consome o item “feijão” é de 98,7%, e de dizer que consome “macarrão” é de 95,6%. Os itens que possuem valores de

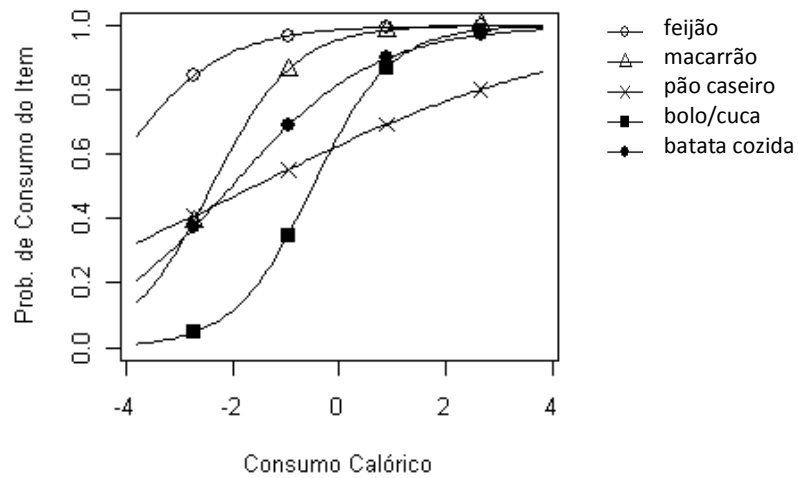
discriminação maiores que 1 são: “macarrão”, “frango”, “carne de boi sem osso”, “sorvete”, “beterraba”, “bolo/cuca”, “iogurte”, “cenoura”, “camarão” e “leite desnatado”.

Tabela 1 - Estatística Descritiva e Parâmetros do ML2 (discriminação e dificuldade) ordenados pelo parâmetro de dificuldade

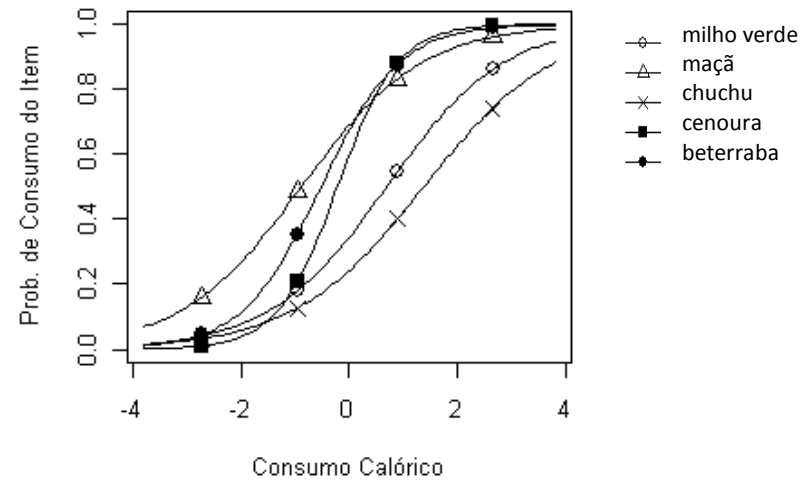
#	Itens Alimentares	Proporção de gestantes que consomem o item	Dificuldade (b_i)	Discriminação (a_i)	$P(X_{ij} = 1 \theta_j = 0)$
1	feijão	0,98	-4,46	0,98	0,987
2	macarrão	0,92	-2,39	1,29	0,956
3	frango	0,88	-2,22	1,04	0,910
4	batata cozida	0,80	-2,03	0,75	0,820
5	carne boi sem osso	0,85	-1,83	1,17	0,895
6	pão caseiro	0,63	-1,60	0,33	0,628
7	maçã	0,66	-0,89	0,90	0,689
8	sorvete	0,67	-0,80	1,11	0,707
9	beterraba	0,63	-0,52	1,39	0,674
10	bolo / cuca	0,63	-0,50	1,36	0,665
11	iogurte	0,59	-0,45	1,00	0,610
12	cenoura	0,57	-0,22	1,82	0,599
13	queijo	0,52	-0,13	0,63	0,521
14	maionese	0,47	0,14	0,90	0,469
15	milho verde	0,37	0,69	0,92	0,346
16	chuchu	0,27	1,37	0,83	0,243
17	peixe	0,32	1,62	0,51	0,306
18	camarão	0,03	2,95	1,45	0,014
19	leite desnatado	0,07	2,98	1,03	0,044

Com a ajuda da figura 3 interpreta-se os parâmetros da tabela 1. As curvas dos itens alimentares “feijão” e “leite desnatado” serão comparadas para explicar o parâmetro de dificuldade de consumo do item alimentar (parâmetro b_i). Observa-se um rápido crescimento na curva do item “feijão” (figura 3a) indicando que a probabilidade de consumo aproxima-se de 1 rapidamente. Ou seja, independente do valor calórico das gestantes há uma probabilidade alta de consumo desse item, logo esse terá uma baixa dificuldade de ser consumido. Já a curva do item “leite desnatado” (figura 3c) cresce lentamente podendo ser interpretado como não muito consumido. Esse alimento será classificado por um alto valor de dificuldade. Para esclarecer o parâmetro de

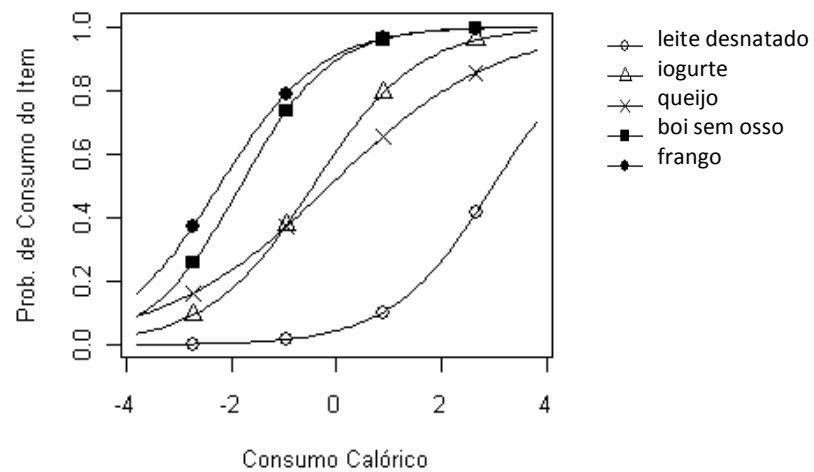
discriminação (parâmetro α_i) foi usado, como exemplo, os itens alimentares “pão caseiro” e “bolo/cuca” (figura 3a). Suas curvas são bem distintas. O item “pão caseiro” tem uma inclinação suave, indicando baixa discriminação, diferente do item “bolo/cuca” que possui uma inclinação abrupta. Quanto maior essa inclinação maior será o valor da discriminação. Quanto mais acentuada for a inclinação maior é a capacidade do item em dividir as gestantes em dois grupos: as que possuem consumo calórico abaixo do parâmetro de dificuldade e as que possuem consumo calórico acima do valor do parâmetro de dificuldade.



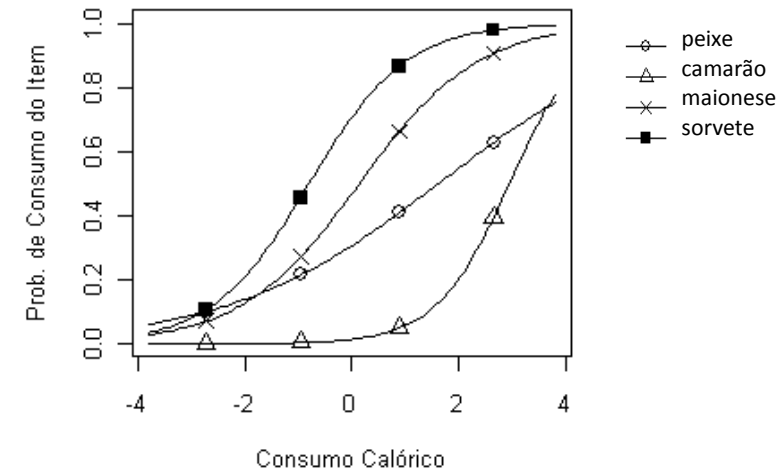
(3a)



(3b)



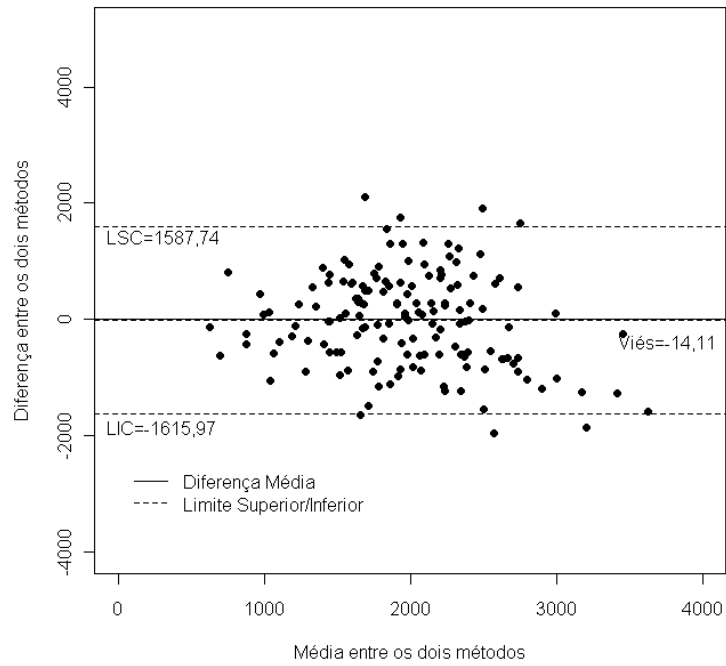
(3c)



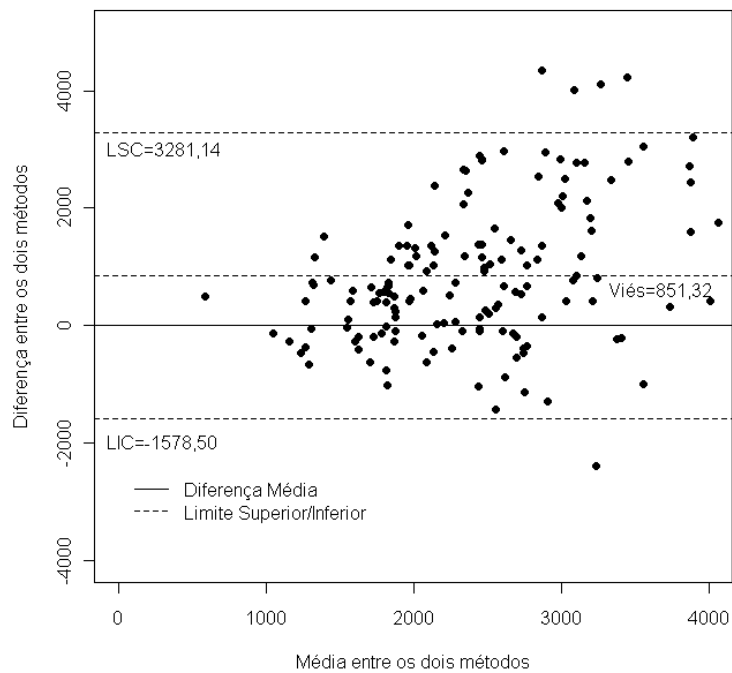
(3d)

Figura 3 - Curvas Características dos 19 Itens Alimentares selecionados pela TRI

O coeficiente de correlação de Pearson entre o consumo calórico estimado pela TRI e a média dos consumos calóricos do R24h foi 0,322 ($p < 0,001$). O viés, ou seja, a média das diferenças entre as duas medidas, foi de -14,1 (IC95%: -1616,0; 1587,7). Encontra-se na figura 4 os gráficos de Bland-Altman para visualização dos métodos de estimações da TRI com o R24h (4.a) e do QFA com o R24h (4.b). Percebe-se uma redução muito grande da amplitude no intervalo de confiança, podendo ser notado uma melhor aderência dos respondentes. De um intervalo que variava de [-1578,5; 3281,1], onde a média da diferença encontrada era de 851,32, com a TRI esse intervalo reduziu-se para [-1615,97; 1587,74] com média da diferença de -14,1 ($p = 0,83$), fazendo com que houvesse menor dispersão das diferenças. Isso mostra que as estimativas pelo ML2 da TRI foram mais concordantes. No gráfico (4.b) nota-se uma tendência de superestimação nos altos valores do consumo calórico, existindo diferenças de mais de 4000 kcal.



TRI x R24h (4. a)



QFA x R24h (4. b)

*Gráfico construído a partir dos dados fornecidos por Giacomello et al. (2008)

Figura 4 - Gráfico de Bland-Altman

DISCUSSÃO

O modelo TRI para itens dicotômico mostrou-se uma boa ferramenta para a área da nutrição. Com uma resposta simplificada e uma redução de itens alimentares conseguiu-se aumentar a concordância com o R24h e conseqüentemente diminuir o viés. Outro ganho importante foi o desaparecimento da superestimação que existe no consumo calórico medido pelo QFA.

Dicotomizando as alternativas de resposta e reduzindo o número de itens alimentares iniciais praticamente dobra-se a correlação encontrada entre a estimativa do consumo calórico medida pelo TRI e R24h em relação àquela estimada pelo QFA e R24h. A aplicação desses itens alimentares permite uma entrevista mais objetiva, motivando e incentivando o entrevistado, podendo representar um aumento do número de entrevistas nas pesquisas por promover um ganho de tempo.

Com a TRI identifica-se que os itens alimentares mais consumidos são “feijão” e “macarrão”. Os itens com menores parâmetros de dificuldade são “feijão”, “macarrão” e “frango”, diferente dos itens “camarão” e “leite desnatado” que possuem os maiores. Isso era esperado uma vez que “feijão”, “macarrão” e “frango” são alimentos comuns na cultura brasileira. O oposto pode ser dito sobre “camarão” e “leite desnatado”. Itens que mais discriminam as gestantes são “cenoura”, “beterraba”, “bolo/cuca” e “camarão”. Os itens beterraba e bolo/cuca são capazes de discriminar melhor as gestantes que possuem consumo calórico próximo a 1650 kcal, diferente da beterraba que discrimina gestantes com consumo calórico próximo a 1834 kcal. Já o item camarão discrimina gestantes com consumo próximo a 3809 kcal, ou seja, um consumo calórico muitíssimo alto.

A estimativa do consumo calórico do R24h é mais próxima da estimativa, do consumo calórico obtida pela TRI do que da estimativa obtida tradicionalmente pelo QFA. Isso implica em intervalos de concordância menores e um viés não significativo. Pelo gráfico de Bland-Altman não se verifica nenhuma relação entre a diferença e a média das medidas.

Entre as limitações do estudo é possível citar que as escolhas dos itens foram conduzidas apenas por critérios estatísticos. É necessária uma interação com pesquisadores da área nutricional para ajudar na interpretação do significado dos

parâmetros, bem como na interpretação dos parâmetros dos itens. Outra limitação é a ausência de medidas que pudessem ser usadas para testar a validade das estimativas. O tamanho da amostra pode ter influenciado na significância do parâmetro c_i , pois acredita-se que esse parâmetro possa auxiliar na melhora das estimativas.

Esse trabalho é pioneiro não sendo possível a comparação dos seus achados. Abri-se assim a possibilidade de várias investigações, onde poderão ser testados outros modelos da TRI. Os resultados encontrados aqui demonstram que esse é um caminho que poderá contribuir para a estimação do consumo calórico.

BIBLIOGRAFIA

1. Dahm CC, Keogh RH, Lentjes MAH, Spencer EA, Key TJ, Greenwood DC, et al. Intake of dietary fats and colorectal cancer risk: prospective findings from the UK Dietary Cohort Consortium. *Cancer Epidemiol.* 2010 Out;34(5):562-567.
2. Lajous M, Boutron-Ruault M, Fabre A, Clavel-Chapelon F, Romieu I. Carbohydrate intake, glycemic index, glycemic load, and risk of postmenopausal breast cancer in a prospective study of French women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008 Maio;87(5):1384-1391.
3. Fisberg RM, Colucci ACA, Morimoto JM, Marchioni DML. Questionário de frequência alimentar para adultos com base em estudo populacional. *Rev. Saúde Pública [Internet].* 2008 6 [citado 2010 Jun 12];42(3).
4. Monteiro JP, Pfrimer K, Tremeschin MH, Molina M, Chiarelo P. Consumo Alimentar: Visualizando Porções. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
5. Slater B, Philippi ST, Marchioni DML, Fisberg RM. Validação de Questionários de Frequência Alimentar - QFA: considerações metodológicas. *Rev. bras. epidemiol. [Internet].* 2003 9;6(3).
6. Carlsen MH, Lillegaard IT, Karlsen A, Blomhoff R, Drevon CA, Andersen LF. Evaluation of energy and dietary intake estimates from a food frequency questionnaire using independent energy expenditure measurement and weighed food records. *Nutr J.* 2010;9(1):37.
7. Malhotra NK. PESQUISA DE MARKETING: UMA ORIENTAÇÃO APLICADA. Bookman; 2006.
8. Slater B, Marchioni DM, Voci SM. Use of linear regression for correction of dietary data. *Revista de Saúde Pública.* 2007;41:190–196.
9. Brown D. Do food frequency questionnaires have too many limitations? *J Am Diet Assoc.* 2006 Out;106(10):1541-1542.
10. Slater B, Marchioni DM, Voci SM. Use of linear regression for correction of dietary data. *Revista de Saúde Pública.* 2007;41:190–196.
11. Giacomello A, Schmidt MI, Nunes MAA, Duncan BB, Soares RM, Manzolli P, et al. Validação relativa

- de Questionário de Freqüência Alimentar em gestantes usuárias de serviços do Sistema Único de Saúde em dois municípios no Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Saude Mater. Infant. [Internet]. 2008 12 [citado 2010 Jun 12];8(4).
12. PASQUALI L, PRIMI R. Basic Theory of Item Response Theory - IRT. Avaliação Psicológica. 2003;2(2):99-110.
 13. TEZZA R, BORNIA A. Teoria da Resposta ao Item: vantagens e oportunidades para a engenharia de produção. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009, Salvador BA. 2009;XXV ICIEOM(Rio de Janeiro - RJ: ABEPRO).
 14. Gulliford MC, Nunes C, Roche B. The 18 Household Food Security Survey items provide valid food security classifications for adults and children in the Caribbean. BMC Public Health. 2006;6:26.
 15. Hackett M, Melgar-Quinonez H, Perez-Escamilla R, Segall-Correa AM. Gender of respondent does not affect the psychometric properties of the Brazilian Household Food Security Scale. International Journal of Epidemiology [Internet]. 2008 5.
 16. Willett WC, Hu FB. Not the time to abandon the food frequency questionnaire: point. Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. 2006 Oct;15(10):1757-1758.
 17. Lord FM, Novick MR. Statistical theories of mental test scores. Addison-Wesley Pub. Co. (Reading, Mass);
 18. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. MESA Press, 5835 S. Kimbark Ave., Chicago, IL 60637; e-mail: MESA@uchicago.edu; web address: www.rasch.org; telephone: 773-702-1596 fax: 773-834-0326 (\$20).; 1993.
 19. Andrade D, Tavares H, Valle R. Teoria da Resposta ao Item: Conceito e Aplicações.
 20. Schmitt N. Uses and abuses of coefficient alpha. Psychological Assessment; 1996.
 21. Erthal T. Manual de Psicometria. Jorge Zahar; 1987.
 22. Falissard B. Focused Principal Component Analysis: Looking at a Correlation Matrix with a Particular Interest in a Given Variable. Journal of Computational and Graphical Statistics. 1999 Dez;8(4):906-912.
 23. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika. 1951 9;16(3):297-334.
 24. Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity, and Panmixia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character. 1896;187:253-318.
 25. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. International Journal of Nursing Studies. 2010 8;47(8):931-936.
 26. Rizopoulos D. ltm: An R package for latent variable modeling and item response theory analyses. Journal of statistical software. 2006;17(5):1-25.
 27. Falissard B. psy: Various procedures used in psychometry [Internet]. R package version 1.0:

Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=psy>

28. Mark Stevenson, Nunes T, Sanchez J, Thornton R. epiR: Functions for analysing epidemiological data. [Internet]. R package version 0.9-27: Available from: <http://CRAN.R-project.org/package=epiR>