



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS MULTIVARIADAS EM VARIEDADES DE FRUTAS SEGUNDO SUAS CARACTERÍSTICAS

Aldreany Pereira de Araújo SILVA¹, Edwirde Luiz SILVA²

¹ Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: aldreanyuepb@gmail.com. Telefone: (83)3315 3356.

² Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: edwirde@uepb.edu.br. Telefone: (83) 3315 3300.

RESUMO

As interações entre frutas apresentam grande importância, sendo seu estudo ainda relativamente pequeno, principalmente no Brasil. Os nutrientes das frutas consumidas pela maioria dos brasileiros não são relevadas para o consumidor, e muitas vezes essas frutas não estão no período de safra ou por outro fenômeno da natureza deixam de aparecer no mercado e feiras livres. De forma basicamente nutricional, existe a importância de verificar similaridade de nutrientes em muitas frutas tropicais brasileiras para suprir a ausência em outras. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a similaridade de algumas frutas, visando identificar a similaridade das que apresentam os seguintes nutrientes: carboidrato, lipídio, proteína, vitaminas A e C, ferro e cálcio. Foram consideradas 31 frutas, com 100 g/mL cada, sendo usadas as variáveis quantitativas: energia, proteínas (em g), carboidratos, lipídios, cálcio, ferro e as vitaminas C (em mg) e A (em µg RE) para verificar as correlações entre os nutrientes destas diversas frutas tropicais. Os resultados foram avaliados por estatística descritiva utilizando-se medida de tendência central e de variabilidade de dados (desvio-padrão e de coeficiente de variação) entre os nutrientes. Foram aplicadas as seguintes técnicas multivariadas: agrupamento, discriminante e análise de fatores. Tais análises mostraram três grupos de frutas sendo eles, o grupo I formado por frutas ricas em proteínas, ferro e vitamina A, já o grupo II é um grupo por frutas ricas em lipídios, cálcio e vitamina C e o menor grupo de frutas o grupo III formados por frutas com alto teor de carboidratos e ferro.

PALAVRAS CHAVE: Frutas, características, discriminantes.

1 INTRODUÇÃO

A resolução RDC nº39, de 21 de março de 2001, aprovou o regulamento técnico que padroniza a declaração de nutrientes na rotulagem nutricional



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

obrigatória de alimentos. Os nutrientes das frutas consumidas pela maioria dos brasileiros não estão destacados para o consumidor. Muitas vezes algumas frutas desejadas não estão no período de safra, logo a importância de verificar similaridade de nutrientes em outras frutas, ajudará de forma opcional a escolha de frutos similares quanto aos nutrientes. Também é nosso objetivo incentivar o hábito de monitorar o consumo destas frutas, a exemplo do que já ocorre em muitos países desenvolvidos, permitindo a cada indivíduo envolver-se mais ativamente na manutenção de sua saúde. O objetivo deste trabalho é demonstrar e esclarecimento à clientela atendida pelos nutricionistas de 31 frutas. Na seção 2, apresenta-se o materiais e método utilizados, na seção 3 apresentam os resultados e discussões e na 3, considerações finais e conclusões.

2 METODOLOGIA

Para facilitar o cálculo de adequação nutricional das frutas, foi apresentada uma tabela com as recentes recomendações nutricionais para cálcio, ferro, vitamina C e vitamina A. Algumas recomendações de nutrientes são reveladas na Tabela 1 (Pinheiro, 2008).

Tabela 1. Recomendações nutricionais de cálcio, ferro, vitamina C e vitamina A

Idade		Cálcio mg/dia	Ferro mg/dia	Vitamina C mg/dia	Vitamina A µg Re/ dia
0-6 meses		210	0.27	40	400
7-12 meses		270	11	50	500
1-3 anos		500	7	15	300
4-8 anos		800	10	25	400
9-13 anos	Masc	1.300	8	45	600
	Fem	1.300	8	75	600
14-18 anos	Masc	1.300	11	45	900
	Fem	1.300	15	65	700
	Gest	1.300	27	85	750
	Lact	1.300	10	120	1.200
19-50	Masc	1.000	8	90	900



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

anos	Fem	1.000	18	75	700
	Gest	1.000	27	85	770
	Lact	1.000	9	120	1.300
>= 51 anos	Masc	1.200	8	90	900
	Fem	1.200	8	75	700
Referências bibliográficas		IOM, 1997	IOM, 2002	IOM, 2000	IOM, 2002

Fonte: Própria 2012

Observa-se na Tabela 1 mostra-se a importância dos frutos quanto ao cálcio, ferro, vitamina A e vitamina C. Neste trabalho em todas as frutas foram considerados uma quantidade de 100 g/ml das 31 frutas correspondendo a parte comestível, quanto ao conteúdo foram analisadas as quantidades de nutrientes encontradas nas frutas: carboidrato, lipídio e proteína (em g); cálcio, ferro e vitaminas C (em mg) e vitamina A (em mcg RE). Os cálculos de peso, volume são provenientes do SISNUT – Sistema de Nutrição (Pyrrho e Lacerda, 1996). Segundo (Pinheiro, 2008) a coleta desses dados estendeu-se por mais de dois, permitindo à inclusão de alimentos sujeitos as variações sazonais. Para as frutas estudadas efetuou-se de imediato sua análise química (Pinheiro, 2008).

1.1. Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento foi processada segundo a metodologia proposta por Sneath & Sokal (1973), e foi aplicada aos dados, utilizando-se como coeficiente de semelhança entre pares de frutas consideradas a correlação de Pearson distância, que é um tipo de proximidade, mas não necessariamente de similaridade. Basicamente, quanto menor as correlações mais similares eles são segundo as características consideradas. A estratégia de agrupamento adotada foi a do vizinho mais próximo.

Segundo (LATTIN, 2011) a maior parte de análise de agrupamento é realizada com objetivo de se tratar da heterogeneidade dos dados. Em vez de lidar com um grupo de observações amplamente divergentes, se divide o grupo em subconjuntos mais homogêneos não é a mesma coisa de encontrar agrupamento que ocorram naturalmente. Encontrar agrupamentos que ocorrem naturalmente exige que haja grupos de observações com densidade local relativamente alta (isto é, há muitas outras observações de frutas dentro da mesma pequena área) separada por regiões de densidade local relativamente baixa. Nesse caso, os próprios agrupamentos



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

	_g	_g	_g	mg	mg	C_mg	A_mcg
Ptn_g	1						
Carb_g	0,339	1					
Lip_g	0,4 42	- 0,081	1				
Ca_mg	0,0 83	- 0,011	0,8 16	1			
Fe_mg	0,9 96	- 0,354	0,3 92	0,05 2	1		
Vit. C_mg	- 0,004	- 0,047	0,0 01	- 0,071	- 0,006	1	
Vit. A_mcg	0,0 13	0,07 0	- 0,091	- 0,093	0,01 8	0.632	1

Tabela 2: Autovalores

Autovalor	% total da variância	% acumulada
1,934	53,7	53,7
1,024	28,4	82,1
,644	17,9	100,0

O autovalor é a soma em coluna de cargas fatoriais ao quadrado para cada fator, representa a quantia de variância explicada por um fator. É obtido a partir da razão de soma de quadrados entre grupos para a mesma soma dentro dos grupos. A extração de fator pelo método das componentes principais explicou 53,7 % da variância dos dados originais, caso fossem considerados dois fatores teria um percentual de variação explicada de 28,4 %.

Tabela 3: Lambda Wilk's e χ^2

Correlação canônica	Lambda Wilk's	χ^2	df	p-valor
0,812	,102	55,828	21	,000
0,711	,300	29,459	12	,003
0,626	,608	12,186	5	,032

Outra forma de leitura é através da tabela com o teste de Lambda Wilk's. O poder explicativo da função mse comparado ao R^2 de uma regressão, é dado pela correlação canônica que neste caso é de 0,812. Elevando esse número ao



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

quadrado, tem sua medida de seu poder explicativo: $0,812^2 = 65,93\%$. Neste caso é possível explicar com esse modelo 65,93% de sua classificação. É uma forma objetiva de demonstrar que a técnica não é inteiramente perfeita, mas, possui um grau de confiabilidade considerável.

A leitura da tabela com o teste de Wilk's é a mesma: quanto mais próximo de zero (0,102) for o valor de lambda e do nível de significância ($p\text{-value}=0,000$) mais intensa será a diferença das médias dos grupos, indicando que a função tem alta capacidade de discriminar as frutas entre os três grupos.

Tabela 4: Coeficientes padronizados das funções discriminantes (escores) das frutas.

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Ptn_g	2,424	0,714	- 4,448
Carb_g	0,171	0,544	0,447
Lip_g	- 2,051	0,486	0,195
Ca_mg	1,923	- 0,635	0,292
Fe_mg	- 1,754	- 0,247	4,650
Vit. C_mg	0,797	0,625	- 0,780
Vit. A_mcg	- 0,750	- 0,886	0,064

Três equações expressam cada fator em termos das sete variáveis e essas equações fornecem escores nos três fatores para as 31 frutas. O primeiro é formado pela Proteína e Lipídio, o segundo fator são as proteínas e a vitamina A, e o terceiro fator as proteínas e o ferro. Como se observa na figura X1 e Tabela 4.

Tabela 5: Matriz de classificação dos Grupos.

Realidade	Grupo Verdadeiro		
	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Grupo I	7	1	0
Grupo II	0	18	0
Grupo III	0	3	2
Total	7	22	2



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

A matriz de classificação é outro resultado importante em que se poderá quantificar a possível sobreposição na discriminação dos grupos de frutas considerados. Note que a “confusão” nessa tabela de acertos e erros se dá principalmente entre os grupos 2 e 3. Visto que 87,1% das observações foram classificadas corretamente e que apenas 3 frutas do grupo III foram classificadas de forma errada no grupo II. Similarmente ao Grupo III, o Grupo I não se sobrepõe a nenhum outro e, assim, todas as classificações são corretas. No caso do primeiro grupo cinco frutas deveria classificar-se no grupo II e uma no grupo III. Assim o grau de acerto total do modelo discriminante foi de 80,64% e a probabilidade de erro foi 0,129.

Probabilidade a posteriori para a classificação da frutas. Observa-se que ratifica que as frutas podem ser classificadas em três grupos propostos. Algumas frutas foram mal classificadas, isso é por da grande similaridade entre eles, onde a análise não foi eficaz ao classificá-las. As características de nutrientes que mais contribuiu para mal classificação foram: Vitaminas A e C, proteínas e ferro, como se observa na Figura X1.

Tabela 6. A probabilidade de pertinencia nos três grupos.

Frutas	Classificação dos grupos	Diagnóstico dos grupos	Prob 1	Prob 2	Prob 3
Abacate	1	1	0,87 131	0,00 340	0,12 530
Abacaxi	2	2	0,06 231	0,90 307	0,03 462
Açaí	3	3	0,00 005	0,00 011	0,99 983
Acerola	2	2	0,00 066	0,99 923	0,00 010
Ameixa seca	2	2	0,00 001	0,99 955	0,00 044
Banana d'água	2	2	0,16 517	0,83 210	0,00 273
Banana-da-terra	2	2	0,00 843	0,95 986	0,03 171
Banana-maçã	3	2	0,04 860	0,48 132	0,47 008
Banana-ouro	2	2	0,11 473	0,72 183	0,16 344
Cajá-manga	2	2	0,00 037	0,99 960	0,00 002
Castanha de caju torrada	3	3	0,00 019	0,00 002	0,99 979
Caqui	1	1	0,99	0,00	0,00



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

			997	002	001
Carambola	2	2	0,05 434	0,94 232	0,00 334
Castanha-do-pará	2	2	0,00 057	0,99 936	0,00 007
Cereja	2	2	0,00 079	0,99 772	0,00 149
Figo	2	2	0,00 043	0,99 944	0,00 012
Goiaba	2	2	0,00 026	0,99 622	0,00 352
Graviola	2	2	0,01 112	0,97 755	0,01 134
Jaca	2	2	0,00 463	0,99 505	0,00 032
Jambo	2	2	0,04 308	0,94 859	0,00 833
Kiwi	2	2	0,01 590	0,98 010	0,00 400
Maçã	3	2	0,20 679	0,56 645	0,22 675
Mamão	2	2	0,12 562	0,86 567	0,00 871
Manga	1	1	0,99 932	0,00 062	0,00 006
Maracujá	1	1	0,49 387	0,42 115	0,08 498
Melancia	1	1	0,69 018	0,27 306	0,03 676
Melão	1	1	0,97 689	0,02 241	0,00 071
Morango	2	2	0,00 375	0,99 430	0,00 195
Nêspera	1	2	0,42 891	0,55 021	0,02 088
Pêra	3	2	0,20 916	0,57 133	0,21 951
Pêssego	1	1	0,69 561	0,26 100	0,04 339

Observa-se que a fruta Banana-maçã, maçã, apresenta quase 50% de chance de pertencer ao grupo II e grupo III, sendo ela classificada no grupo e que deveria está



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

classificada no corretamente no grupo II. Já a nêspera foi discriminada no grupo I, quanto na verdade deveria pertencer ao grupo II. No caso da maçã e a pêra, foram discriminadas no grupo III e deveriam pertencer ao grupo II. O maracujá está bem discriminado no grupo I e também apresenta probabilidade em torno de 43% de pertencer ao grupo II, isso ocorreu porque sua característica nutritiva satisfaria tanto ao grupo I como o grupo II. Destaca-se o caqui que foi classificado como pertencente ao grupo I com 99,9%.

4 CONCLUSÃO

Nesse exemplo, ilustrou-se uma das formas básicas da análise discriminante, técnica essa que facilita a identificação das diferenças entre os objetos e sua pertinência a este ou aquele grupo. O estudo aponta para a necessidade de investimento

Os teores de nutrientes das frutas foram comparados entre si. Através de análise discriminante e agrupamento revelou que as frutas que apresentaram grande similaridade e dissimilaridade nos grupos de nutrientes. Sabedores dessa homogeneidade de nutriente facilitarão o consumidor ter outras opções de frutas conforme sua necessidade diária de proteínas, vitaminas e minerais, durante o período de estiagem das frutas.

Pode-se observar que as frutas mais importantes quanto às proteínas, ferro e vitamina A pertencem ao grupo I, formado por sete frutas do grupo em estudo sendo elas: abacate, caqui, manga, maracujá, melancia, melão e pêsego, com relação a lipídio, cálcio, e vitamina C apresentaram-se em maiores quantidades sendo de vinte e duas frutas as que pertencem ao grupo II, este grupo é formado pelas frutas: abacaxi, acerola, ameixa seca, banana d'água, banana da terra, banana maçã, banana-ouro, cajá-manga, carambola, castanha-do-pará, cereja, figo, goiaba, graviola, jaca, jambo, kiwi, maçã, morango, nêspera e pêra, e por último as frutas pertencente ao grupo III é o menor grupo formado apenas por açaí e castanha de caju torrada foram às frutas mais ricas em carboidrato e ferro.

Não se deseja exaurir este conteúdo, pois outras técnicas poderão apresentar resultado mais satisfatório para a análise.

REFERÊNCIAS

- FRANCO G. Tabela de Composição Química dos Alimentos. 9ª Ed., São Paulo. Editora Atheneu, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2010 (universo preliminar). Disponível em. <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 12/03/2012.
- LOESCH, C., HOELTGEBAUM, M. Métodos Estatísticos Multivariados. 1ª Ed., São Paulo. Editora Saraiva, 2012.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

MINGOTI, S.A., Análise de dados através de métodos de estatística multivariada-uma abordagem aplicada. 1ª Ed., Belo Horizonte. Editora UFMG, 2005.

PINHEIRO, A. B. V. et al. Tabela para avaliação de consumo em medidas caseiras. 5ª ed., São Paulo. Editora Atheneu, 2008.