



**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE  
SÃO PAULO**  
Faculdade de Economia, Administração,  
Contabilidade e Atuariais

**COMPARAÇÃO DO NOVO INDICADOR DE RIQUEZA  
INCLUSIVA-IRI E OS INDICADORES DE  
DESENVOLVIMENTO HUMANO-HDR**

**Aluno: Afonso Carlos Braga**  
**Prof. Arnoldo José de Hoyos Guevara**

**1º Semestre 2012**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo efetuar uma análise através dos métodos “Árvores de Classificação” de alguns indicadores levantados pelo *Human Development Report Office* (HDRO), cuja missão é promover o desenvolvimento humano, agregando dois novos indicadores apresentados publicamente dia 18/jun/2012 no encontro Global Rio+20. Esse indicadores são o Índice de Riqueza Inclusiva (IRI) e o IRI per capita. Para esse trabalho os índices serão comparados entre os 20 Países cujos dados do IRI foram disponibilizados para o público em geral. A base de dados com mais países ainda não foi divulgada pelo PNUMA, órgão que faz o levantamento global desse novo índice. O software estatístico utilizado é o **MINITAB**.

## 2. ENTENDENDO OS DADOS

Os dados são referentes aos anos entre 2008 e 2011. As variáveis são na sua maioria indicadores de nível de renda, nível de saúde, investimento em saúde, etc. que normalmente são utilizados para explicar e ordenar os Países de acordo com suas *performances* individuais, agregados da qualidade de governança de cada país. O IDH (Índice de Desenvolvimento da Humanidade) é um dos mais conhecidos desses índices, sendo composto por 3 outros índices. Por fim, a novidade é o IRI, que propõe integrar aspectos sociais e ambientais ao desempenho das nações. O objetivo do PNUMA é soltar esse indicador a cada 2 anos e a intenção é que gradualmente passe a ser adotado como referência pois tende a ser mais completo do que o Produto Interno Bruto (PIB) e o IDH.

Um total de 8 índices e 20 países de 4 grandes regiões do planeta (Europa, Américas, Europa e Ásia) foram selecionados para essa análise.

### 2.1 Os Indivíduos

Os indivíduos desta análise são os 20 países selecionados para a divulgação do novo índice, o IRI.

### 2.2 As Variáveis

São 8 as variáveis desta pesquisa, além do nome dos países, detalhadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** As Variáveis

Variável	Significado	Tipo	Unidade de Medida
País	É o nome do país ou regiões	Variável Categórica	N/A
Índice de Educação ( <i>Education Index</i> )	Um dos três índices em que o Índice de Desenvolvimento Humano é construído. Baseia-se na média de anos de escolaridade (de adultos) e o anos de escolaridade esperado das crianças.	Variável Quantitativa	Índice
Expectativa de Vida ou Índice de Saúde ( <i>Health</i> )	Expectativa de vida ao nascer expressa como um índice usando um valor mínimo de 20 anos, e observaram valor máximo sobre 1980-2010.	Variável Quantitativa	Índice

<i>Index)</i>			
Investimento Público em Saúde ( <i>Public Expenditure on health - % of GDP</i> )	Despesas de saúde pública consiste nos gastos correntes e de capital do governo, orçamentos, empréstimos externos, subsídios sociais e fundos de seguro de saúde – calculado em % do PIB.	Variável Quantitativa	%
Índice de Desenvolvimento Humano ( <i>Human Development Index - HDI</i> ), 2009	Um índice composto que mede desempenho médio em três dimensões básicas do desenvolvimento humano - uma vida longa e saudável, conhecimento e um padrão de vida decente.	Variável Quantitativa	Índice
PIB per capita em termos de PPP ( <i>GDP per capita</i> ) - 2005, em US\$	Soma do valor adicionado por todos os produtores residentes na economia mais os impostos de produtos (menos subsídios) não incluídos na valoração da produção, calculado sem deduções para depreciação de bens de capital fabricados ou para a exaustão e degradação dos recursos naturais. Quando expressa em paridade de poder aquisitivo (PPP) US\$ termos, ele é convertido para dólares internacionais, usando as taxas de PPP. Um dólar internacional tem o mesmo poder de compra sobre o PIB que o dólar EUA tem nos Estados Unidos.	Variável Quantitativa	US\$
Pegada Ecológica de Consumo ( <i>ecological footprint of consumption</i> ) - hectares per capita, 2007	Quantidade de terra biologicamente produtiva e área marítima que um país necessita para produzir os recursos que consome e para absorver os resíduos que gera - Fonte: Global Footprint Network (2010).	Variável Quantitativa	Índice
Emissões de dióxido de carbono per capita (toneladas)	Emissões de dióxido de carbono resultantes da queima de combustíveis fósseis, queima de gás e a produção de cimento gerado pelo homem, dividido pela população no meio do ano.	Variável Quantitativa	Toneladas
Índice de Riqueza Inclusiva – IRI ( <i>Inclusive Wealth Index – IWI</i> ), 2011	Esse índice é calculado como uma função que leva em consideração o cálculo do capital natural (NC) e o cálculo do capital humano (HC) de cada país. Idealmente o cálculo do capital social (SC) deveria também entrar, porém ainda não há base empírica suficiente.	Variável Quantitativa	Índice

## 2.3 A Tabela de Dados

**Tabela 2**

Country	Region	Education	Health Exp.	GDP per capita	HDI	Health index	Ecol Footprint	CO2	IRI
Kenya	Africa	0,58	2,00	1.428,00	0,51	0,58	1,10	0,30	2,85
Nigeria	Africa	0,44	1,70	2.001,00	0,45	0,50	1,40	0,60	0,53
South Africa	Africa	0,71	3,60	9.333,00	0,62	0,51	2,30	8,80	1,57
Brazil	Americas	0,66	3,50	9.414,00	0,72	0,84	2,90	2,10	2,30
Canada	Americas	0,93	7,10	34.567,00	0,91	0,96	7,00	16,40	1,41
Chile	Americas	0,80	3,70	13.057,00	0,80	0,93	3,20	4,40	2,56
Colombia	Americas	0,67	5,10	8.136,00	0,71	0,84	1,90	1,50	1,62
Ecuador	Americas	0,69	2,30	7.508,00	0,72	0,88	1,90	2,00	2,14
USA	Americas	0,94	7,10	41.761,00	0,91	0,92	8,00	17,30	1,74
Venezuela	Americas	0,69	2,70	11.190,00	0,73	0,86	2,90	6,00	1,70
China	Asia	0,62	1,90	6.200,00	0,68	0,84	2,20	5,20	2,92
India	Asia	0,45	1,10	2.993,00	0,54	0,71	0,90	1,50	2,66
Japan	Asia	0,88	6,50	29.692,00	0,90	1,00	4,70	9,50	1,10
Saudi Arabia	Asia	0,69	2,70	21.321,00	0,77	0,85	5,10	17,20	1,57
Australia	Asia	0,98	6,00	34.259,00	0,88	0,93	6,80	19,00	1,41
France	Europe	0,87	8,70	29.578,00	0,88	0,97	5,00	6,10	1,95
Germany	Europe	0,93	8,00	32.255,00	0,90	0,95	5,10	9,60	2,06
Norway	Europe	0,99	7,50	47.676,00	0,94	0,96	5,60	10,50	1,33
Russia	Europe	0,78	3,50	13.611,00	0,75	0,76	4,40	12,10	- 0,50
UK	Europe	0,82	6,90	32.147,00	0,86	0,95	4,90	8,50	1,26

## 2.4 Fonte de Dados

Os dados do IRI foram publicados no jornal O Estado de São Paulo, dia 18/jun/2012, no caderno especial que divulgou as principais novidades do encontro Rio+20. Todos os demais dados desta pesquisa foram obtidos em: <http://hdr.undp.org><sup>1</sup>.

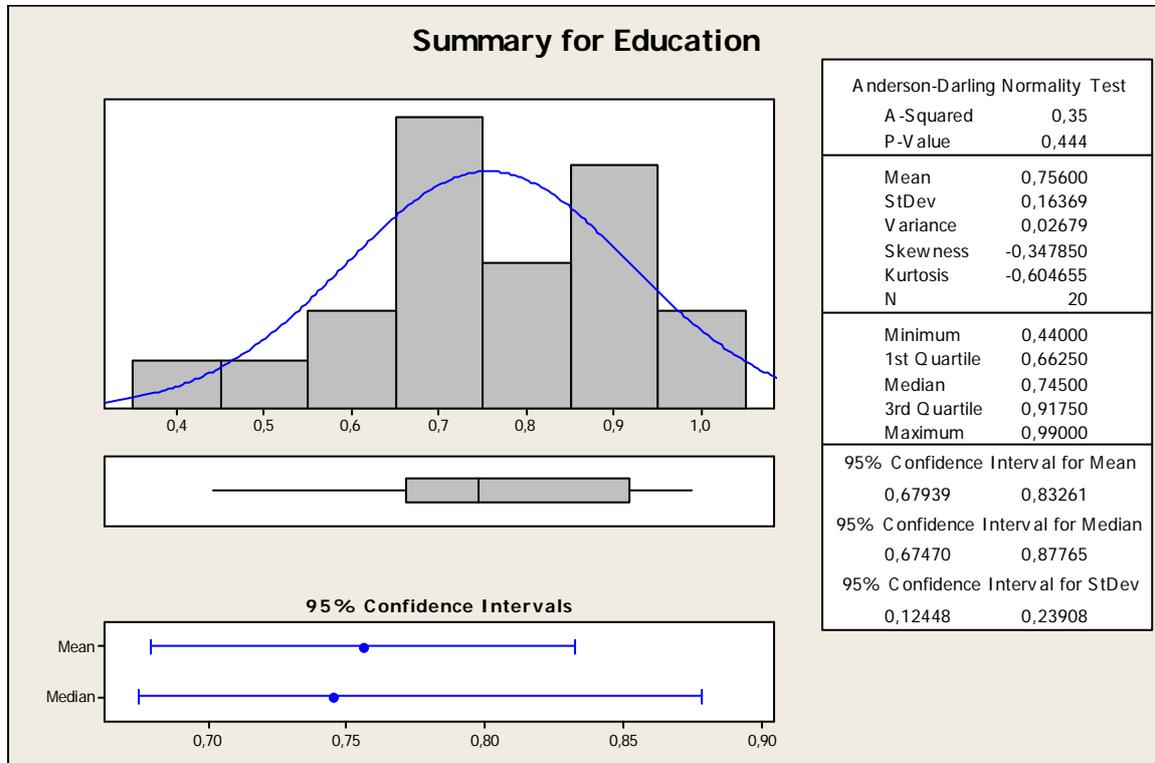
## 3. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

O nosso objetivo neste trabalho é avaliar como esse novo índice se comporta em comparação com os demais índices habitualmente usados para identificar e ordenar os Países em alguns aspectos econômicos (PIB e RNB) e sociais (IDH, Índice de Saúde, etc.). Para começar vamos entender cada uma das variáveis observando o formato da curva e testar sua normalidade observando o Intervalo de Confiança, Média, Mediana, Mínimos e Máximos e Desvio-Padrão.

<sup>1</sup> Fonte: <http://hdr.undp.org> acessado dia 11/06/2012, 11:00 AM

### 3.1 Variável Independente: Índice de Educação (*Education Index*)

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:



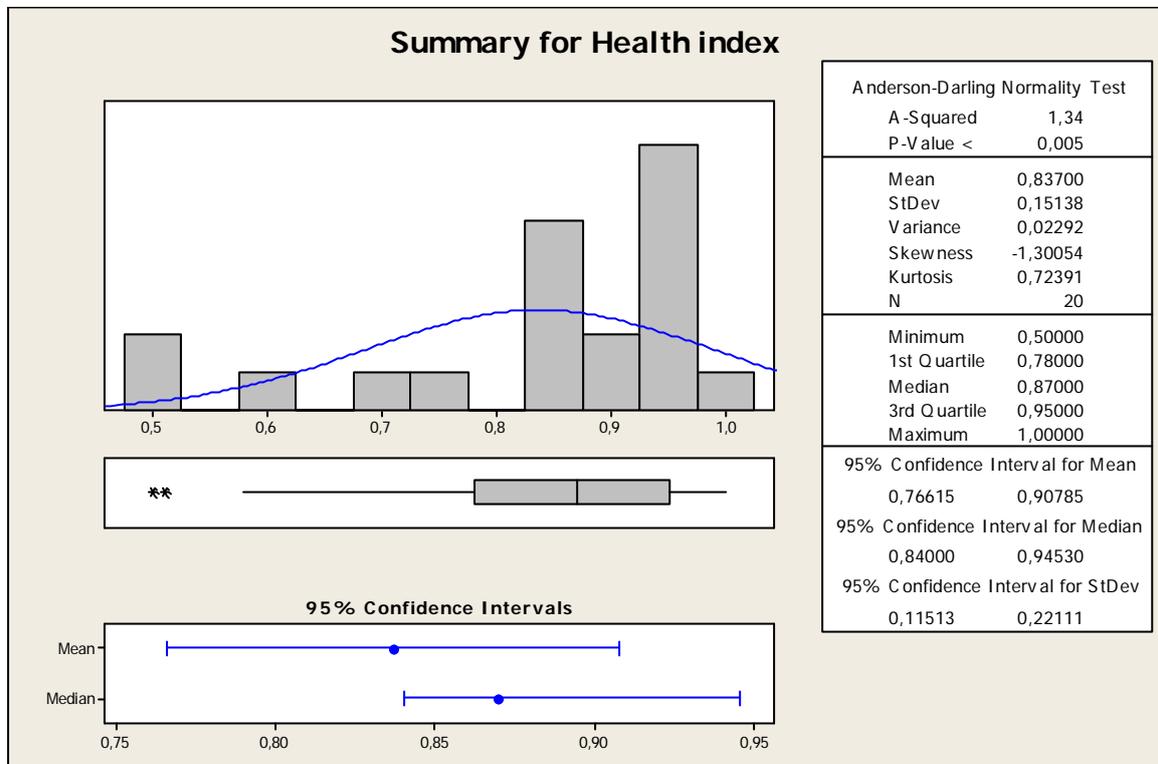
As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma já nos passa essa impressão, mas é o P-Value do teste de Anderson DarLing comprova que se trata de uma curva normal. Importante ressaltar que a base de países é muito pequena, o que ajuda a se obter um resultado positivo.
- **Valores Atípicos:** não foram detectados valores atípicos.
- **Centro e Dispersão:** A mediana (0,75) está praticamente igual à média (0,76). É possível notar uma boa concentração de resultados entre 0,66 (1º quartil) e 0,92 (3º quartil). Muito provavelmente se tivéssemos uma base maior de países (ou até total), média e mediana tenderiam a ser caracterizadas por índices menores, já que a maioria das nações do planeta são mais pobres que os 20 países da tabela 1.

*Obs. Importante:* o comentário sobre o tamanho da base dos países e a tendência de médias e medianas estarem acima do esperado se repetirá para todos os demais indicadores analisados, portanto não será repetida essa análise para os próximos blocos.

### 3.2 Variável Independente: Expectativa de Vida (*Health Index*)

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

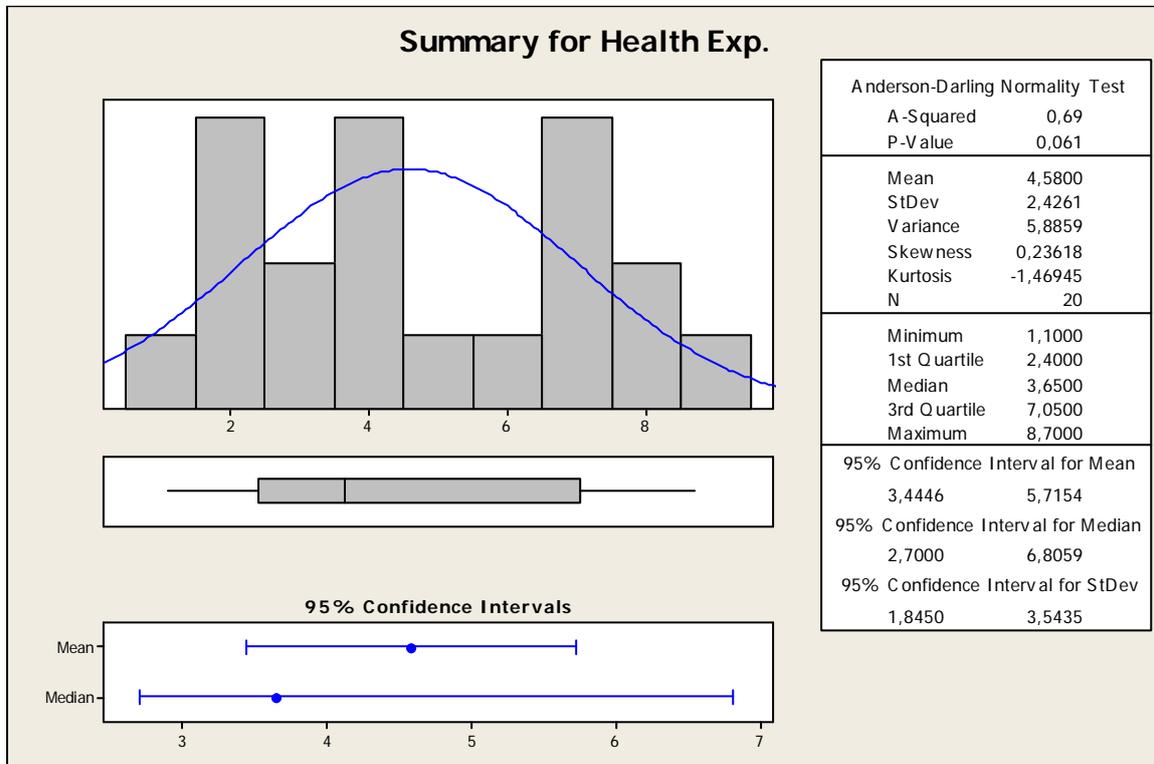


As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma já sugere que não se trata de uma distribuição simétrica, o que é comprovado pelo baixo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing.
- **Valores Atípicos:** como a base é pequena é difícil detectar valores atípicos, mas os 3 países Africanos, com índices na ordem de 0,50, aparecem marcados com “\*\*” no gráfico.
- **Centro e Dispersão:** A mediana (0,87) está razoavelmtne próxima da média (0,84), mas é possível se notar uma tendência de acúmulo de dados o 2º quartil para frente.

### 3.3 Variável Independente: INVESTIMENTO EM SAÚDE PÚBLICA (*Expenditure in Health*)

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

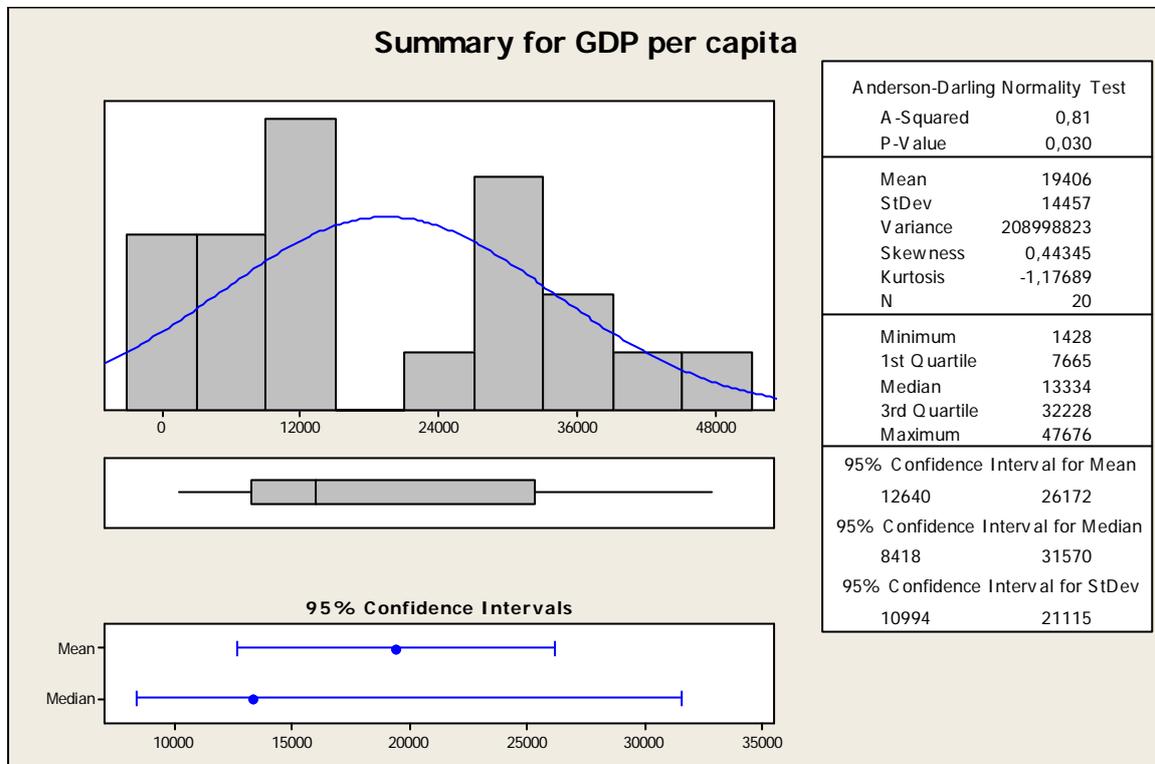


As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma não passa claramente a impressão de que se trata de uma distribuição simétrica, curva normal, o que só pode ser comprovado pelo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing.
- **Valores Atípicos:** não foi possível detectar valores atípicos.
- **Centro e Dispersão:** o histograma indica que existem 3 faixas de concentração de investimento em saúde (em % do PIB): 2%, 4% e 7%. Por ser uma curva normal o fato é que há uma grande dispersão dos dados, ou seja, 50% dos índices estão entre 2,40% (1º quartil) e 7,05% (3º quartil). O problema é que o índice é %, o que quer dizer que os países mais pobres, cujo PIB é bem menor, proporcionalmente investem **muito** menos em valores absolutos quando comparados com os países mais ricos. Conclusão: quem sofre mais com isso são as populações carentes dos países menos desenvolvidos.

### 3.4 Variável Independente: PIB PER CAPITA

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

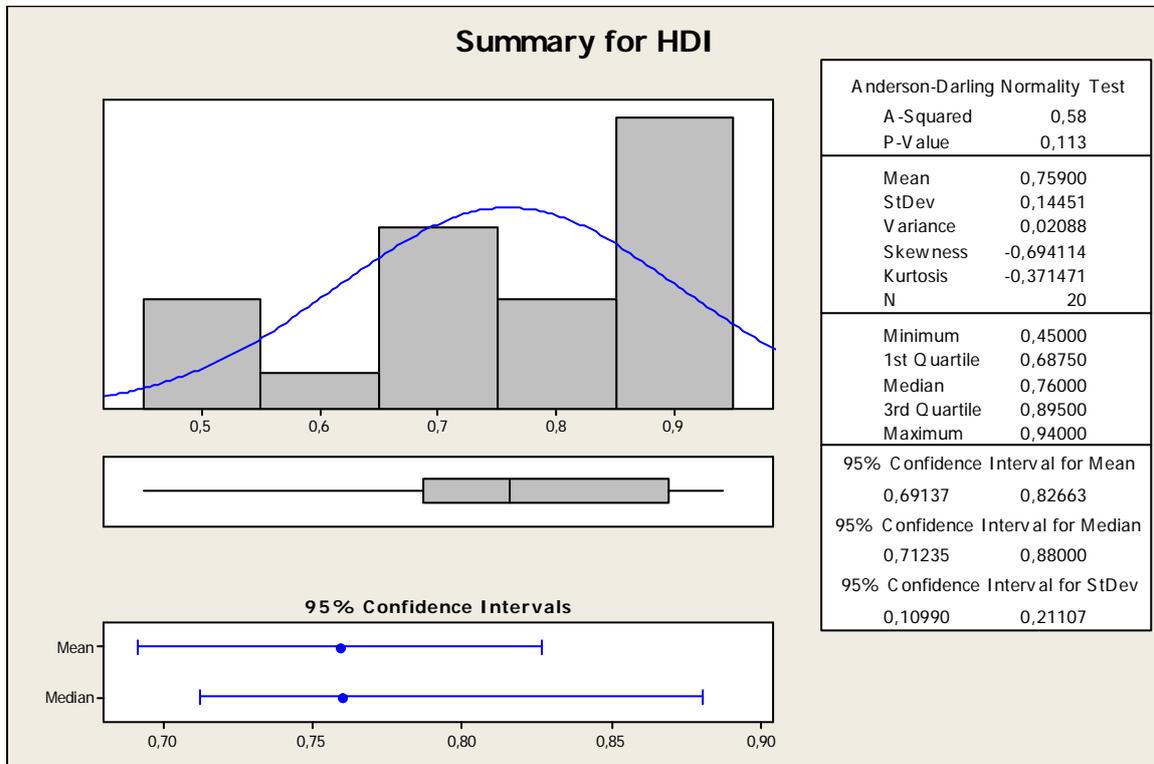


As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** Aqui também o histograma não passa a impressão de que se trata de uma distribuição simétrica, curva normal, o que só pode ser comprovado pelo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing.
- **Valores Atípicos:** não existem valores atípicos, mas em virtude da base reduzida, aparecem 2 blocos – abaixo de US 12 mil/capita e acima de US\$ 24 mil/capita.
- **Centro e Dispersão:** A média (US\$ 19.046/capita) e a mediana (US\$ 13.334/capita) até que não estão muito distantes uma da outra, mas o visual dos blocos demonstra melhor a realidade da desigualdade de distribuição de renda do Mundo. São muitos países com baixíssima renda e poucos com muita renda, estes levando a média para cima.

### 3.5 Variável Independente: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (*Human Development Index*)

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

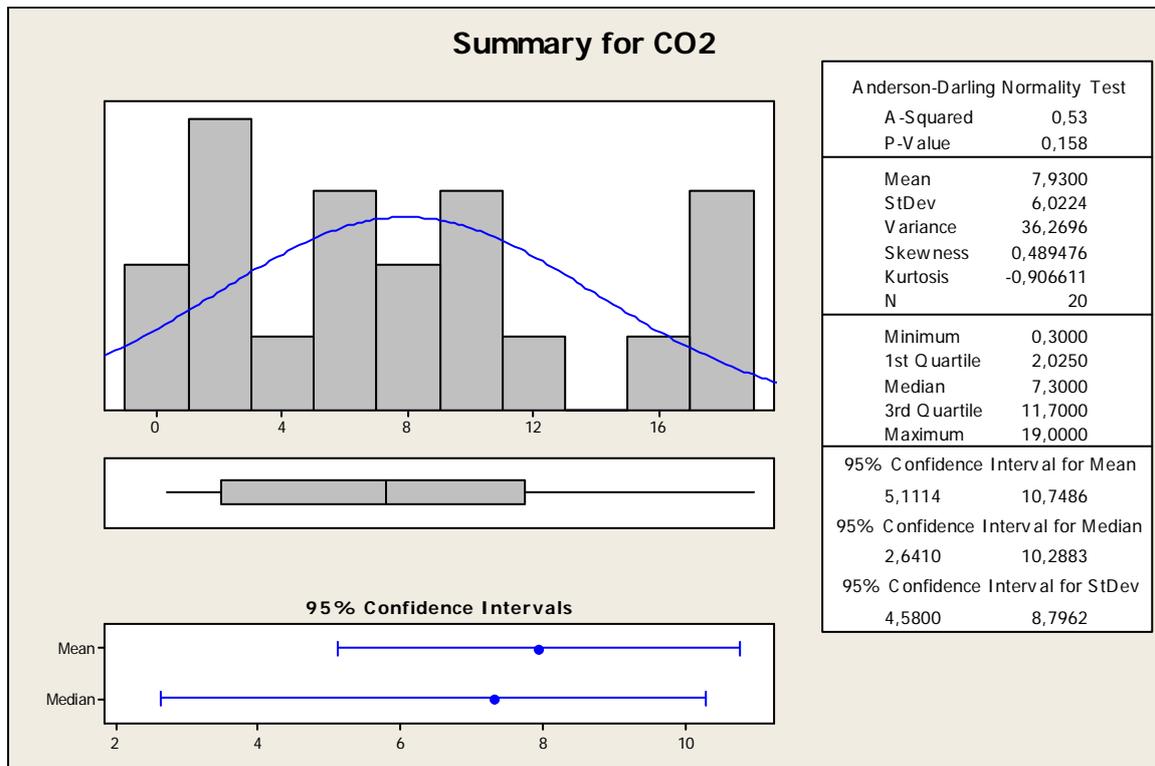


As principais observações que podemos fazer são:

- Forma: O Histograma não passa claramente a impressão de que se trata de uma distribuição simétrica, curva normal, o que só pode ser comprovado pelo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing.
- Valores Atípicos: não foram detectados valores atípicos.
- Centro e Dispersão: num primeiro olhar tem-se a impressão que há uma certa concentração entre 0,69 (1º quartil) e 0,89 (3º quartil), com a média quase igual à mediana. Infelizmente isso é fruto da base pequena de 20 países. Muito possivelmente, se tivéssemos os 180 países no estudo, esse índice apresentaria uma cauda mais longa do lado esquerdo. Para criarmos uma certa sensibilidade ao índice, vamos tomar como referênica nosso país, o **BRASIL**, cujo IDH é 0,57. Em comparação com o restante do planeta nosso País não oferece as melhores condições de ensino, saúde e qualidade de vida (que compõe o índice), porém ainda tem muita nação com situação ainda pior do que a nossa. Daí pode-se inferir que tenha uma cauda longa para a esquerda e talvez nem seja uma curva normal.

### 3.6 Variável Independente: EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO – CO<sub>2</sub>/capita

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

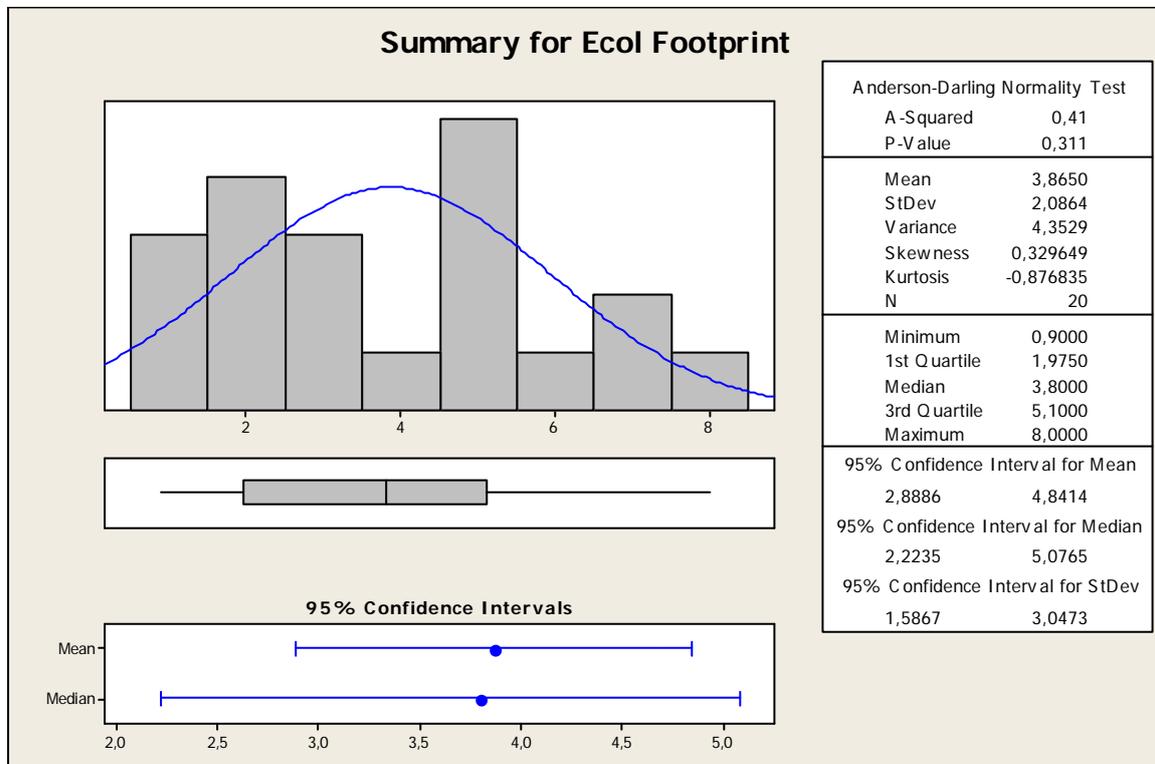


Muito parecido com a variável anterior, as principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma já passa a impressão de que se trata de uma distribuição simétrica, o que é comprovado pelo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing.
- **Valores Atípicos:** não foram detectados valores atípicos.
- **Centro e Dispersão:** a maior concentração de dados está entre os índices 2 ton/capita (1º Quartil) e 12 ton/capita (3º Quartil), demonstrando que há uma grande disparidade de emissão de gases de carbono entre os países. O fato de termos apenas 20 nações na amostra possivelmente amplifica essa percepção. A média 7,9 ton/capita e mediana 7,3 ton/capita estão até que próximas.

### 3.7 Variável Independente: PEGADA ECOLÓGICA

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

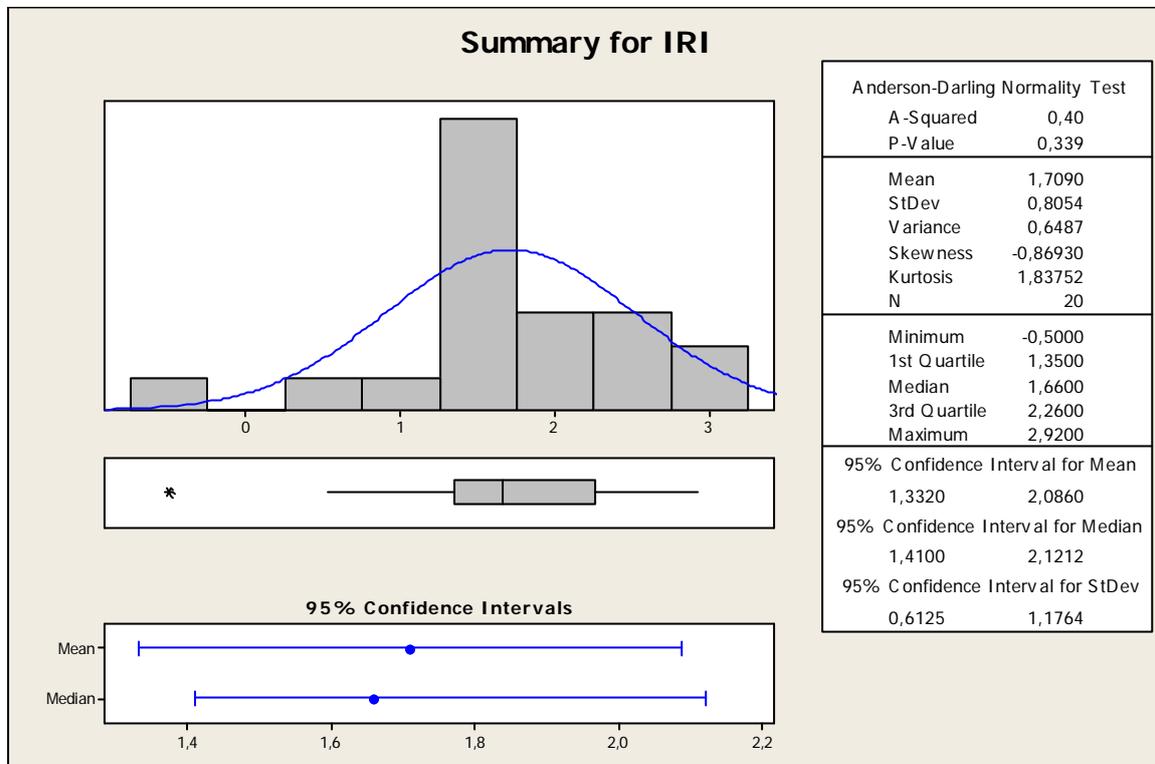


As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma já passa a impressão que é uma curva normal, comprovado pelo valor do P-Value do teste de Anderson DarLing. O curioso desse indicador é que a simples divisão pelo índice de crescimento populacional, aparentemente, ajude a definir tão claramente o comportamento da variável. Com uma base maior de países será possível melhorar essa análise.
- **Valores Atípicos:** não foram observados valores atípicos.
- **Centro e Dispersão:** a maior concentração de dados está entre os índices 1,98 (1º Quartil) e 5,10 (3º Quartil), com média e mediana bem próximas, na casa de 3,85.

### 3.8 Variável Independente: ÍNDICE DE RIQUEZA INCLUSIVA (IRI)

Segue abaixo o resumo exploratório desta variável:

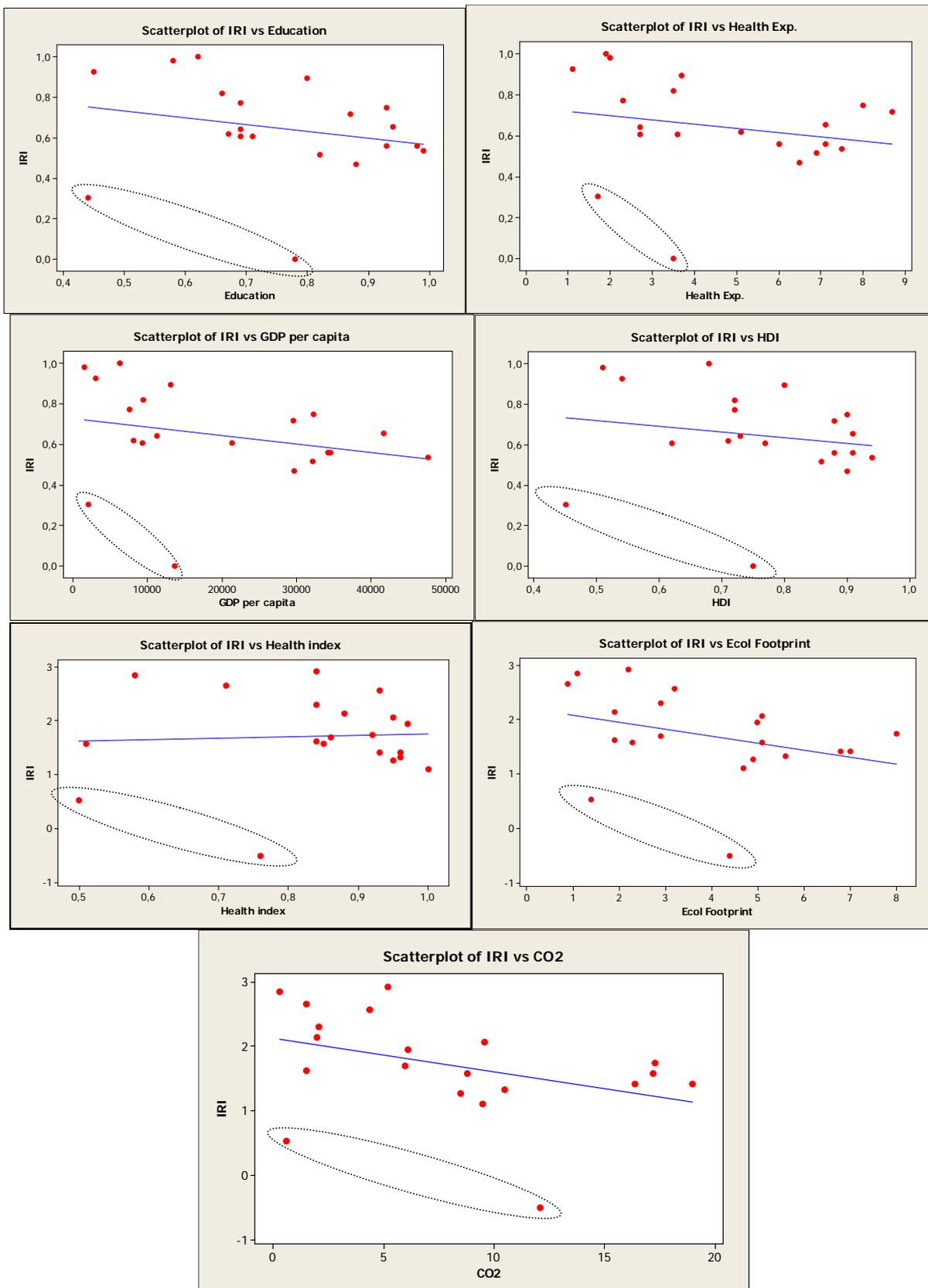


As principais observações que podemos fazer são:

- **Forma:** O Histograma não passa claramente a impressão de que se trata de uma distribuição simétrica, mas o teste de Anderson DarLing comprova pelo valor do P-Value acima de 0,050 que se trata de uma curva normal.
- **Valores Atípicos:** foi possível detectar um valores atípicos, que é a Rússia, cujo IRI é até negativo (-0,5), pior até que muitos países mais pobres (base PIB). Pelo novo índice isso quer dizer que os recursos naturais na Rússia são limitados ou já foram muito explorados (capital natural baixo) e também não tem bom capital humano. Esse é um país que precisa de uma análise mais profunda para não se fazer afirmações pouco embasadas.
- **Centro e Dispersão:** há uma boa concentração de Países com índices entre 1,35 (1º quartil) e 2,26 (3º quartil). Média e mediana estão próximas, mas o problema é que ainda não se tem muita ‘sensibilidade’ para compreender o que o índice representa simplesmente olhando o gráfico e esse dados iniciais. Esse na verdade é o objetivo desse estudo como um todo.

### 4. GRÁFICOS DE DISPERSÃO, CORRELAÇÕES E DENDOGRAMAS

Analisaremos os gráficos de dispersão, sempre tendo no eixo Y a variável dependente: IRI.



Uma breve análise dos gráficos da página anterior nos mostra que:

**Direção:** As dispersões acima não nos permitem verificar visualmente um padrão linear na maioria dos gráficos, daí a necessidade de incluir uma linha de regressão (automático no Minitab). Assim é possível se notar que há uma relação inversa, ao menos de evidência visual, com todos os indicadores habituais, menos no caso do IRI x *Health Index*, que aparentemente é indiferente.

**Intensidade:** A intensidade de uma relação linear é mais facilmente observada mediante o cálculo de índices de correlação, que veremos mais adiante. Alguns gráficos acima parecem indicar a existência de relações lineares.

**Forma:** De maneira visual apenas, os gráficos acima parecem denotar forma linear decrescente, menos para o *Health Index*. Importante observar os 2 pontos destacados em todos os gráficos (Rússia e Nigéria) que, por serem *outliers*, podem comprometer alguns cálculos de correlação e de regressão, caso venhamos a criar modelos mais adiante.

Começando pela matriz de correlação abaixo, podemos tirar conclusões mais precisas sobre a associação entre as variáveis:

---

**Correlations: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health index; ...**

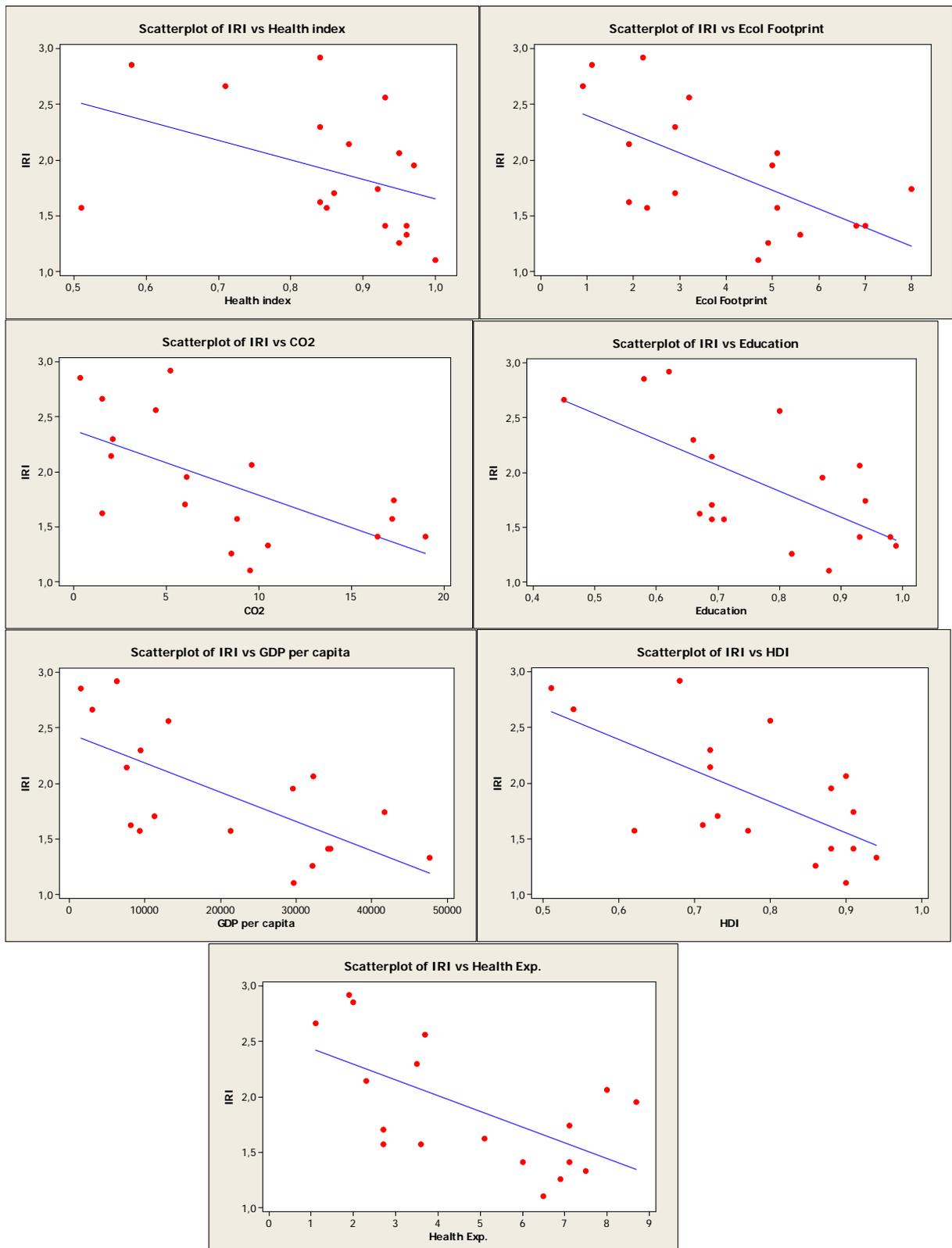
	Education	Health Exp.	GDP/capita	HDI	HealthInd	Ecoprint	CO2
Health Exp.	0,873 0,000						
GDP per capita	0,908 0,000	0,882 0,000					
HDI	0,945 0,000	0,856 0,000	0,900 0,000				
Health index	0,744 0,000	0,680 0,001	0,708 0,000	0,900 0,000			
Ecol Footprint	0,880 0,000	0,780 0,000	0,920 0,000	0,867 0,000	0,663 0,001		
CO2	0,722 0,000	0,510 0,022	0,745 0,000	0,678 0,001	0,434 0,056	0,894 0,000	
IRI	-0,231 0,327	-0,214 0,365	-0,258 0,272	-0,174 0,464	0,049 0,839	-0,333 0,151	-0,392 0,088

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

---

Conforme havia sido antecipado pela análise visual do *scatter plot*, foi comprovado que estatisticamente o IRI não tem qualquer correlação com os outros índices. Esses sim tem algum tipo de correlação entre si. Portanto, para prosseguir no estudo vamos primeiro eliminar Rússia e Nigéria da tabela para ver como os gráficos se comportam.

Ná página seguinte veremos os gráficos de dispersão (o eixo Y a terá a variável dependente: IRI).



Como foi possível visualizar, não é mais evidente a existência de outliers, então vamos rodar novamente o Minitab para verificar se agora há correlação com o IRI.

---

**Correlations: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health index; ...**

	Education	Health Exp.	GDP/capita	HDI	HealthInd	Ecoprint	CO2
Health Exp.	0,881 0,000						
GDP per capita	0,920 0,000	0,870 0,000					
HDI	0,932 0,000	0,864 0,000	0,915 0,000				
Health index	0,679 0,002	0,645 0,004	0,680 0,002	0,871 0,000			
Ecol Footprint	0,882 0,000	0,774 0,000	0,926 0,000	0,881 0,000	0,652 0,003		
CO2	0,700 0,001	0,497 0,036	0,754 0,000	0,661 0,003	0,385 0,114	0,889 0,000	
IRI	-0,644 0,004	-0,617 0,006	-0,678 0,002	-0,654 0,003	-0,413 0,088	-0,626 0,005	-0,625 0,006

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

---

Pelo cálculo acima nota-se que, ao eliminar os dois países que estavam gerando pontos discrepantes, confirma-se a hipótese que não é estatisticamente comprovável que não há correlação entre os índices. Podemos então continuar o estudo para compreender como o novo índice IRI se comporta.

Porém, como temos apenas 20 países na base de dados, não é recomendável simplesmente eliminar esses dois países do estudo. Assim sendo, vamos rodar a fórmula da regressão, calcular manualmente o valor que o modelo sugere para o IRI da Rússia e da Nigéria, entrar com esses novos dados na tabela e seguir adiante com a análise.

A regressão gerou a seguinte fórmula:

**Regression Analysis: IRI versus Education; Health Exp.; ...**

The regression equation is

$$\text{IRI} = 3,71 + 2,68 \text{ Education} - 0,111 \text{ Health Exp.} - 0,000010 \text{ GDP per capita} - 7,84 \text{ HDI} + 2,49 \text{ Health index} + 0,408 \text{ Ecol Footprint} - 0,101 \text{ CO2}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,712	1,360	2,73	0,021
Education	2,679	2,809	0,95	0,363
Health Exp.	-0,1107	0,1306	-0,85	0,417
GDP per capita	-0,00001038	0,00002602	-0,40	0,698
HDI	-7,835	6,386	-1,23	0,248
Health index	2,492	3,089	0,81	0,439
Ecol Footprint	0,4078	0,2490	1,64	0,133
CO2	-0,10071	0,06192	-1,63	0,135

S = 0,421024 R-Sq = 67,3% R-Sq(adj) = 44,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	7	3,6456	0,5208	2,94	0,060
Residual Error	10	1,7726	0,1773		
Total	17	5,4182			

Source	DF	Seq SS
Education	1	2,2490
Health Exp.	1	0,0597
GDP per capita	1	0,2031
HDI	1	0,0209
Health index	1	0,5941
Ecol Footprint	1	0,0499
CO2	1	0,4689

Substituindo-se os valores na fórmula destacada na página anterior chegamos aos novos indicadores:

RUSSIA = 2,10

NIGERIA = 2,90

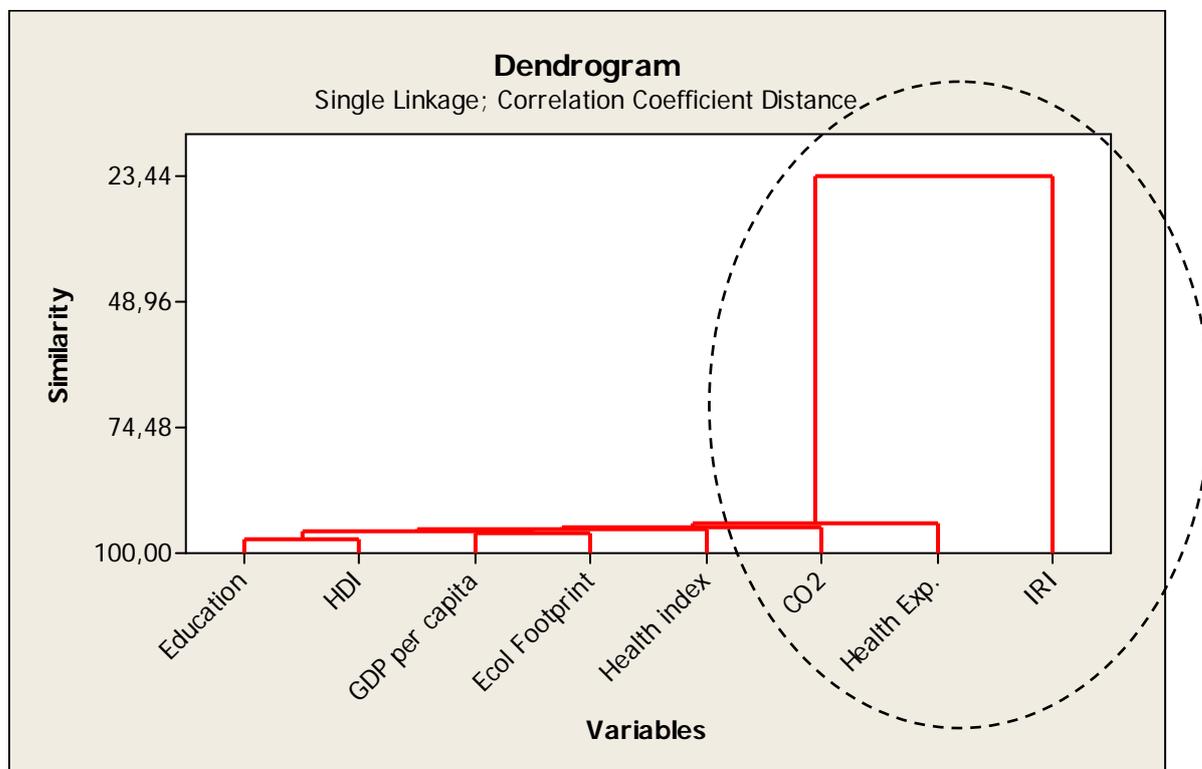
As correlações finais ficaram assim:

**Correlations: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health index; ...**

	Education	Health Exp.	GDP/capita	HDI	HealthInd	Ecoprint	CO2
Health Exp.	0,873 0,000						
GDP per capita	0,908 0,000	0,882 0,000					
HDI	0,945 0,000	0,856 0,000	0,900 0,000				
Health index	0,744 0,000	0,680 0,001	0,708 0,000	0,900 0,000			
Ecol Footprint	0,880 0,000	0,780 0,000	0,920 0,000	0,867 0,000	0,663 0,001		
CO2	0,722 0,000	0,510 0,022	0,745 0,000	0,678 0,001	0,434 0,056	0,894 0,000	
IRI	-0,701 0,001	-0,657 0,002	-0,711 0,000	-0,716 0,000	-0,531 0,016	-0,656 0,002	-0,643 0,002

Cell Contents: Pearson correlation  
P-Value

Através da análise do Dendrograma abaixo será mais fácil visualizar as correlações entre os vários índices e o novo indicador IRI.



Como pode-se notar, apesar das tentativas de corrigir índices e adequar o modelo pela análise de regressão, de fato o novo indicador IRI não está muito relacionado com os demais índices amplamente conhecidos e divulgados por anos.

## 5. ANÁLISE DAS COMPONENTES

Analisaremos a seguir as correlações e os gráficos para verificar os possíveis agrupamentos das variáveis escolhidas.

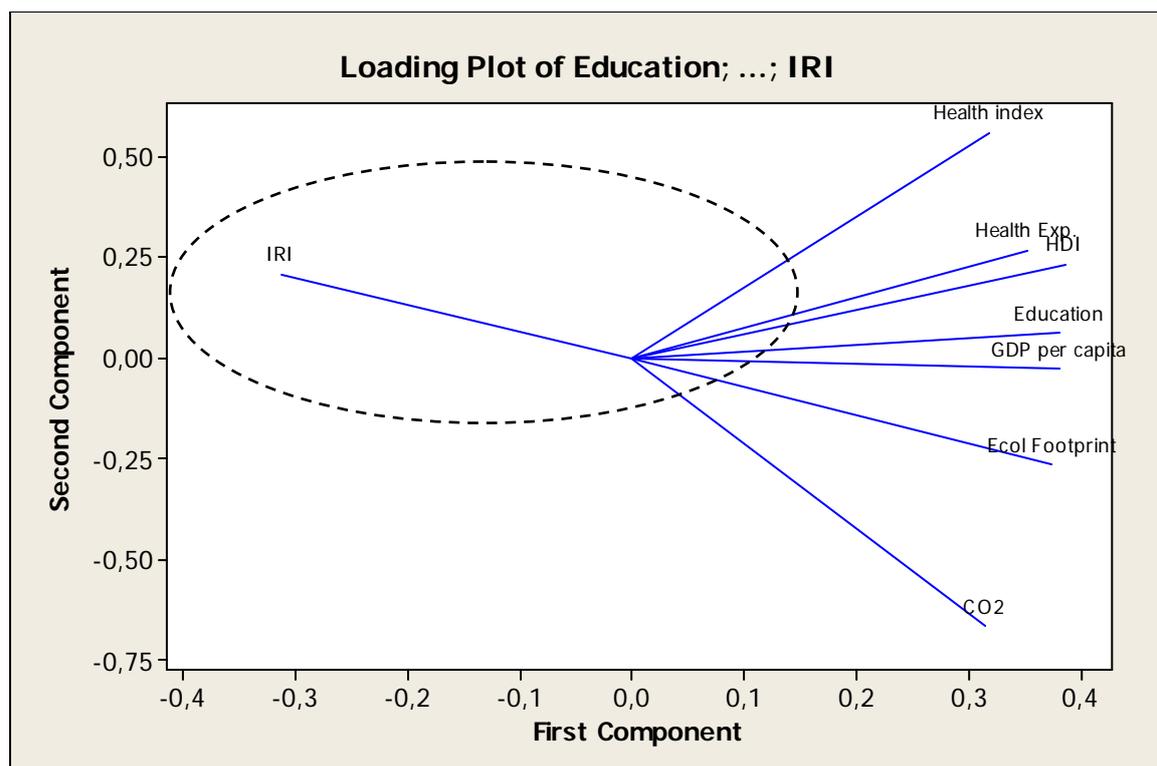
### Principal Component Analysis: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health

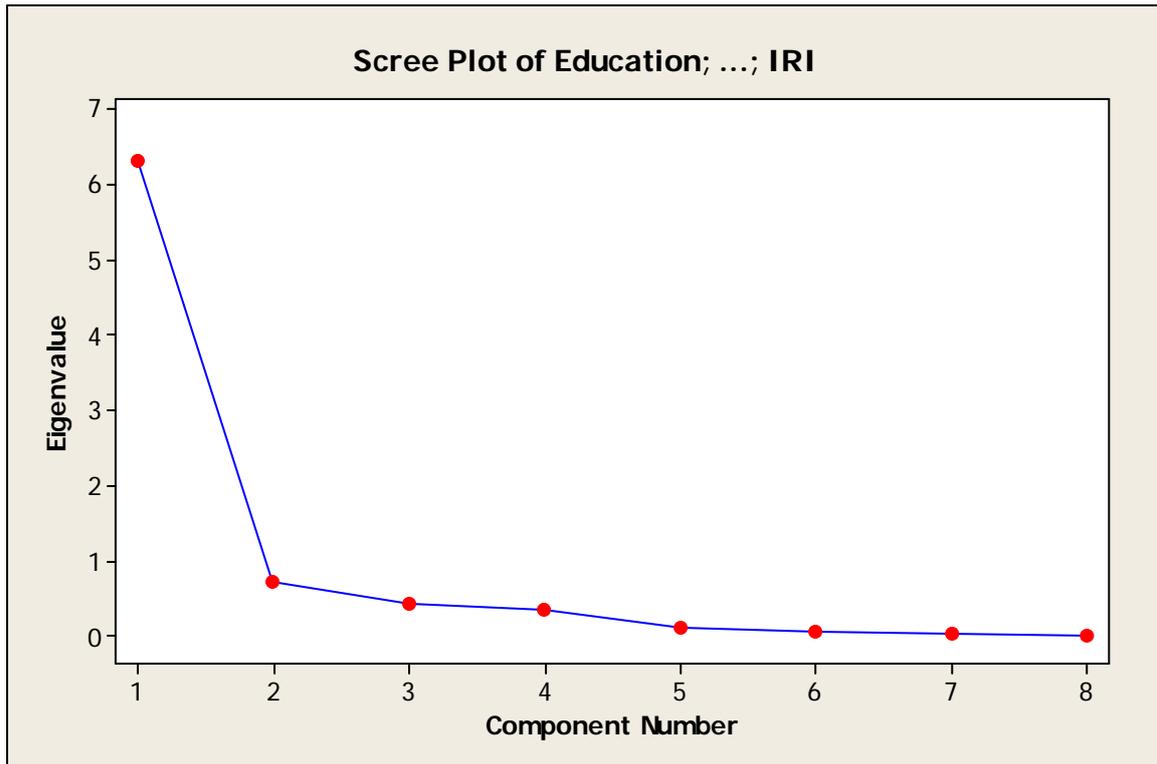
Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	6,3221	0,7152	0,4303	0,3472	0,1015	0,0575	0,0186	0,0076
Proportion	0,790	0,089	0,054	0,043	0,013	0,007	0,002	0,001
Cumulative	0,790	0,880	0,933	0,977	0,990	0,997	0,999	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Education	0,381	0,062	-0,059	-0,164	-0,786	-0,257	-0,129	-0,347
Health Exp.	0,352	0,267	0,167	-0,624	0,119	0,539	0,280	-0,071
GDP per capita	0,381	-0,029	-0,055	-0,278	0,461	-0,730	0,168	-0,013
HDI	0,385	0,232	-0,069	0,174	-0,204	-0,005	0,034	0,848
Health index	0,318	0,558	-0,187	0,583	0,211	0,099	0,101	-0,384
Ecol Footprint	0,374	-0,264	-0,318	-0,066	0,251	0,240	-0,751	-0,018
CO2	0,314	-0,668	-0,261	0,236	-0,056	0,208	0,530	-0,063
IRI	-0,312	0,207	-0,870	-0,276	-0,057	-0,004	0,142	0,052

Pela análise acima verifica-se que, ao invés de levantar os 8 índices para estudar os 20 países, adotando-se apenas a primeira componentes, PC1, já poderíamos explicar com segurança até 79,0% pontos em comum entre esses países, ou seja, uma aproximação razoável dentro da “regra geral do bom senso” dos 80/20. Infelizmente o IRI, nosso principal objeto de estudo fica completamente fora do contexto. Gráficamente essa constatação fica assim:





### Factor Analysis: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health index; Ecol

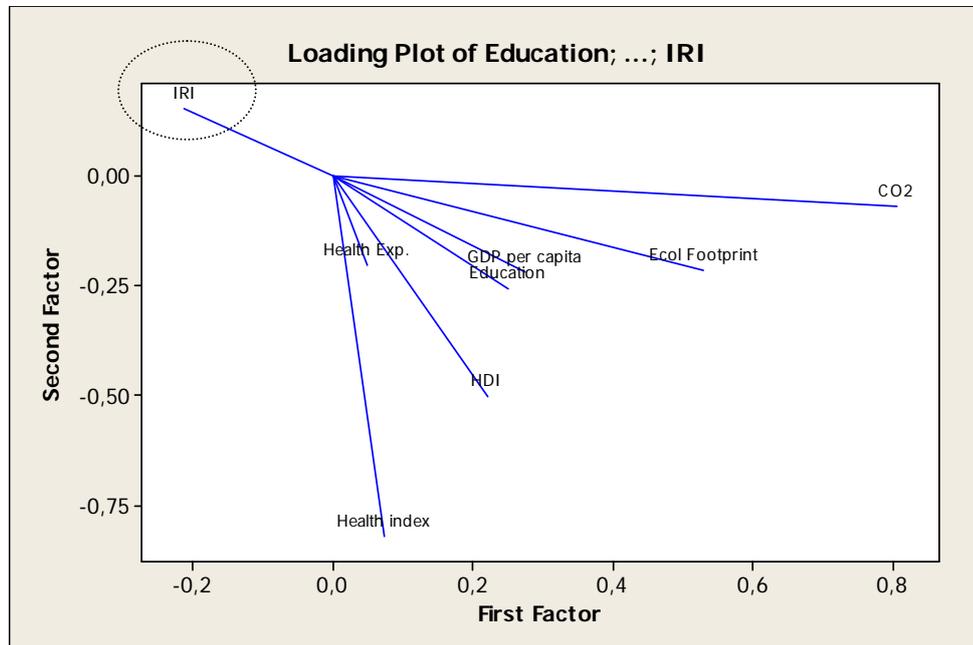
Principal Component Factor Analysis of the Correlation Matrix

Unrotated Factor Loadings and Communalities

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
Education	0,959	0,052	-0,039	-0,097	-0,250	-0,062	-0,018
Health Exp.	0,885	0,226	0,109	-0,367	0,038	0,129	0,038
GDP per capita	0,958	-0,024	-0,036	-0,164	0,147	-0,175	0,023
HDI	0,969	0,196	-0,045	0,102	-0,065	-0,001	0,005
Health index	0,798	0,472	-0,123	0,344	0,067	0,024	0,014
Ecol Footprint	0,941	-0,223	-0,208	-0,039	0,080	0,058	-0,102
CO2	0,790	-0,565	-0,171	0,139	-0,018	0,050	0,072
IRI	-0,785	0,175	-0,571	-0,163	-0,018	-0,001	0,019
Variance	6,3221	0,7152	0,4303	0,3472	0,1015	0,0575	0,0186
% Var	0,790	0,089	0,054	0,043	0,013	0,007	0,002

Como o IRI teve um comportamento bem distinto quando comparado com os demais, vamos rotacionar o gráfico das componentes para ver se faz alguma diferença.

## I. Rotação Equimax:



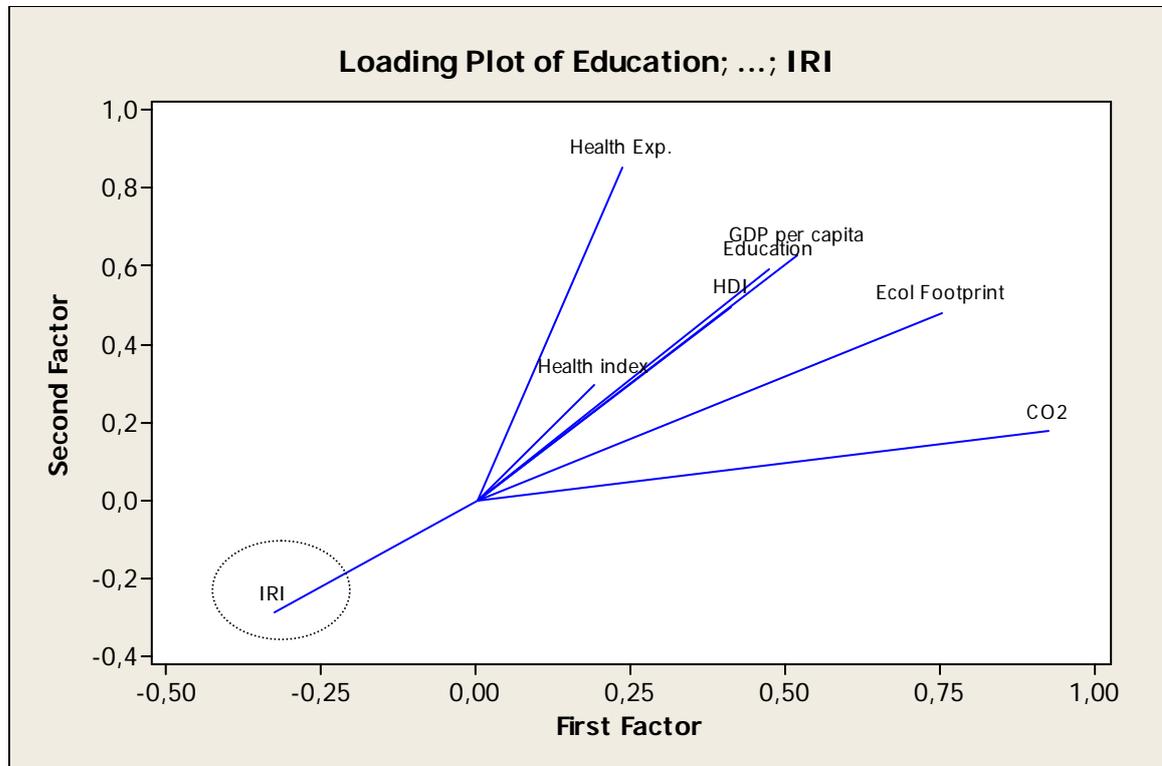
### Factor Analysis: Education; Health Exp.; GDP per capi; HDI; Health index; Ecol

Principal Component Factor Analysis of the Correlation Matrix

Rotated Factor Loadings and Communalities  
Equamax Rotation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
Education	0,251	-0,259	-0,239	-0,337	0,596	0,302	0,319
Health Exp.	0,049	-0,206	-0,240	-0,695	0,319	0,335	0,308
GDP per capita	0,275	-0,219	-0,251	-0,359	0,292	0,592	0,364
HDI	0,220	-0,504	-0,268	-0,312	0,387	0,290	0,309
Health index	0,073	-0,821	-0,163	-0,212	0,251	0,231	0,239
Ecol Footprint	0,530	-0,216	-0,176	-0,297	0,267	0,345	0,515
CO2	0,806	-0,070	-0,268	-0,089	0,240	0,251	0,293
IRI	-0,213	0,152	0,844	0,205	-0,208	-0,211	-0,202
Variance	1,1693	1,1608	1,0915	1,0063	0,9271	0,9178	0,8731
% Var	0,146	0,145	0,136	0,126	0,116	0,115	0,109

## II. Rotação Varimax

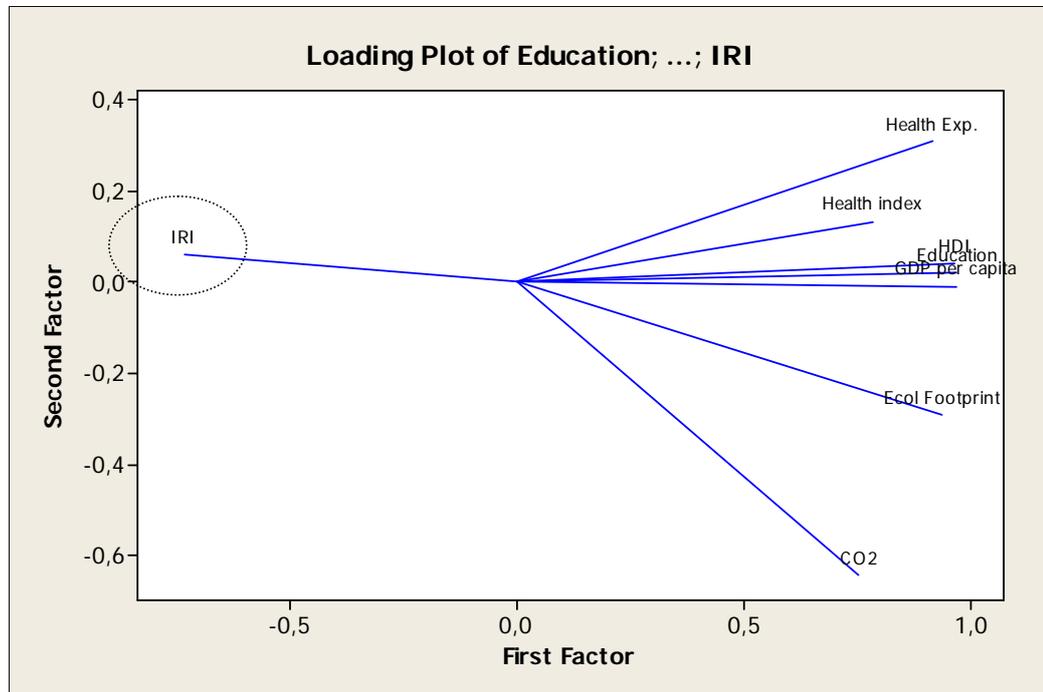


### Factor Analysis: Education; Health Exp.; GDP per capi; GNI per capi; Health ind

Rotated Factor Loadings and Communalities  
Varimax Rotation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
Education	0,471	0,592	-0,456	-0,284	0,370	0,033	0,003
Health Exp.	0,234	0,856	-0,362	-0,283	0,028	-0,014	0,004
GDP per capita	0,519	0,630	-0,391	-0,292	0,052	0,305	0,010
HDI	0,411	0,497	-0,672	-0,306	0,167	0,039	0,009
Health index	0,191	0,292	-0,917	-0,185	0,023	0,036	0,009
Ecol Footprint	0,751	0,482	-0,367	-0,204	0,034	0,067	0,146
CO2	0,924	0,177	-0,166	-0,283	0,067	0,010	-0,051
IRI	-0,328	-0,289	0,242	0,864	-0,051	-0,032	-0,007
Variance	2,2766	2,1613	2,0058	1,2422	0,1773	0,1028	0,0244
% Var	0,285	0,270	0,251	0,155	0,022	0,013	0,003

### III. Rotação Quartimax:



#### Factor Analysis: Education; Health Exp.; GDP per capi; GNI per capi; Health ind

Rotated Factor Loadings and Communalities  
Quartimax Rotation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
Education	0,970	0,020	-0,015	-0,035	0,185	-0,119	0,087
Health Exp.	0,915	0,307	0,001	-0,131	0,007	0,225	-0,002
GDP per capita	0,968	-0,010	-0,002	-0,085	-0,227	-0,047	0,022
HDI	0,965	0,039	0,023	0,229	0,069	-0,039	0,030
Health index	0,785	0,132	-0,034	0,604	-0,000	-0,002	-0,001
Ecol Footprint	0,936	-0,293	-0,073	-0,059	-0,045	0,023	-0,162
CO2	0,754	-0,643	0,074	-0,116	0,004	0,009	0,010
IRI	-0,734	0,058	-0,677	0,024	0,000	-0,000	-0,001
Variance	6,2468	0,6156	0,4704	0,4604	0,0928	0,0692	0,0355
% Var	0,781	0,077	0,059	0,058	0,012	0,009	0,004

Pelas três rotações apresentadas constata-se que o IRI sempre aparece bem afastado das demais componentes, dificultando assim a busca por alguma similaridade, que é o propósito deste trabalho.

## 6. ANÁLISE DISCRIMINANTE:

Já que foi constatado a baixa correlação entre o novo indicador e os índices já consagrados, vamos partir para uma análise de países e regiões (*clusters*) que nos permita achar padrões para o entendimento do IRI. O primeiro passo será fazer uma análise se para os 8 índices selecionados, os países tem comportamentos de acordo com as regiões alocadas na Tabela 1, ou se tem mais similaridades com outras regiões/países. Pela análise de discriminante chegou-se ao seguinte:

### Discriminant Analysis: Reg\_Code versus Education; Health Exp.; ...

Linear Method for Response: Reg\_Code

Predictors: Education; Health Exp.; GDP per capita; HDI; Health index;  
Ecol Footprint; CO2; IRI

Group	1	2	3	4
Count	3	7	5	5

Summary of classification

Put into Group	True Group			
	1	2	3	4
1	3	0	0	0
2	0	7	1	1
3	0	0	4	0
4	0	0	0	4
Total N	3	7	5	5
N correct	3	7	4	4
Proportion	1,000	1,000	0,800	0,800

N = 20

N Correct = 18

Proportion Correct = 0,900

O Minitab, gerou a seguinte sugestão de ajustes de *clusters* de países por regiões:

Squared Distance Between Groups

	1	2	3	4
1	0,0000	58,3080	75,5113	49,3835
2	58,3080	0,0000	11,8986	6,4728
3	75,5113	11,8986	0,0000	13,0699
4	49,3835	6,4728	13,0699	0,0000

Linear Discriminant Function for Groups

	1	2	3	4
Constant	-156,28	-263,78	-277,25	-266,24
Education	-231,16	-327,09	-350,85	-345,60
Health Exp.	0,33	-1,85	0,74	0,30
GDP per capita	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
HDI	690,47	784,23	702,15	822,54
Health index	3,21	168,20	253,95	135,20
Ecol Footprint	-20,75	-20,67	-31,73	-26,48
CO2	4,82	5,98	9,40	7,00
IRI	40,71	40,89	46,68	46,54

Summary of Misclassified Observations

Observation	True Group	Pred Group	Group	Squared Distance	Probability
13**	3	2	1	85,870	0,000
			2	6,640	0,612
			3	8,485	0,243
			4	9,526	0,145
19**	4	2	1	35,291	0,000
			2	8,196	0,733
			3	20,717	0,001

4	10,230	0,265
---	--------	-------

Reagrupando todos os 2 países conforme sugerido pelo modelo, ou seja, realocar os Japão e Rússia para as Américas, chegou-se ao seguinte resultado:

<b>Discriminant Analysis: Reg_Code versus Education; Health Exp.; ...</b>				
Linear Method for Response: Reg_Code				
Predictors: Education; Health Exp.; GDP per capita; HDI; Health index; Ecol Footprint; CO2; IRI				
Group	1	2	3	4
Count	3	9	4	4
Summary of classification				
	True Group			
Put into Group	1	2	3	4
1	3	0	0	0
2	0	9	0	0
3	0	0	4	0
4	0	0	0	4
Total N	3	9	4	4
N correct	3	9	4	4
Proportion	1,000	1,000	1,000	1,000
N = 20	N Correct = 20		Proportion Correct = 1,000	

Como o total de países é 20 e o menor dos grupos ficou com 3 países, seguiremos adiante com as 4 “novas” configurações de continentes proposto pelo modelo. Como a base de 20 países é muito pequena não foi possível rodar a análise de regressão “*Step Wise*” no Minitab para identificar os índices mais correlacionados para a nova configuração de regiões.

## 7. ÁRVORES DE CLASSIFICAÇÃO:

Feitos os ajustes de região (*cluster*) sugerido no item anterior, partimos para uma tentativa de usar a metodologia de “árvores de classificação” para verificar se é possível agrupar os países e os índices selecionados de algum modo.

Para tanto, dessa oportunidade, utilizou-se o *software* SPSS que deu o seguinte resultado:

**Model Summary**

Specifications	Growing Method	CHAID	
	Dependent Variable	Region	
	Independent Variables	Education, ExpHealth, GDP, GNI, HealthInd, IRI, IRicapita, HDI	
	Validation	None	
	Maximum Tree Depth		3
	Minimum Cases in Parent Node		6
	Minimum Cases in Child Node		2
	Results	Independent Variables Included	No Independent Variable Included
	Number of Nodes		1
	Number of Terminal Nodes		1
	Depth		0

Region

Node 0	
Category	% n
Africa	15,0 3
Americas	35,0 7
Asia	25,0 5
Europe	25,0 5
Total	100,0 20

Risk	
Estimate	Std. Error
,650	,107

Growing Method: CHAID  
 Dependent Variable: Region

**Classification**

Observed	Predicted				Percent Correct
	Africa	Americas	Asia	Europe	
Africa	0	3	0	0	,0%
Americas	0	7	0	0	100,0%
Asia	0	5	0	0	,0%
Europe	0	5	0	0	,0%
Overall Percentage	,0%	100,0%	,0%	,0%	35,0%

Growing Method: CHAID  
 Dependent Variable: Region

Como pode-se notar não foi possível abrir a árvore em vários nós, muito possivelmente porque a base de países é muito pequena.

Partiremos então, para finalizar, à análise de correspondência numa última tentativa para compreender melhor o IRI vis a vis os países e os índices listados na tabela 1.

## 8. ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

A análise de correspondência é um método de análise fatorial para variáveis categóricas. Para tanto primeiramente é necessário se eliminar os dados negativos, pois a Análise de Correspondência converte uma tabela de dados (não negativos) de duas ou múltiplas entradas em um tipo de representação gráfica em que as linhas e as colunas são simultaneamente representadas em dimensão reduzida, isto é, por pontos no gráfico. Este método permite mostrar como as variáveis dispostas em linhas e colunas estão relacionadas e não somente se a relação existe.

A tabela 3, na próxima página, o IRI foi retrabalhado no sentido de se adaptar os índices de modo que todos os números ficassem positivos, e o GDP para alterar a escala de milhares de US\$ para um índice. Para tanto aplicou-se a seguinte equação:

$$\text{Índice revisado} = \frac{\text{índice original} - \text{índice mín.}}{\text{índice máx.} - \text{índice mín.}}$$

**Tabela 3**

Country	Region	Education	Health Exp.	GDP per capita	HDI	Health index	Ecol Footprint	CO2	IRI
Kenya	Africa	0,58	2,00	-	0,51	0,58	1,10	0,30	0,98
Nigeria	Africa	0,44	1,70	0,12	0,45	0,50	1,40	0,60	0,30
South Africa	Africa	0,71	3,60	1,66	0,62	0,51	2,30	8,80	0,61
Brazil	Americas	0,66	3,50	1,67	0,72	0,84	2,90	2,10	0,82
Canada	Americas	0,93	7,10	6,94	0,91	0,96	7,00	16,40	0,56
Chile	Americas	0,80	3,70	2,44	0,80	0,93	3,20	4,40	0,89
Colombia	Americas	0,67	5,10	1,41	0,71	0,84	1,90	1,50	0,62
Ecuador	Americas	0,69	2,30	1,27	0,72	0,88	1,90	2,00	0,77
USA	Americas	0,94	7,10	8,45	0,91	0,92	8,00	17,30	0,65
Venezuela	Americas	0,69	2,70	2,05	0,73	0,86	2,90	6,00	0,64
China	Asia	0,62	1,90	1,00	0,68	0,84	2,20	5,20	1,00
India	Asia	0,45	1,10	0,33	0,54	0,71	0,90	1,50	0,92
Japan	Asia	0,88	6,50	5,92	0,90	1,00	4,70	9,50	0,47
Saudi Arabia	Asia	0,69	2,70	4,17	0,77	0,85	5,10	17,20	0,61
Australia	Asia	0,98	6,00	6,88	0,88	0,93	6,80	19,00	0,56
France	Europe	0,87	8,70	5,90	0,88	0,97	5,00	6,10	0,72
Germany	Europe	0,93	8,00	6,46	0,90	0,95	5,10	9,60	0,75
Norway	Europe	0,99	7,50	9,69	0,94	0,96	5,60	10,50	0,54
Russia	Europe	0,78	3,50	2,55	0,75	0,76	4,40	12,10	-
UK	Europe	0,82	6,90	6,44	0,86	0,95	4,90	8,50	0,51

Feito o ajuste nos índices, rodamos no Minitab os dados que deram o seguinte:

### Simple Correspondence Analysis: EDU; HEX; GDP; HDI; HIN; ECO; CO2; IRI

Analysis of Contingency Table

Axis	Inertia	Proportion	Cumulative	Histogram
1	0,0821	0,6311	0,6311	*****
2	0,0369	0,2836	0,9147	*****
3	0,0065	0,0499	0,9646	**
4	0,0031	0,0239	0,9885	*
5	0,0012	0,0093	0,9977	
6	0,0003	0,0022	0,9999	
7	0,0000	0,0001	1,0000	
Total	0,1302			

Row Contributions

ID	Name	Qual	Mass	Inert	Component 1			Component 2		
					Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	KEN	0,976	0,013	0,145	1,130	0,882	0,203	0,370	0,094	0,048
2	NIG	0,816	0,012	0,058	0,709	0,788	0,073	0,133	0,028	0,006
3	SOA	0,615	0,041	0,030	-0,103	0,111	0,005	0,220	0,505	0,053
4	BRA	0,939	0,029	0,051	0,466	0,939	0,076	-0,008	0,000	0,000
5	CAN	0,966	0,088	0,021	-0,175	0,964	0,033	-0,007	0,002	0,000
6	CHL	0,949	0,037	0,020	0,253	0,916	0,029	0,048	0,033	0,002
7	COL	0,872	0,028	0,093	0,596	0,806	0,119	-0,170	0,065	0,022
8	ECU	0,929	0,023	0,051	0,498	0,859	0,069	0,142	0,070	0,013
9	USA	0,901	0,096	0,030	-0,189	0,867	0,042	-0,037	0,034	0,004
10	VEN	0,897	0,036	0,010	0,053	0,082	0,001	0,168	0,816	0,027
11	CHN	0,966	0,029	0,041	0,163	0,147	0,009	0,386	0,819	0,117
12	IND	0,910	0,014	0,093	0,710	0,580	0,085	0,536	0,330	0,108
13	JAP	0,930	0,065	0,009	-0,022	0,026	0,000	-0,128	0,905	0,029
14	SAA	0,996	0,069	0,103	-0,354	0,650	0,106	0,259	0,346	0,126
15	AUS	0,997	0,091	0,049	-0,256	0,931	0,073	0,068	0,065	0,011
16	FRA	0,966	0,063	0,055	0,186	0,305	0,027	-0,275	0,662	0,129
17	GER	0,928	0,071	0,016	0,035	0,042	0,001	-0,163	0,886	0,051
18	NOR	0,801	0,079	0,052	-0,054	0,034	0,003	-0,256	0,767	0,141
19	RUS	0,803	0,054	0,053	-0,265	0,546	0,046	0,182	0,257	0,048
20	UK	0,982	0,065	0,019	0,015	0,006	0,000	-0,194	0,976	0,066

Como alguns países estavam com resultados muito parecidos, caíram um em cima do outro na primeira rodada da análise de componente. Por avaliação visual foram retirados os países destacados em cinza claro – retirados, e cinza escuro – mantidos, na listagem acima. Abaixo fizemos o mesmo com os índices.

Column Contributions

ID	Name	Qual	Mass	Inert	Component 1			Component 2		
					Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	Educat	0,947	0,033	0,048	0,392	0,807	0,061	0,163	0,140	0,024
2	HealExp	0,884	0,198	0,164	0,249	0,576	0,150	-0,182	0,308	0,178
3	GDP/cap	0,858	0,163	0,144	-0,123	0,133	0,030	-0,289	0,726	0,367
4	HDI	0,956	0,033	0,053	0,413	0,806	0,068	0,178	0,150	0,028
5	HealInd	0,937	0,036	0,080	0,476	0,788	0,100	0,207	0,149	0,042
6	EcoFoot	0,084	0,167	0,016	0,033	0,083	0,002	0,003	0,001	0,000
7	CO2	0,992	0,343	0,290	-0,295	0,788	0,363	0,150	0,204	0,208
8	IRI	0,910	0,028	0,205	0,817	0,698	0,227	0,450	0,212	0,153

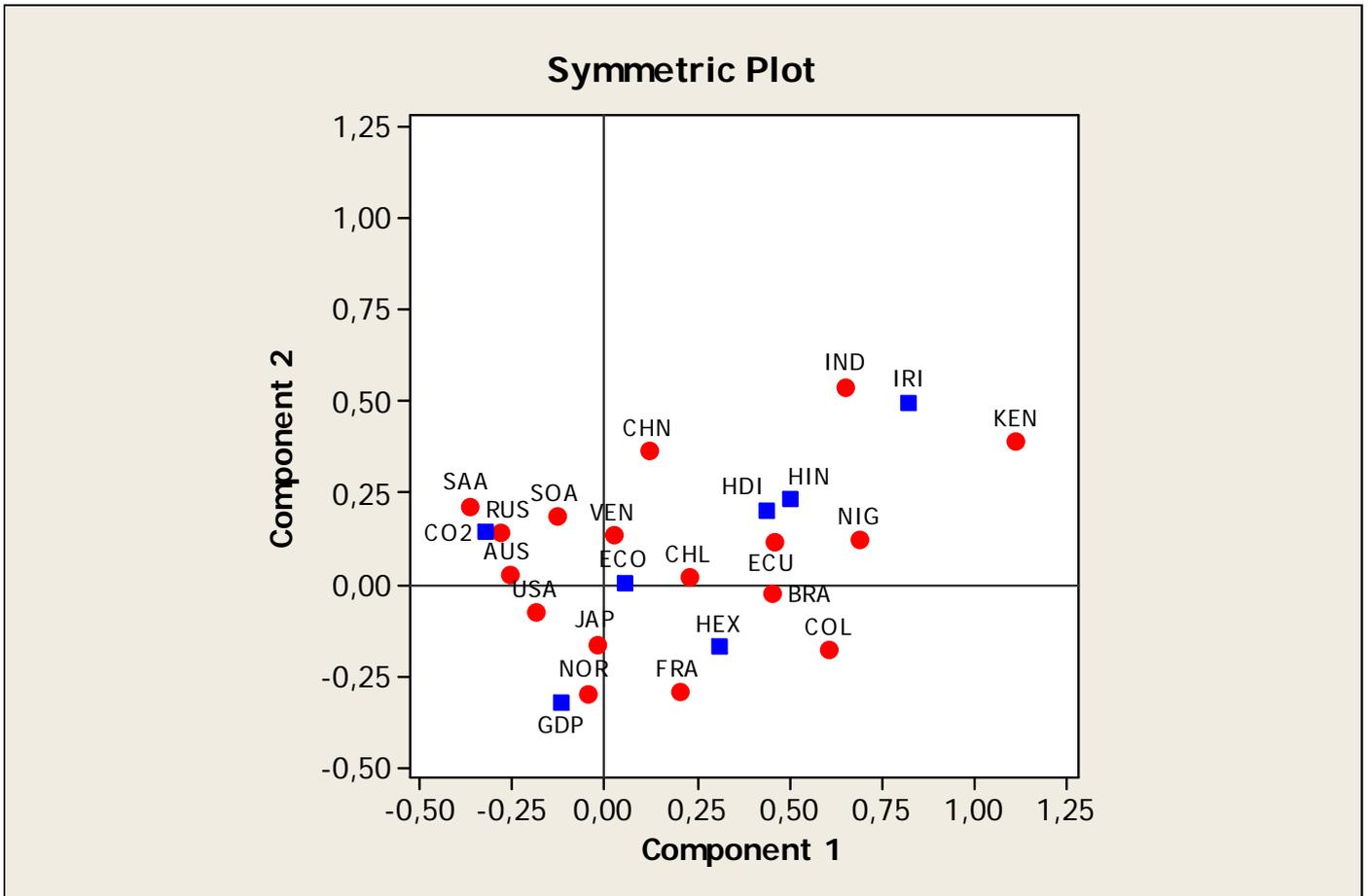
Desse modo, a nova rodada ficou assim:

Simple Correspondence Analysis: HEX; GDP; HDI; HIN; ECO; CO2; IRI										
Analysis of Contingency Table										
Axis	Inertia	Proportion	Cumulative	Histogram						
1	0,0983	0,6385	0,6385	*****						
2	0,0417	0,2706	0,9091	*****						
3	0,0087	0,0563	0,9654	**						
4	0,0039	0,0252	0,9907	*						
5	0,0014	0,0089	0,9996							
6	0,0001	0,0004	1,0000							
Total	0,1539									
Row Contributions										
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Component 1			Component 2		
					Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	KEN	0,975	0,016	0,147	1,115	0,868	0,199	0,391	0,107	0,058
2	NIG	0,802	0,015	0,058	0,690	0,777	0,071	0,122	0,024	0,005
3	SOA	0,579	0,052	0,031	-0,133	0,193	0,009	0,188	0,387	0,044
4	BRA	0,939	0,036	0,052	0,454	0,936	0,076	-0,024	0,003	0,001
5	CHL	0,938	0,047	0,017	0,229	0,930	0,025	0,021	0,008	0,000
6	COL	0,866	0,035	0,104	0,605	0,796	0,129	-0,179	0,070	0,027
7	ECU	0,914	0,028	0,045	0,460	0,858	0,061	0,118	0,057	0,010
8	USA	0,912	0,125	0,036	-0,186	0,792	0,044	-0,073	0,120	0,016
9	VEN	0,853	0,046	0,007	0,022	0,021	0,000	0,136	0,833	0,020
10	CHN	0,965	0,037	0,037	0,116	0,088	0,005	0,366	0,877	0,119
11	IND	0,896	0,017	0,091	0,652	0,528	0,075	0,545	0,368	0,123
12	JAP	0,959	0,084	0,015	-0,023	0,018	0,000	-0,161	0,941	0,052
13	SAA	0,998	0,090	0,109	-0,371	0,745	0,127	0,216	0,253	0,102
14	AUS	0,995	0,118	0,054	-0,263	0,983	0,083	0,029	0,012	0,002
15	FRA	0,969	0,081	0,069	-0,201	0,306	0,033	-0,295	0,663	0,170
16	NOR	0,844	0,103	0,072	-0,051	0,024	0,003	-0,296	0,819	0,217
17	RUS	0,803	0,069	0,057	-0,286	0,643	0,058	0,143	0,160	0,034
Column Contributions										
ID	Name	Qual	Mass	Inert	Component 1			Component 2		
					Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
1	HealExp	0,884	0,201	0,186	0,312	0,682	0,199	-0,170	0,202	0,139
2	GDP/cap	0,848	0,160	0,146	-0,122	0,105	0,024	-0,323	0,742	0,400
3	HDI	0,952	0,036	0,058	0,439	0,782	0,071	0,204	0,169	0,036
4	HealInd	0,934	0,040	0,086	0,502	0,765	0,103	0,236	0,169	0,054
5	EcoFoot	0,174	0,174	0,020	0,055	0,173	0,005	0,005	0,001	0,000
6	CO2	0,991	0,358	0,292	-0,322	0,822	0,377	0,146	0,169	0,182
7	IRI	0,908	0,032	0,212	0,825	0,667	0,222	0,497	0,241	0,189

Pelos dados destacados na listagem acima tirada do Minitab, é possível verificar que:

- ✓ 63,9% pode ser contabilizado na 1.a componente e 27,0% na segunda.
- ✓ O PIB é um índice diametralmente oposto ao IRI

O gráfico plotado na próxima página demonstrará a listagem acima visualmente:



## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em algumas situações onde aparentemente estamos estudando índices, dados e estatísticas comumente utilizados para posicionar países e regiões num *ranking*, não é possível com análises estatísticas mais estruturadas como Análise Exploratória de Dados, Correlação, Regressão e a Análise Discriminante conseguir chegar a agrupamentos que ajudem a explicar com clareza os pontos em comum entre países e os seus respectivos índices.

No nosso caso então, que se está avaliando um novo indicador (IRI) e com uma base muito pequena de países a tarefa pode ficar ainda mais complexa.

Por esse motivo, ao final, lançamos a Análise das Componentes para que se possa fechar o estudo com algumas indicações de caminho, a saber:

- a) Estados Unidos (= Canadá) estão no meio do caminho entre o PIB (GDP) e o índice que mede a emissão de CO<sub>2</sub> e muito próximos estão Japão e Austrália. Além desses países, bem próximos ao PIB está Noruega (= UK e Alemanha). Não é à toa que esses são exatamente os países mais ricos, tidos como desenvolvidos;
- b) A França aparece mais indistinguível com % Investimento em Saúde (*Health Expense*) por ter o maior % do PIB aplicado em saúde. Coerente o dado com o gráfico;

- c) O Brasil curiosamente aparece equidistante e mais associado aos indicadores Expectativa de Vida (*Health Index*) e % PIB Investido em Saúde (*Health Expense*). Nesse caso não como a França que tem de fato o maior investimento, mas sim porque, levando-se em consideração os demais indicadores do nosso país, a expectativa é que esse % investido fosse menor do que realmente é; por isso aparece mais associado a esses indicadores;
- d) O Equador mais associado (próximo) do HDI talvez seja pela mesma hipótese levantada para explicar o Brasil;
- e) Por fim, o novo indicador Índice de Riqueza Inclusiva (IRI) aparece mais próximo da Índia. Pela falta de familiaridade com o novo indicador fica difícil levantar uma hipótese baseado apenas em conhecimento geral que temos disponível.

Como conclusão final desse trabalho fica a sugestão, ou até necessidade, de se obter o índice para mais países para poder efetivamente fazer uma boa análise estatística dos dados e medir com segurança o grau de correlação entre indicadores existentes e países. Em função do pequeno número de países, 20, e sem saber os critérios de escolhas destes, corre-se o risco de fazer uma análise tendenciosa.

Vale ressaltar que ao longo do trabalho foram considerados e descartados outros 4 índices:

- IRI/capita: muita similaridade com o próprio IRI;
- RNB/capita: muita similaridade com PIB/capita;
- % Área de Floresta e Variação de Floresta: ambos não tinham correlação.

Fica então a sugestão para estudos futuros aumentar essa base de países, aumentar a quantidade de indicadores e rever os passos aqui adotados, pois possivelmente será possível se efetuar avaliações mais precisas que as apresentadas nesse trabalho.