

INSTITUTO DE HIGIENE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE HIGIENE E SAÚDE PÚBLICA DO ESTADO
DIRETOR PROF. G. H. DE PAULA SOUSA

BOLETIM N. 6

ENSAIOS DE CALORIMETRIA ALIMENTAR

I

PODER CALORIFICO DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS ALIMENTARES DA COSINNA PAULISTA

PELOS DRS.

G. H. DE PAULA SOUZA
DA FACULDADE DE MEDICINA

E

LUIZ A. WANDERLEY
DA ESCOLA POLITÉCNICA

PUBLICADO SOB OS AUSPÍCIOS DO GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO E DA FUNDAÇÃO ROCKEFELLER, ESTADOS UNIDOS

1921 - Reeditado em 1943
Imprensa Oficial do Estado
SÃO PAULO

INSTITUTO DE HIGIENE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE HIGIENE E SAÚDE PÚBLICA DO ESTADO
DIRETOR PROF. G. H. DE PAULA SOUSA

BOLETIM N. 6

ENSAIOS DE CALORIMETRIA ALIMENTAR

I

PODER CALORÍFICO DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS ALIMENTARES DA COSINNA PAULISTA

PELOS DRS.

G. H. DE PAULA SOUZA
DA FACULDADE DE MEDICINA

E

LUIZ A. WANDERLEY
DA ESCOLA POLITÉCNICA

PUBLICADO SOB OS AUSPÍCIOS DO GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO E DA FUNDAÇÃO ROCKEFELLER, ESTADOS UNIDOS

1921 - Reeditado em 1943
Imprensa Oficial do Estado
SÃO PAULO

ENSAIOS DE CALORIMETRIA ALIMENTAR

I

PODER CALORÍFICO DE ALGUMAS SUBSTANCIAS ALIMENTARES DA COZINHA PAULISTA

(Trabalho do Instituto de Higiene)

pelos Drs.

G. H. DE PAULA SOUZA

e LUIZ A. WANDERLEY

da Faculdade de Medicina

da Escola Politécnica

Apresentamos neste trabalho os primeiros resultados de experiências de nutrição, que sob vários aspectos encetamos no Instituto de Higiene.

Seguir-se-ão outros, visando pontos diversos do problema alimentar em nosso país, onde vivemos sob condições alimentares especiais, servindo-nos de dietas diferentes das usadas nos países da Europa e da América do Norte.

Ao contrário do que se observa em outros lugares, onde os alimentos usuais se acham perfeitamente estudados, entre nós há falta de dados até de referências às cousas mais comuns, justificando-se assim que se proceda hoje a investigações que, de ha muito, já deveriam ter sido levadas a efeito. Contamos, é certo, com estudos, alguns de grande valia, tais os de Peckolt para não citar outros de menor importância; mas, sobre serem parcelados, ainda nos faltam elementos bastantes para se aquilatar do valor nutritivo de muitos gêneros alimentícios nacionais.

Pareceu-nos impor-se, sem mais demora, o estudo calorimétrico dos vários alimentos nacionais, tanto das matérias pri-

mas no estado cru, como após preparo e condimentação.

Sabemos que uma boa dieta depende de fatores de quantidade e de qualidade dos ingredientes constituintes e que a simples determinação do seu valor calorífico nos traz elementos suficientes para avaliarmos de sua propriedade.

Queremos, portanto, fique bem claro que com esta nossa contribuição, que visa trazer a lume apenas alguns dos dados obtidos em nossas experiências, somente pretendemos encetar o estudo mais detalhado das dietas nacionais, à luz da ciência hodierna, no que de indispensavel se nos afigure, servindo-nos depois de outros elementos de pesquisa, além dos que a análise calorimétrica nos pode fornecer.

O problema apresenta-se muito interessante e vários, tantos são os hábitos alimentares nas diversas zonas do país, fruto da facilidade de obtenção de dadas matérias primas, especiais a cada lugar, ou remanescentes de costumes estrangeiros e de cozinha exótica.

Entretanto, não há negar que certo numero de alimentos figuram quase geral-

mente em toda a mesa brasileira. Estes, sobretudo, chamaram a nossa atenção.

Apresentamos, portanto, neste primeiro trabalho, algumas dentre as primeiras determinações do valor calorífico de substâncias cruas ou preparadas à brasileira, segundo os usos mais comuns, assim como alguns, cuja facilidade de obtenção e o acaso nos forneceram para imediato estudo.

Seguir-se-ão outros estudos complementares, uns, trazendo dados adicionais, outros, procurando esclarecer aspectos diversos do problema nutritivo e alimentar entre nós.

Muitos dos nossos dados são semelhantes aos de tabelas estrangeiras, o que serve apenas de contraprova da exatidão de nossas determinações; outros revelam variantes devidas ao preparo do alimento e condimentação diversa, o que justifica a necessidade e propriedade das nossas investigações, não nos contentando com o uso das tabelas estrangeiras.

No início de nossos trabalhos, servimo-nos de um aparelho, que obtivemos graças à gentileza do Prof. Hottinger, da Escola Politécnica.

Os estudos ulteriores serão feitos com um novo calorímetro adiabático do Prof. Benedict, que o Instituto adquiriu recentemente e que acaba de ser instalado.

O CALORÍMETRO:

O aparelho empregado nas presentes experiências foi a bomba calorimétrica de Berthelot Mahler, modificado apenas em detalhes de construção, pelo Dr. Krocker.

Pensamos desnecessário entrar em minúcias relativas ao aparelho empregado, visto ser ele muito conhecido e descrito por numerosos autores, que se ocuparam da determinação da potência calorífica de combustíveis. Os interessados acharão facilmente nos tratados sobre este assunto todas as informações complementares.

Devemos consignar apenas ser o termômetro empregado de tipo Beckmann que dá somente diferenças de temperatura; estas, podendo ser lidas com uma precisão de 1/1000 de grau centígrado, visto a escala do termômetro ser dividida em centésimos e um microscópio anexo ao aparelho permitir apreciar o décimo da menor divisão da escala termométrica. Um pequeno

vibrador elétrico, produzindo trepidações do tubo termométrico, evita os atrasos nas leituras de temperaturas, provenientes da aderência da coluna de mercúrio ao vidro. A corrente de ignição é fornecida por um pequeno transformador ligado à rede de iluminação elétrica, baixando a voltagem de 110 para 10 volts.

O MÉTODO

A constante do aparelho empregado, que foi verificada preliminarmente pela combustão de celulose (papel de filtro), era de 315 grs.; noutras palavras, este número representava o equivalente em água, sob o ponto-de-vista de capacidade térmica, da parte metálica do calorímetro.

Tendo sido observado, durante as primeiras experiências, que o agitador (apenas munido de pás horizontais) não produzia mistura rápida e uniforme das camadas de água a diversas temperaturas, julgamos conveniente modificar esta parte do aparelho. Foram soldadas ao agitador lâminas de forma helicoidal, as quais provocam um movimento de água no sentido vertical, fazendo desaparecer as anomalias verificadas nas primeiras determinações. As lâminas usadas sendo de zinco, elevaram a constante do aparelho de 315 para 317 grs. de água.

O fio de niquelina usado para ignição do material de prova tinha geralmente um comprimento de 5 cms.; o seu diâmetro, extraordinariamente pequeno, torna o termômetro insensível ao calor fornecido pela corrente elétrica e empregado na fusão do fio.

O oxigênio é introduzido na bomba até atingida a pressão de 25 a 30 atmosferas. Poderíamos ter usado, em lugar do fio de niquelina, fio de ferro, de peso conhecido, que se queimaria na atmosfera de oxigênio; o calor de combustão deste último deveria ser calculado e deduzido do calor total observado na combustão.

Evitamos usar o ferro, dando preferência à niquelina, por ter a nossa experiência mostrado, que as projeções do óxido de ferro incandescentes deterioram rapidamente o esmalte protetor da bomba.

O corpo de prova era tomado de amostra cuidadosamente dessecada durante 2 ou 3 horas em estufa a 80°, e resfriada em dessecador; tinha geralmente peso muito

próximo a uma grama (quase sempre inferior.) A amostra, pesada antes e depois da dessecação, fornecia a umidade contida no corpo de prova. Com este dado pudemos calcular o calor de combustão da substância úmida, a partir do valor diretamente observado para a substância seca.

Nalgumas experiências, aliás raras, foi necessário ajuntar ao fio de níquelina um fio de algodão de peso conhecido. Este fio tinha por objetivo provocar o início da combustão em substâncias dificilmente inflamáveis. Naturalmente descontamos o calor produzido pela mecha de algodão do calor total observado.

CORREÇÃO DA TEMPERATURA

Existem vários métodos para calcular a correção a ajuntar à diferença da temperatura observada durante a combustão do corpo de prova na bomba. Como as nossas experiências não eram realizadas sobre corpos quimicamente definíveis, mas sim sobre misturas de substâncias alimentícias preparadas em cozinhas ou pastelarias, pensamos que o método de correção muito simples, aconselhado por P. Mahler, autor da bomba calorimétrica e empregado em análises industriais de combustíveis li-

nhos cabimento neste gênero de investigações.

Eis os princípios em que se baseia tal método de correção:

1) A velocidade da queda de temperatura observada em seguida ao máximo, representa a perda de calor do calorímetro (por unidade de tempo) antes do máximo; isto no caso em que a temperatura média, na unidade de tempo considerada, não diferir de mais de um grau de temperatura do máximo.

2) Se a temperatura média difere de mais de um grau e de menos de dois graus, o número que representa a velocidade da queda de temperatura depois do máximo diminuído de 0,005 dá ainda a correção procurada, por unidade de tempo.

3) No período anterior ao da combustão o calorímetro ganha ou perde calor com certa velocidade; admite-se que o ganho ou perda permaneça com a mesma velocidade durante o meio minuto consecutivo ao momento da inflamação, e que somente depois deste meio minuto começa o aparelho a perder calor nas condições estipuladas nos dois parágrafos acima.

Um exemplo extraído das nossas experiências vem esclarecer melhor tudo quanto acaba de ser dito.

Data : 22 de Março de 1921.

Substância analisada: Bacalhau frito (seco em estufa a 80° durante 3 horas e 8 minutos.)

1 -- <i>Peso da amostra úmida</i>	20,00 grs.
2 -- <i>Peso da amostra seca</i>	10,56 grs.
3 -- <i>Peso da água evaporada</i>	9,44 grs.
4 -- <i>Umidade</i>	47,2%
5 -- <i>Temperatura do ar</i>	22,1
6 -- <i>Temperatura da camisa de água</i>	24,0
7 -- <i>Comprimento do fio de níquelina</i>	5cms.
8 -- <i>Peso da água do vaso calorimétrico</i>	2,200 grs.
9 -- <i>Peso do corpo de prova, (substância seca) (2)</i>	0,9400 grs.
10 -- <i>Constante da bomba calorimétrica</i>	315 grs.

Minuto	Temp. ^a	Dif.	Cálculos	e	Observações
0	1,368	0,006	1,368 1,350		
1	1,362	0,003	0,018	5	
					0,0036
2	1,359	0,003			
3	1,356	0,004	Va = 0,0036		grau minuto
4	1,352	0,002			
5	1,350				Combustão
5,5	1,460				
			2,078		
6	2,696		1,460		
			2,696		
6,5	2,840		4,156	2	
7	3,010		2,078		
7,5	3,225				
8	3,360				
8,5	3,430				
9	3,444				
9,5	3,451				Máximo
10	3,450	0,001			
10,5	3,448	0,002	3,451		
			3,410		
11	3,442	0,006	0,041	5	
					0,0082
11,5	3,438	0,004			grau minuto
			Vp = 0,0082		
12	3,434	0,004			
12,5	3,429	0,005			
13	3,424	0,005			
13,5	3,419	0,005			
14	3,414	0,005			
14,5	3,410	0,004			

A diferença bruta de temperatura entre o máximo e o momento da combustão, é de : 3,451 — 1,350 igual a 2,101.

Entre 5 e 5,5 minutos o aparelho perdia calor com a velocidade de 0,0036 (grau ÷ minuto); a correção correspondente a este intervalo é de $0,0036 \times 0,5 = 0,0018$.

Entre 5,5 e 6 minutos a temperatura média foi de 2,078, diferindo do máximo (3,451 graus) de mais de um grau e de

menos de dois graus; a velocidade de perda é portanto, $0,0082 - 0,0050 = 0,0032$ grau: minuto, e a correção $0,0032 \times 0,5 = 0,0016$.

A partir do minuto 6 as temperaturas médias e a do máximo diferem de menos de um grau; logo a correção entre 6 e 9,5 minutos é de

$$0,0082 \times 3,5 = 0,0287$$

A correção total é portanto:

$$0,0018 + 0,0016 + 0,0287 = 0,032 \text{ grau.}$$

e a diferença de temperatura corrigida

$$2,011 + 0,032 = 2,043$$

Notemos que no presente exemplo o calorímetro perdia calor no período preliminar, isto é, anterior à combustão. No caso de haver ganho de calor em lugar de perda, o que seria percebido pela ascensão a coluna termométrica nesse período, a correção correspondente ao intervalo 5 e 5,5 minutos, deveria ser negativa; em outras palavras deveria ser subtraída da diferença bruta de temperaturas.

A quantidade de calor total produzido é calculado como se segue:

Capacidade térmica do conjunto metálico	315 grs.
Peso da água do calorímetro	2.200 grs.
Total	2.515 grs.
Quantidade de calor	

$$2,315 \times 2,043 = 5,365 \text{ grandes calorias}$$

Esta quantidade de calor corresponde a 0,94 grs. de substância seca; a quantidade correspondente a 100 grs. é de $5,365 \times 100 \div 0,94 = 570$ grandes calorias.

A quantidade de calor correspondente a 100 grs. da substância úmida será de $570 \times (100 - 47,2) \div 100 = 301$ grandes calorias.

Observemos que, ensaiando certas substâncias ricas em azoto, deveríamos ter levado em conta o calor de formação do ácido azótico fornecido pelo azoto em contacto com o oxigênio comburente; isto redundaria numa pequena correção subtrativa.

Nas experiências subsequentes pensamos eliminar esse pequeno erro.

**Quadro dos resultados obtidos na primeira série de experiencias calorimétricas
com o aparelho BERTHELOT MAHLER, modificado por Kroeker**

SUBSTÂNCIA ANALISADA	Unidade re- tirada pela secagem du- rante cerca de 2 horas, na estufa a 80,0° C.	CALORIAS POR 100 GRAMAS	
		de substância seca	de substância úmida, tal como é em- pregada no uso corrente
<i>Carnes, salsichas, etc.</i>			
Passoca (carne de porco e de vaca)	17,5	633	522
Coxinhas de galinha (farinha, pão, ovos, gordura)	—	364	—
Bife (Santa Casa)	64,4	499	178
Carne ensopada (Santa Casa)	58,0	705	296
Galinha com farofa (Santa Casa)	52,0	527	253
Carne seca frita	52,7	619	293
Salsicha de porco	54,7	699	317
Salsicha de carneiro	70,0	655	200
Salsicha de vaca	68,8	634	198
Carne seca	37,7	380	143
Carne seca cozida	61,0	529	206
Croquete de porco	48,1	618	321
Torresmo	14,2	824	707
<i>Peixes, camarões, etc.</i>			
Camarão frito	55,7	387	172
Bacalhau frito	47,2	570	301
Peixe cozido simplesmente (tainha)	73,0	597	161
Camarão cozido	78,3	528	115
Tainha crua	75,4	579	142
Bacalhau cru	27,1	389	283
Peixe cozido temperado (tainha)	65,4	624	216
Bacalhau cozido	71,8	468	132
Empada (camarão, palmito e farinha)	47,5	566	297
<i>Pão, farinhas, biscoitos, etc.</i>			
Pão (100 réis) amostra	1	23,7	427
Pão (200 réis) "	2	14,3	429
Pão (100 réis) "	3	23,7	394
Pão (200 réis) "	4	22,3	380
Pão (200 réis) "	5	20,0	375
Pão (200 réis) "	6	16,6	384
Pão (200 réis) "	7	17,5	377
Pão (200 réis) "	8	17,5	387
Pão (200 réis) "	9	17,7	376
Pão (Sta. Casa) "	10	22,7	415
Farinha de Trigo (Matarazzo)		9,4	397
Broa (italiana)		24,5	407
Massa com ovos		10,0	424
Farinha (Antonini)		11,3	424
Semola (Antonini)		11,3	419
Biscoito (Santa Casa)		2,0	411
Biscoito (Santa Casa)		5,2	423

**Quadro dos resultados obtidos na primeira série de experiencias calorimetricas
com o aparelho BERTHELOT MAHLER, modificado por Kroeker**

SUBSTÂNCIA ANALISADA	Unidade re- tirada pela secagem du- rante cerca de 2 horas, na estufa a 80,0° C.	CALORIAS POR 100 GRAMAS	
		de substância seca	de substância úmida, tal como é em- pregada no uso corrente
Biscoito torrado (Santa Casa)	2,2	408	400
Bolo de fubá	53,4	425	198
Talhada (rapadura com gengibre e farinha)	7,8	389	359
Pasta glutenada (Antonini)	9,5	408	373
<i>Pratos de arroz, feijão, legumes verdes, raizes, etc.</i>			
Feijão preparado	74,0	524	136
Feijão preparado	78,8	487	103
Feijão preparado, 1 amostra (Santa Casa)	75,1	411	102
Feijão preparado, amostra 2 (Santa Casa)	74,7	431	109
Arroz preparado (Santa Casa)	76,5	397	65
Batata cozida com molho (Santa Casa)	82,8	380	115
Batata doce (Santa Casa)	70,1	385	93
Chicórea (Santa Casa)	90,2	596	
Arroz preparado sem sal (Santa Casa)	83,0	406	69
Mandioca cozida	62,6	400	150
Canja, (Santa Casa)	92,5	353	26,5
Angú (Santa Casa)	75,2	433	108
Batata frita sem sal (Santa Casa)	59,1	452	185
Cará cozido	84,2	383	61
Cará cru	80,8	389	75
Mangarito cozido	79,7	400	81
Mangarito cru	79,7	404	82
Mingau de araruta	88,3	430	50
Inhame cozido	80	374	75
Inhame cru	79,5	375	77
Palmito em salada	91,1	482	43
<i>Frutos, doces, queijos, etc.</i>			
Chocolate (Lata) amostra 1	---	---	552
Chocolate (Lata) amostra 2	---	---	533
Chocolate (Falchi)	---	---	577
Queijo "Itanhandú"	---	---	555
Requeijão	---	---	483
Marmelada (Pauliceia)	---	---	275
Goiabada (Pesqueira)	---	---	295
Goiaba (fruta)	95,3	429	20
Pessegada	---	---	304
Abacate	73,6	679	179
Banana maçã	85,5	401	58
Banana da terra	77,0	351	81
Bolo de fubá	53,4	425	198

Na certeza de que interessará à classe médica saber de uma forma geral o valor calorífico de dietas comuns, antecipamos, neste trabalho, um exemplo, calculado com os nossos dados, referentes a uma dieta da Santa Casa de Misericórdia, aguardando para mais tarde o estudo das dietas dessa instituição, com maiores detalhes.

Como sabem todos, variam os cardápios das nossas instituições; neles, porém, sempre figuram certos pratos básicos, tais como, feijão, arroz, batatas, carne, etc..

Assim o exemplo do cardápio de 24 de dezembro de 1920, poderá servir de base para julgamento do que é geralmente a dieta na nossa Santa Casa.

Tivemos o cuidado de verificar a distribuição das porções servidas e de pesar um certo número delas, tirando uma média em seguida, 1.º) das porções pequenas. (servidas aos que têm pouco apetite ou por qualquer determinação médica devem comer menos); 2.º) das porções regulares e 3.º) das porções maiores.

Para tal foi-nos de grande auxílio a autorização que nos deu o Exmo. colega Dr. Diogo de Faria, diretor do Hospital, a-fim-de adquirirmos todos os pormenores referentes à confecção dos alimentos da casa, e assim como os valiosos préstimos da Exma. Irmã Margarida, da 1.ª E. de M. de Homens, a qual pesou e mediu as porções servidas.

Os doentes do Hospital, a não serem aqueles que usam dietas especiais, alimentam-se da forma seguinte:

Pela manhã café com leite e um pão.

Às 11 e meia uma tigela de canja sem galinha.

À uma hora a refeição mais sólida.

À tarde sopa ou canja, café simples ou chá e dois pães.

Calculando o valor calorífico da refeição da 1.ª hora, obtivemos os seguintes valores:

a) indivíduo que come pouco

	Calorias	
Galinha com farofa (levando ovo)	110 grs.—20 grs.	199,9
Batatas ensopadas		

das	127 grs.	83,6
Arroz	162 grs.	152,8
	Total	435,8

b) indivíduo que come regularmente

	Calorias	
galinha com farofa (8 minutos).	36 grs. 2 grs. osso	65,4
bife, carne de vaca	35 grs.	62,4
arroz	260 grs.	242,1
chicórea	108 grs.	63,0
	Total	432,9

c) indivíduo que come muito

	Calorias	
bife de carne de vaca	33 grs.	58,8
carne cozida, gordurosa	65 grs.	165,0
feijão	160 grs.	193,7
arroz	250 grs.	232,7
chicórea	80 grs.	46,7
	Total	696,9

Assim temos que, para o indivíduo que come pouco, a média em calorias diárias vem a ser:

canja	66,5
sopa	150,
3 pães	1116,
café com leite	135,
açúcar, 40 grs.	130,
almoço	435,8

cerca de 2053,3

Para os que comem regularmente:

canja	66,5
sopa	150,
3 pães	1116,
café com leite	135,
açúcar, 40 grs.	130,
almoço	432,9

cerca de 2030,4

Para os indivíduos que comem muito:

canja	66,5
sopa	150,
3 pães	1116,
café com leite	135,
açúcar, 40 grs.	130,
almoço	696,9
	<hr/>
cerca de	2294,4

Como elemento igual e constante, em todas as classes, os doentes recebem canja, sopa, 3 pães, café com leite e açúcar, nas mesmas quantidades, perfazendo um total em calorias de 1598 aproximadamente.

É curioso notar assim a pequena diferença em calorias entre as dietas dos que comem pouco ou muito, em contradição com a aparência dada pelo volume. Daí se infere ser somente o volume um mau critério no julgamento do valor calorífico dos alimentos e não dever figurar na escolha das dietas hospitalares.

Mais tarde traremos à lume um estudo minucioso da forma por que poderá ser modificada a dieta geral do hospital.

Outubro de 1920 a junho de 1921.