

# A Análise Classificatória na Caracterização da Produção e Consumo de Produtos de Origem Animal a Nível Mundial

Minhoto, M.<sup>1</sup> · Fernandes, L.<sup>2</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo contribuir para a análise da evolução da produção e do consumo dos cinco principais produtos de origem animal – leite, carnes de bovinos, de suínos e de aves e ovos –, com base nos dados estatísticos da FAO relativos aos triénios 1961/62/63 e 2011/12/13 de 70 países. Realizou-se Análise Classificatória Hierárquica Ascendente a fim de obter o número de grupos recomendado, seguindo-se o algoritmo das k-médias para refinar e interpretar os grupos constituídos.

**Palavras-chave:** Análise Classificatória, Algoritmo das k-médias, Produtos de Origem Animal, Produção e Consumo Mundial.

## 1. Introdução

A chamada “Revolução Verde”, decorrente da Segunda Guerra Mundial, intensificou fortemente a produção agrícola e, sobretudo a partir dos anos 60, a generalidade dos países foi incrementando a sua produtividade na sequência de inovações estruturais e tecnológicas implementadas nas empresas agropecuárias. Esta situação foi fundamental para que a oferta de alimentos acompanhasse o crescimento demográfico exponencial da segunda metade do século XX, com a população mundial a duplicar no curto período de 40 anos (1960-2000).

No subsector dos alimentos de origem animal regista-se crescimento notoriamente superior ao verificado a nível demográfico, o que permitiu forte aumento no consumo *per capita* daqueles produtos a nível mundial. No entanto, este cenário não terá sido idêntico para todos os produtos nem para todos os países, quer ao nível da produção, quer ao nível do consumo.

---

<sup>1</sup> Universidade de Évora – CIMA-UE, minhoto@uevora.pt

<sup>2</sup> Universidade de Évora - ICAAM, ladsf@uevora.pt

O presente trabalho tem por objetivo contribuir para a análise da evolução nos últimos 50 anos relativamente à produção e ao consumo dos principais produtos de origem animal destinados à alimentação humana. Os produtos considerados foram o leite, ovos e as carnes de suíno, de bovino e de aves, com registos referentes a 70 países com população superior a 3 milhões de habitantes no ano 2013 (ver em Anexo I a lista dos países e respetivo código de 3 letras da norma ISO 3166).

## 2. Metodologia

O trabalho teve por base os dados estatísticos de 70 países selecionados pelo critério de população superior a 3 milhões de habitantes em 2013, último ano de registo de dados disponíveis para o trabalho. Esta seleção foi condicionada a que os países participantes não deveriam ter a produção e o consumo restringidos fortemente por razões de natureza religiosa, o que acontece sobretudo relativamente à carne de suíno. O conjunto de 70 países que integrou o estudo representava em 2013 cerca de 80% da população mundial.

Os dados foram obtidos a partir do *website* da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), e respeitam aos triénios 1961/62/63 e 2011/12/13.

O consumo de produtos de cada país foi obtido diretamente da base de dados estatísticos da FAO em valor anual (kg) *per capita*. No caso da produção optou-se por converter a informação da quantidade anual produzida por cada país em valor anual (kg) por habitante no respetivo ano.

Os valores utilizados foram obtidos a partir da média de cada triénio atrás referido, visto os coeficientes de variação, quer da produção, quer do consumo, entre anos de cada triénio e para os 5 produtos considerados apresentarem valores baixos a nível mundial (cerca de 2% para produção e para consumo no triénio 1961/62/63 e menos de 1% no triénio 2011/12/13).

A Análise Classificatória iniciou-se pela Hierárquica Ascendente para as variáveis observadas previamente normalizadas (centradas e reduzidas), obtendo-se os respetivos dendogramas. Como medida da distância entre indivíduos utilizou-se a distância euclidiana habitual e como método de agregação o método “*Ward*”, mais concretamente o método “*Ward.D2*” do programa Estatístico R. Procurou-se que o número de grupos fosse idêntico para as bases “produção” e “consumo” e para ambos os triénios analisados. Considerou-se que um número idêntico de grupos para produção e consumo ajudaria na sua caracterização, permitindo assim uma melhor comparação entre produção e consumo.

Estabelecido o número de grupos, passou-se à Análise Classificatória não Hierárquica. Para esta Análise Classificatória recorreu-se ao Algoritmo das *k*-médias. Utilizou-se o algoritmo de Hartigan and Wong (1979) que funciona como algoritmo por *default* da função *kmeans* do programa Estatístico R. Este algoritmo

tem em geral um bom desempenho, embora seja recomendado que se considerem várias soluções iniciais (no presente caso consideraram-se 10 soluções iniciais). Cada solução inicial é constituída por quatro centróides iniciais escolhidos aleatoriamente.

Cada país é comparado com cada centróide inicial através da distância euclidiana habitual, sendo alocado ao grupo de menor distância. Atualizam-se então os centróides dos grupos acabados de formar e volta-se a comparar cada país com os novos centróides, tornando-se a alocar o país ao grupo de menor distância. O processo continua até que nenhum país seja realocado ou se atinja o número máximo de iterações. O número máximo de iterações utilizado foi 40. Comparam-se para a Análise Classificatória Hierárquica e Não Hierárquica a soma de quadrados entre os grupos. Para tal recorre-se a ANOVA resumida para cada uma das cinco variáveis observadas. Para as cinco variáveis somam-se então os totais dos quadrados entre os grupos. Calcula-se igualmente (em percentagem) o quociente entre a soma total dos quadrados entre os grupos e a soma de quadrados total.

Por fim apresenta-se o valor da média de cada uma das variáveis observadas e o valor da Estatística F relativa às ANOVA para o tipo de Análise Classificatória (Hierárquica ou Não Hierárquica) onde o quociente atrás referido for mais elevado, assim como os países que integram cada um dos grupos.

### 3. Resultados

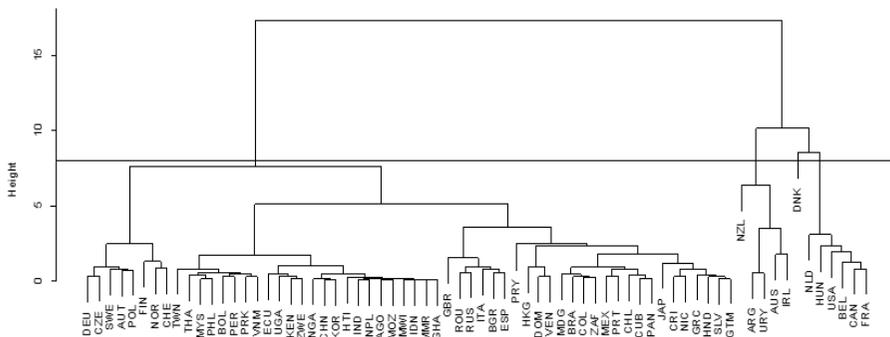
#### 3.1 Análise Classificatória Hierárquica

Nesta secção apresentam-se os dendogramas relativos à Análise Classificatória Hierárquica, obtidos considerando como distância entre países a distância euclidiana habitual e como método de agregação dos grupos, o método “*Ward*” (Figuras 1, 2, 3 e 4). Sobre os dendogramas foi traçado um segmento de reta que intersecta quatro “*ramos da árvore*” de modo a facilitar a visualização dos países que irão formar os quatro grupos considerados.

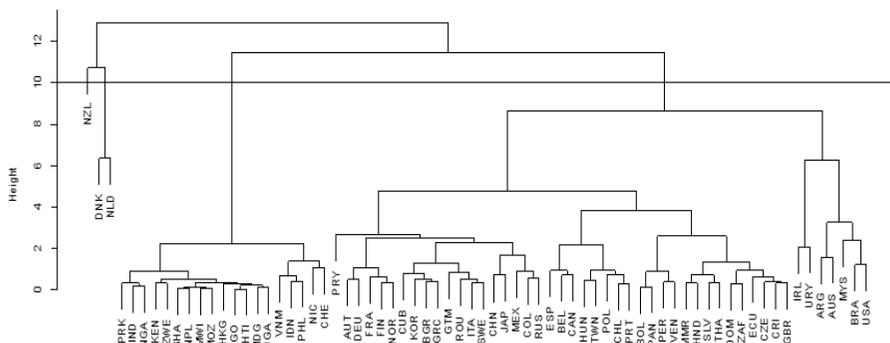
Nas variáveis da produção (Figuras 1 e 2), para o triénio 1961/62/63 constituíram-se grupos formados por 1, 5, 6 e 58 países, enquanto para o triénio 2011/12/13 os grupos apresentavam 1, 2, 19 e 48 países.

No triénio 1961/62/63 para o consumo (Figura 3) formaram-se grupos de 2, 4, 15 e 49 países. 50 anos mais tarde, os grupos tornam-se mais homogéneos, com 15, 15, 16 e 24 países.

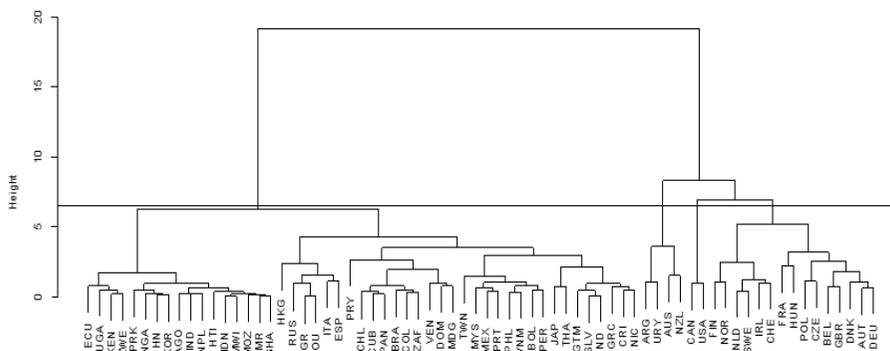
Utilizando a variável “*cluster*”, que indica o grupo a que cada país pertence como fator, obtiveram-se ANOVA resumidas para os cinco produtos. Para cada um destes cinco produtos recolheu-se a soma de quadrados entre os quatro grupos. Para cada triénio adicionaram-se as cinco somas assim obtidas, que foram registadas na segunda coluna da Tabela 1.



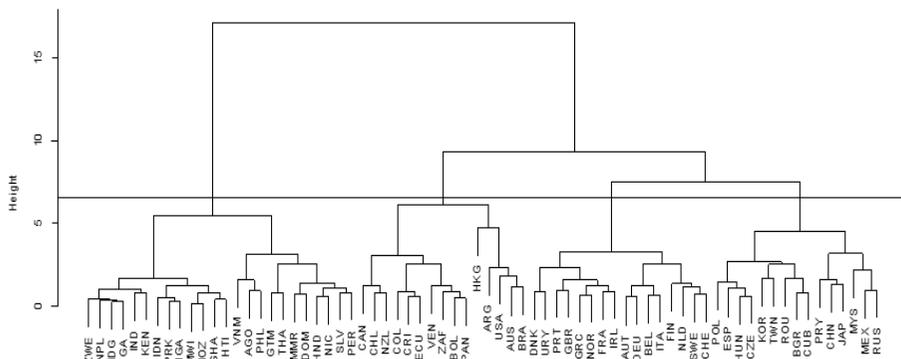
**Figura 1** – Dendrograma para a produção no triénio 1961/62/63



**Figura 2** – Dendrograma para a produção no triénio 2011/12/13



**Figura 3** – Dendrograma para o consumo no triénio 1961/62/63



**Figura 4** – Dendrograma para o consumo no triénio 2011/12/13

### 3.2 Análise Classificatória não Hierárquica – o Algoritmo das k-Médias

A Tabela 1 respeita aos 4 grupos para cada um dos triénios das variáveis da produção e do consumo. Como seria de esperar, a soma de quadrados entre os grupos é sempre superior na classificação não hierárquica que utiliza o algoritmo das k-médias.

**Tabela 1** - Comparação da Soma de Quadrados entre grupos (e da sua percentagem da Soma de Quadrados Total) para a Classificação Hierárquica e Não Hierárquica.

Dados	Classificação Hierárquica	Classificação Não Hierárquica
Produção 1961/62/63	237.032 (68.70%)	242.707 (70.35%)
Produção 2011/12/13	206.964 (59.99 %)	218.266 (63.27)
Consumo 1961/62/63	242.33 (70.24%)	250.282 (72.65)
Consumo 2011/12/13	218.093 (63.22 %)	228.90 (66.35%)

Conforme se observa na Tabela 2 relativa à produção, no triénio dos anos 60 as Carnes de Suíno e de Bovino eram claramente as que mais discriminavam, enquanto no triénio da corrente década só a Carne de Bovino mantém valor elevado. O Leite e a Carne de Aves são as que menos discriminam em qualquer dos triénios.

Na Tabela 3, com as mesmas variáveis e triénios mas ao nível do consumo, verifica-se que os valores F estão mais próximos entre si do que na produção, mas mantendo-se a Carne de Bovino, seguida da de Suíno, como as que mais discriminam no triénio 1961/62/63; no triénio mais recente destaca-se o Leite como variável com maior capacidade discriminante.

**Tabela 2** – Centros dos 4 grupos nas variáveis da produção nos dois triénios.

Triénio 1961/62/63	Grupos				Estatística F
	1	2	3	4	
Ovos	3.067	1.004	1.263	-0.481	46.889
Leite	2.846	1.866	0.638	-0.402	28.665
C. Bovino	1.420	3.135	0.148	-0.373	122.96
C. Suíno	6.482	0.171	0.911	-0.376	150.09
C. Aves	4.373	0.012	0.998	-0.341	26.964
Nº países	1	5	13	51	Total - SQR
SQR	0.000	28.149	38.404	35.740	102.293
Triénio 2011/12/13					
Ovos	2.626	0.233	-1.043	0.399	40.245
Leite	1.080	2.595	-0.348	-0.116	19.6
C. Bovino	0.004	3.636	-0.459	-0.106	115.92
C. Suíno	4.658	-0.077	-0.406	-0.002	47.182
C. Aves	1.624	0.834	-1.006	0.370	24.129
Nº países	2	4	22	42	Total - SQR
SQR	20.302	38.015	8.873	59.543	126.697

**Tabela 3** – Centros dos 4 grupos nas variáveis do consumo nos dois triénios.

Triénio 1961/62/63	Grupos				Estatística F
	1	2	3	4	
Ovos	1.448	0.853	0.770	-0.597	44.798
Leite	0.902	1.522	0.627	-0.608	50.293
C. Bovino	0.543	0.146	2.832	-0.468	84.945
C. Suíno	1.729	0.950	-0.045	-0.590	70.399
C. Aves	1.873	0.008	-0.038	-0.414	52.514
Nº de países	4	16	5	45	Total - SQR
SQR	9.642	33.527	12.484	39.065	94.718
Triénio 2011/12/13					
Ovos	-1.275	0.349	0.435	0.573	35.889
Leite	-0.941	0.393	-0.542	1.1811	76.31
C. Bovino	-0.869	1.711	-0.268	0.227	44.402
C. Suíno	-0.926	0.169	-0.265	1.010	29.223
C. Aves	-1.067	1.571	0.189	0.037	47.191
Nº de países	19	10	20	21	Total - SQR
SQR	15.404	27.526	44.142	29.026	116.098

Reportando ao triénio 1961/62/63 das variáveis da produção, o grupo 1 é caracterizado por valores muito acima da média em todas as variáveis e é formado apenas pela Dinamarca, conforme se observa na Tabela 4 (1ª posição na produção por habitante em Carne de Suíno e de Aves, 2ª posição em Leite e Ovos e 7ª em

Carne de Bovino). Em oposição está o grupo 4, com valores abaixo da média em todas as variáveis e constituído pela grande maioria dos países (51). O grupo 2, com valores elevados na Carne de Bovino e acima da média nas restantes, pode designar-se por países onde a produção de bovinos tem grande destaque (Argentina, Austrália, Irlanda, Nova Zelândia e Uruguai). O grupo 3 pode considerar-se como os médios produtores (relembra-se que o valor da produção utilizado neste trabalho está indexado ao número de habitantes do país), onde surgem os Estados Unidos da América, Canadá e um conjunto de países europeus, entre os quais a França, Alemanha e Reino Unido.

**Tabela 4** – Países que integram os grupos da produção no triénio 1961/62/63

Grupo	Países
1	DNK
2	ARG, AUS, IRL, NZL, URY,
3	AUT, CAN, FIN, FRA, DEU, HUN, NLD, POL, SUE, GBR, USA, CZE
4	Todos os restantes 51 países

Cinquenta anos depois (ver Tabela 5), o grupo 1, onde a Holanda se juntou à Dinamarca, mantém-se com grande destaque na produção de Carne de Suíno e Aves e de Ovos, surgindo um grupo 2 associado a grandes produtores de Carne de Bovino e Leite. O grupo 4 deixou de ser o grupo com menor produção, podendo dizer-se que engloba os pequenos/médios produtores e os muito pequenos produtores constituem o grupo 3.

Na análise por países mantem-se relativa semelhança entre os dois primeiros grupos, com a particularidade de a Holanda ter transitado do Grupo 3 para o Grupo 1 e a Argentina ter passado de grande produtor de carne de bovino para médio produtor. O número de países que se consideram pequenos/médios produtores manteve-se inalterado (64), no entanto formou-se um grupo de 22 países maioritariamente africanos e asiáticos (Grupo 3), com níveis de produção muito baixos, que pouco evoluíram nos últimos 50 anos.

**Tabela 5** – Países que integram os grupos da produção no triénio 2011/12/13

Grupo	Países
1	DNK, NLD
2	AUS, IRL, NZL, URY
3	AGO, CUB, GHA, GRC, HTI, HND, HGK, IND, IDN, KEN, PRK, MDG, MWI, MOZ, NPL, NIC, NGA, PHL, ZWE, CHE, UGA, VNM
4	Todos os restantes 42 países

A Tabela 6 apresenta os grupos de países referente à década de 60 para as variáveis do consumo. O grupo 1 caracteriza-se pelos valores mais elevados em carne de suíno e de aves e em ovos, podendo designar-se por grandes consumidores (USA, Canadá, vários países europeus e Hong Kong). O grupo 3 representa os grandes consumidores de carne de bovino e o grupo 2 (todos países europeus) está sobretudo associado ao consumo de leite. O grupo 4, integrando a grande maioria dos países (45), representa os pequenos e muito pequenos consumidores.

**Tabela 6** – Países que integram os grupos do consumo para o triénio 1961/12/13

Grupo	Países
1	CAN, FRA, HUN, USA
2	AUT, BEL DNK, DEU, FIN, GBR, HKG, IRL, ITA, NLD, NOR, POL, SWE, CHE, RUS, CZE
3	ARG, AUS, NZL, PRY, URY
4	Todos os restantes 45 países

Cinquenta anos depois alterou-se o panorama no consumo, conforme se constata na Tabela 7. Passaram a existir dois grupos de grandes consumidores num total de 31 países (grupos 2 e 4) e dois grupos de pequenos consumidores num total de 39 países (grupos 1 e 3).

Os grandes consumidores de carne de bovino são também grandes consumidores de carne de aves (grupo 2 com 10 países onde se incluem o Canadá, USA, Brasil, Argentina, Austrália, Nova Zelândia) e os grandes consumidores de carne de suíno são também grandes consumidores de leite (grupo 4, constituído praticamente só por países europeus).

Nos países com menores consumos por habitante, constituindo o grupo 1 (19 países predominantemente africanos e asiáticos), destaca-se pelo muito baixo consumo. Verifica-se que muitos países integram simultaneamente o grupo mais fraco quer da produção, quer do consumo.

**Tabela 7** – Países que integram os grupos do consumo para o triénio 2011/12/13

Grupo	Países
1	AGO, GHA, HTI, HND, IND, IDN, KEN, PRK, MDG, MWI, MOZ, NPL, NIC, NGA, PER, PHL, ZWE, UGA, VNM
2	ARG, AUS, BRA, CAN, CHL, HKG, NZL, USA, URY, VEN
3	BOL, BGR, MMR, CHL, CHN, COL, CRI, CUB, DOM, ECU, SLV, GTM, JAP, KOR, MYS, MEX, PAN, PRY, ZAF, TWN, THA
4	Todos os restantes 21 países

## 4. Conclusões

Nos últimos 50 anos observa-se que os países com maior quantidade de produção relativamente à sua dimensão demográfica registaram também os maiores consumos anuais *per capita*, sobretudo nos produtos onde são mais especializados.

Quanto aos grupos de países, no triénio 1961/62/63 surge, quer na produção, quer no consumo, um grande grupo com registos muito baixos (51 países na produção e 45 no consumo), que se contrapunha aos restantes 3 grupos com valores praticamente todos positivos.

Passados 50 anos, a composição dos grupos alterou-se, reduzindo-se a dimensão do grupo de muito baixo nível de produção e de consumo (na produção passou para 22 e no consumo para 19), o que mostra que um número considerável de países promoveu inovações estruturais e tecnológicas nos seus sistemas de produção agropecuária e que o poder de compra das famílias também permitiu incrementar o consumo de alimentos de origem animal.

Três notas complementares:

- Os padrões de consumo, referentes ao triénio 2011/12/13, dos grupos de países 2, 4 e mesmo parcialmente do 3, estão muito acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde para este tipo de alimentos;
- Manter o “hábito” já instalado de consumos excessivos obriga a produzir intensivamente e ao menor custo possível, com as consequentes externalidades negativas e seus efeitos no ambiente e nos territórios;
- O grupo de países que nos últimos anos ainda se caracteriza por muito baixos níveis de produção e de consumo, também na maioria deles se registam carências alimentares graves, pelo que seria conveniente que a resolução deste problema não passasse pelo aumento sistemático do consumo de produtos de origem animal.

## Referências

### Livros:

- GOLUB, G. & VAN LOAN, C. (1996). *Matrix Computations*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. (2002). (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4nd Edition, Prentice-Hall, New Jersey.

### Artigos:

- CADIMA, J., CERDEIRA, J. O. & MINHOTO, M. (2004). Computational aspects of algorithms for variable selection in the context of principal components. *Computational Statistics & Data Analysis*, 47, 225-236.
- HARTIGAN, J. A. & WONG, M. A. (1979). A K-means clustering algorithm. *Applied Statistics* **28**, 100–108.

RAMSEY, J. O., TEN BERGE, J. & STYAN, G. P. H. (1984). Matrix correlation. *Psychometrica*. 49(3), 403-423.

Endereços de Web:

Food and Agriculture Organization of the U.N. (FAO). Databases Production Livestock Primary and Food Balance, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> and <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS> (acedido em Outubro 2017).

R Development Core Team (2012), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-9300051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

ANEXO I – LISTA DE PAÍSES, COM CÓDIGO DE 3 LETRAS

AGO-Angola, ARG-Argentina, AUS-Austrália, AUT-Áustria, BEL-Bélgica, BGR-Bulgária, BOL-Bolívia, BRA-Brasil, CAN-Canadá, CHE-Suíça, CHL-Chile, CHN-China, COL-Colômbia, CRI-Costa Rica, CUB-Cuba, CZE-República Checa (em 1961-2-3 Checoslováquia), DEU-Alemanha, DNK-Dinamarca, DOM-República Dominicana, ECU-Ecuador, ESP-Espanha, FIN-Finlândia, FRA-França, GBR-Reino Unido, GHA-Gana, GRC-Grécia, GTM-Guatemala, HKG-Hong-Kong, HND-Honduras, HTI-Haiti, HUN-Hungria, IDN-Indonésia, IND-Índia, IRL-Irlanda, ITA-Itália, JAP-Japão, KEN-Quênia, KOR-Coreia do Sul, MDG-Madagascar, MEX-México, MMR-Myanmar, MOZ-Moçambique, MWI-Malawi, MYS-Malásia, NGA-Nigéria, NIC-Nicarágua, NLD-Holanda, NOR-Noruega, NPL-Nepal, NZL-Nova Zelândia, PAN-Panamá, PER-Perú, PHL-Filipinas, POL-Polónia, PRK-Coreia do Norte, PRT-Portugal, PRY-Paraguai, ROU-Roménia, RUS-Rússia (em 1961-2-3 URSS), SLV-El Salvador, SWE-Suécia, THA-Tailândia, TWN-Taiwan, UGA-Uganda, URY-Uruguai, USA-Estados Unidos da América, VEM-Venezuela, VNM-Vietnam, ZAF-África do Sul, ZWE-Zimbabué