

CRISTIANE MÁRCIA DOS SANTOS

**DETERMINANTES DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS PAÍSES
EM DESENVOLVIMENTO DO BLOCO G-20**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237d
2008

Santos, Cristiane Márcia dos, 1977-

Determinantes do crescimento econômico dos países em desenvolvimento do bloco G-20 / Cristiane Márcia dos Santos. - Viçosa, MG, 2008.

xvi, 149f.: Il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Fátima Marília Andrade de Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Referências bibliográficas: f. 121-129.

1. Desenvolvimento econômico - Países em desenvolvimento. 2. Países em desenvolvimento - Condições econômicas, 3. Blocos econômicos. I. Universidade Federal de Viçosa. II Título.

CDD 22.ed. 338.9

CRISTIANE MÁRCIA DOS SANTOS

**DETERMINANTES DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS PAÍSES EM
DESENVOLVIMENTO DO BLOCO G20**

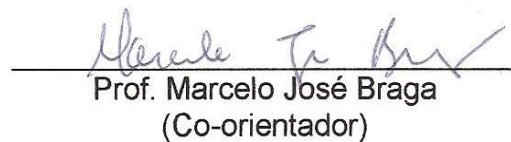
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

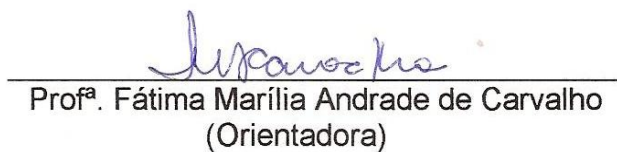
APROVADA: 22 de dezembro de 2008.


Prof.ª. Luciane Reis Raposo Pereira


Prof.ª. Patrícia Lopes Rosado


Prof.ª. Marília Fernandes Maciel Gomes


Prof. Marcelo José Braga
(Co-orientador)


Prof.ª. Fátima Marília Andrade de Carvalho
(Orientadora)

Noites Traiçoeiras
Padre Marcelo Rossi

Deus está aqui neste momento
Sua presença é real em meu viver
Entregue sua vida e seus problemas
Fale com Deus, ele vai ajudar você.

Ôôôô
Deus te trouxe aqui
Para aliviar os teus sofrimentos

Ôôôô
É ele o autor da fé
Do princípio ao fim
De todos os seus tormentos

(refrão)
E ainda se vier, noites traiçoeiras
Se a cruz pesada for, Cristo estará contigo
O mundo pode até
Fazer você chorar
Mas Deus te quer sorrindo (bis)

Seja qual for o seu problema
Fale com Deus, ele vai ajudar você
Após a dor vem a alegria
Pois Deus é amor e não te deixará sofrer

Ôôôô
Deus te trouxe aqui
Para aliviar os teus sofrimentos
É ele o autor da fé
Do princípio ao fim
De todos os seus tormentos

(refrão)
E ainda se vier, noites traiçoeiras
Se a cruz pesada for, Cristo estará contigo
O mundo pode até
Fazer você chorar
Mas Deus te quer sorrindo

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, quero expressar os mais profundos agradecimentos a Deus, por estar sempre presente em minha vida me guiando e confortando.

Aos meus pais, Cledisson e Cristina, e aos meus irmãos, pela compreensão e pelo apoio dispensados em favor dos meus sonhos.

À professora e orientadora, Fátima Marília Andrade de Carvalho, pelas horas dedicadas à minha vida acadêmica na UFV, sempre me incentivando e contribuindo com valiosas sugestões.

Aos co-orientadores, professores Erly Cardoso Teixeira e Marcelo José Braga, pelas idéias e conselhos.

Aos membros da banca, pela prestimosa colaboração.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural, pelos ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

Aos colegas de curso, que, com amizade e alegria, contribuíram para meu crescimento.

A todos os funcionários do Departamento de Economia Rural, que, direta ou indiretamente, colaboraram para este trabalho, quer CPOR meio de um sorriso, uma palavra, um olhar, quer por um serviço prestado com dedicação e presteza.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta tese.

Finalmente, aos meus grandes amigos Rosangela Fernandes e Flávio Leal, pelo apoio e amizade.

BIOGRAFIA

CRISTIANE MÁRCIA DOS SANTOS, filha de Cledisson Geraldo dos Santos e Cristina dos Santos, nasceu em Itabira, Minas Gerais, em 01 de março de 1977.

Em 1999, ingressou no curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde se formou em janeiro de 2004.

Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Economia aplicada no Departamento de Economia Rural da UFV. Em agosto de 2005 concluiu o curso de Mestrado, e no mesmo mês e ano ingressou no curso de Doutorado em Economia Aplicada na mesma instituição.

Em dezembro de 2008 concluiu o curso de Doutorado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações Iniciais	1
1.2. Caracterização dos países em desenvolvimento (G-20)	5
1.3. Problema e sua importância	9
1.4. Objetivos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Modelo de Solow sem capital humano	13
2.2. Modelo de Solow com capital humano	19
2.3. Produtividade Total dos Fatores	23
2.4. Convergência	25
3. REFERENCIAL ANALÍTICO	30
3.1 Modelo Econométrico	31
3.1.1 Análise fatorial e análise de <i>cluster</i>	31
3.1.2 Análise discriminante	34
3.1.3. Modelo de dados em Painel	37
3.1.4. Contabilidade do crescimento	39
3.1.4.1. Testes de estacionariedade	42
3.1.5. O índice Malmquist de Produtividade Total de Fatores	46
3.1.6 Desempenho do crescimento econômico do Bloco G-20	52
3.1.7. Verificação de convergência ou divergência da renda <i>per capita</i> do Bloco G-20	57
3.2. Fontes de dados	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1. Agrupamento dos países homogêneos	62

4.1.1. Grupos homogêneos	62
4.1.2. Diferenciação dos grupos homogêneos	67
4.2 - Determinação da Produtividade Total dos Fatores.....	70
4.2.1. Produtividade Total dos Fatores - Método Tradicional	72
4.2.2. Produtividade Total dos Fatores - Índice de Malmquist.....	88
Modelo de Solow com capital humano.....	91
4.2.3. Análise comparativa: Método tradicional da PTF e Índice de Malmquist de PTF.....	96
4.3. Determinantes do Crescimento Econômico do Bloco G-20	101
4.3 - Convergência de Renda	107
5 – RESUMO E CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXO	130
ANEXO A - Deduções de Algumas fórmulas utilizadas.....	131
ANEXO B – Dados utilizados no estudo.....	133
ANEXO C – Resultados do estudo.....	143

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Taxas de crescimento do PIB mundial, 2002-2005	3
2	Crescimento do PIB, para o G-20 - Anual (%).	5
3	Taxa média de crescimento do PIB <i>per capita</i> , 1980-2003	7
4	Variáveis utilizadas para determinar o crescimento econômico do G-20..	56
5	Dispersão dos países do Bloco G-20, segundo os pilares do Índice de Competitividade Global.....	63
6	Raízes características da matriz de correlações simples para os países do Bloco G-20	65
7	Cargas fatoriais e comunalidades, após a rotação ortogonal pelo método <i>Varimax</i>	66
8	Países do Bloco G-20 pertencentes a cada grupo segundo a análise de <i>cluster</i>	67
9	Teste de significância para as variáveis consideradas na análise discriminante	68
10	Resultados dos testes multivariados Wilk's Lambda e sua aproximação de F.....	69

	Página
11	Funções de classificações 69
12	Matriz de classificação..... 70
13	Resultados do teste de raiz unitária de Hadri para as variáveis utilizadas para determinar a PTF, no Bloco G-20, 1990-2004 72
14	E Resultados do teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) e Fischer ADF para as variáveis utilizadas no estudo, 1990-2004..... 74
15	Resultado dos testes de especificação do modelo de Solow sem capital humano, Grupos 1 e 2, 1990-2004..... 76
16	Parâmetros da função de produção do modelo sem capital humano, modelo de Efeitos Fixos, Grupo 1 e Grupo 2, 1990-2004 77
17	Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 1, no modelo de Solow sem capital humano, 1990 a 2004..... 79
18	Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 2, no modelo de Solow sem capital humano, 1990 a 2004..... 80
19	Resultado dos testes de especificação do modelo de Solow com capital humano, Grupo 1 e 2, 1990-2004..... 82
20	Elasticidades da função de produção do modelo com capital humano, modelo de Efeitos Fixos, Grupo 1 e Grupo 2, 1990-2004..... 83
21	Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 1, no modelo de Solow com capital humano, 1990 a 2004..... 85
22	Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 2, no modelo de Solow com capital humano, 1990 a 2004..... 86
23	Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico do Grupo 1 e Grupo 2, no modelo de Solow sem capital e com capital humano, 1990 a 2004..... 87
24	Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004..... 89

25	Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores sem capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004.....	91
26	Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004.....	93
27	Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores com capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004.....	95
28	Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores do Grupo 1 e Grupo 2, 1990 a 2004.....	96
29	Comparação entre o modelo tradicional e índice de Malmquist para o cálculo da PTF, no modelo de Solow sem capital humano, Grupo 1 , 1990 a 2004.....	97
30	Comparação entre o modelo tradicional e índice de Malmquist para o calculo da PTF, no modelo de Solow sem capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004.....	98
31	Média dos índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004.....	99
32	Média dos índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 2, 1990 a 2004.....	100
33	Coefficientes estimados por GMM Sistema para o crescimento econômico, Grupo 1, 1990-2004.....	102
34	Coefficientes estimados por MQ2E para o crescimento econômico, Grupo 2, 1990-2004.....	106
35	Teste de β -convergência absoluta para o Grupo 1 no período de 1980 -2004	109
36	Teste de β -convergência absoluta para o Grupo 2 período de 1980 -2004.....	110

	Página
37	Teste de β -convergência condicional para o Grupo 1 do Bloco G-20 no período de 1980 -2004..... 112
38	Teste de β -convergência condicional para o Grupo 2 do Bloco G-20 no período de 1980 -2004..... 113
39	Teste de σ -convergência do PIB per capita, Grupo 1 , no período de 1990 a 2004..... 115
40	Teste de σ -convergência do PIB <i>per capita</i> , Grupo 2, no período de 1980 a 2004..... 115
1 B	Produto Interno Bruto – PIB dos países do Grupo 1 133
2 B	Estoque de Capital Físico, Grupo 1..... 133
3B	População economicamente ativa, Grupo 1..... 134
4B	Anos de estudo médio para pessoas com 25 anos e mais, Grupo 1 , 1990 - 2004 134
5B	Produto Interno Bruto – PIB dos países do Grupo 2 135
6B	Estoque de Capital Físico, Grupo 2 135
7B	População economicamente ativa, Grupo 2 135
8B	Anos de estudo médio para pessoas com 25 anos ou mais, Grupo 2..... 136
9B	Risco país, Grupo 1 , 1990 – 2004 136
10B	Consumo de energia, Grupo 1 , 1990 - 2004 136
11B	Linhas telefônicas em uso, Grupo 1 , 1990 - 2004..... 137
12B	Taxa de inflação, Grupo 1 , 1990 - 2004 137
13B	Taxa de Câmbio, Grupo 1 , 1990 - 2004..... 137
14B	Mortalidade Infantil, Grupo 1 , 1990 - 2004 138
15B	Expectativa de Vida ao nascer, Grupo 1 , 1990 - 2004 138

	Página
16B	Números de computadores, Grupo 1 , 1990 - 2004 138
17B	Números de telefones celulares, Grupo 1 , 1990 – 2004. 139
18B	Números de patentes, Grupo 1 , 1990 - 2004 139
19B	Risco país, Grupo 2 , 1990 – 2004 139
20B	Consumo de energia, Grupo 2, 1990 - 2004 140
21B	Linhas telefônicas em uso, Grupo 2, 1990 – 2004..... 140
22B	Taxa de inflação, Grupo 2, 1990 - 2004 140
23B	Taxa de Câmbio, Grupo 2, 1990 - 2004 141
24B	Mortalidade Infantil, Grupo 2, 1990 - 2004 141
25B	Expectativa de Vida ao nascer, Grupo 2, 1990 – 2004..... 141
26B	Números de computadores, Grupo 2, 1990 - 2004 142
27B	Números de telefones celulares, Grupo 2, 1990 – 2004..... 142
28B	Números de patentes, Grupo 2, 1990 – 2004..... 142
1C	Resultados do Teste de Hadri, raiz unitária, para as variáveis utilizadas para determinar o crescimento econômico no Bloco G20, 1990-2004..... 144
2C	Resultados do Teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) e Fischer ADF para as variáveis utilizadas na determinação do crescimento, 1990-2004..... 145
3C	Resultado dos testes de especificação do modelo de crescimento econômico grupos 1 e 2, 1990-2004 147
4C	Coeficientes estimados por MQ2E, GMM, GMM diferença e GMM Sistema para o crescimento econômico, Grupo 1, 1990-2004..... 148
5C	Coeficientes estimados por MQ2E, GMM, GMM diferença e GMM Sistema para o crescimento econômico, Grupo 2, 1990-2004..... 149

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Distribuição do crescimento nos países em Desenvolvimento 4
2	PIB real <i>per capita</i> para os países do G-20 relativo ao G-7..... 8
3	Função de Produção, segundo modelo Básico de Solow..... 15
4	Função de Produção, segundo modelo Básico de Solow com aumento na taxa de investimento..... 17
5	Evidências de convergência..... 27
6	Ilustração das medidas de mudanças na produtividade..... 50
7	Dispersão do log do PIB <i>per capita</i> , do Grupo 1, 1980/2004..... 108
8	Dispersão do log do PIB <i>per capita</i> , do Grupo 2, 1980/2004..... 108
1 C	Dendograma..... 143

RESUMO

SANTOS, Cristiane Márcia dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2008. **Determinantes do crescimento econômico dos países em desenvolvimento do Bloco G-20.** Orientadora: Fátima Marília Andrade de Carvalho. Co-orientadores: Erly Cardoso Teixeira e Marcelo José Braga.

Este estudo analisou os principais componentes do crescimento econômico e a convergência de renda dos grupos homogêneos dos países do Bloco G-20, no período de 1990 a 2004. O referencial teórico utilizado foi o modelo de crescimento econômico de Solow. A metodologia que deu suporte aos objetivos desta pesquisa baseou-se na análise fatorial, análise de agrupamento, análise discriminante, índice de produtividade total do crescimento pelo método de contabilidade do crescimento e pelo método de Malmquist, Método dos Momentos Generalizados (GMM), Modelos dinâmicos e teste de convergência de renda. Com o objetivo de agrupar os países do Bloco G-20 em grupos homogêneos, foram construídos dois grupos: Grupo 1 composto por 13 países – África do Sul, Argentina, Brasil, Chile, China, Egito, Filipinas, Índia, Indonésia, México, Nigéria, Tailândia e Uruguai – e o Grupo 2 composto por 7 países – Bolívia, Guatemala, Paquistão, Paraguai, Tanzânia, Venezuela e Zimbábue. Após a identificação dos grupos, desenvolveu-se uma análise da Produtividade Total dos Fatores (PTF), utilizando-se a abordagem de contabilidade de crescimento e a abordagem Malmquist, dos países homogêneos, utilizando-se dados em painel. Os resultados da Produtividade total dos fatores demonstraram a ocorrência de diferenças entre os países pertencentes aos grupos formados. No caso do Brasil, de acordo com o modelo de contabilidade de crescimento, a PTF foi o elemento que mais contribuiu para o crescimento do PIB, quando não se insere o fator capital humano. Com a inclusão deste elemento, verificou-se que o investimento neste fator produtivo é primordial para o crescimento econômico brasileiro. Os resultados demonstraram que o progresso tecnológico foi a razão principal do aumento da produtividade total dos fatores nos dois grupos analisados. Com relação ao crescimento econômico, avaliou-se o efeito de fatores como ‘risco país’, ‘energia elétrica’, ‘linha telefônica’, ‘inflação’, ‘taxa de câmbio’, ‘mortalidade

infantil’, ‘expectativa de vida ao nascer’, ‘anos de estudos’, ‘abertura comercial’, ‘computadores’, ‘telefone celular’, e ‘números de patentes’, em termos estático e dinâmico. Para estimação dos parâmetros das regressões foram utilizados os métodos: Efeitos Fixos com variáveis instrumentais, Mínimos Quadrados de dois Estágios (MQ2E) e o GMM aplicado no modelo de dados de painel dinâmico proposto por Arellano e Bond (1991). O modelo que mais se adequou para o Grupo 1 foi o GMM sistema. A variável ‘número de patentes’ foi a mais expressiva para explicar o crescimento econômico dos países que compõem o Grupo 1. No Grupo 2, o modelo mais significativo foi o MQ2E, e a variável ‘anos de estudos’ foi a que promoveu maior impacto no crescimento dos países do Grupo 2. Em relação à convergência/divergência da renda *per capita*, de acordo com os testes de convergência realizados, constatou-se que houve uma tendência dos países mais pobres crescerem mais que os mais ricos, durante o período de estudo. Assim, os resultados encontrados têm importância para a análise das condições econômicas dos países que compõem o Bloco G-20, no sentido de que revelar as necessidades particulares dos grupos homogêneos do Bloco G-20 subsidiando a implementação de políticas públicas voltadas para a promoção do crescimento econômico com base em critérios que atendam às características específicas de cada país, considerando as suas diferenças.

ABSTRACT

SANTOS, Cristiane Márcia dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2008. **Determinants of economic growth of G-20 Developing Nations.** Adviser: Fátima Marília Andrade de Carvalho. Co-advisers: Erly Cardoso Teixeira and Marcelo José Braga.

This study analyzed the main components of the economic growth and the income convergence of homogeneous groups of countries within the G20 Block, in the period between 1990 and 2004. The theoretical frame used was Solow's model of economic growth. The methodology which supports the research objectives was based on factorial analysis, cluster analysis, discriminant analysis, rate of productivity growth using the growth accounting method and the Malmquist's method, Generalized Method of Moments (GMM), Dynamic Models and test of income convergence. In order to group the G-20 countries in homogeneous groups, two blocks have been set: Group 1 composed by 13 countries – South Africa, Argentine, Brazil, Chile, China, Egypt, Philippines, India, Indonesia, Mexico, Nigeria, Thailand and Uruguay – and Group 2 composed by 7 countries – Bolivia, Guatemala, Pakistan, Paraguay, Tanzania, Venezuela and Zimbabwe. After the identification of the groups, it was developed an analysis of Total Factor of Productivity (TFP), using the growth accountability approach and the Malmquist's methodology of the homogeneous countries, using visual database tools. The results of the total Factor's Productivity have shown the occurrence of differences between the countries among the two groups formed. In the case of Brazil, accordingly to the growth accountability model, the TFP was the element which more contributed for the GDP's growth, when the human capital factor is not taken into account. When including this element, it has been verified that investment in this input is essential for Brazilian's economic growth. The results have shown that technological development was the main reason for the growth of the total Factor's Productivity for the two groups analyzed. With respect to economic growth, there has been evaluated the effect of factors such as 'country risk', 'electric power', 'telephone line', 'inflation', 'exchange rate', 'life expectancy at birth', 'years of study', 'trade openness',

‘computers’, ‘mobile phone’ and ‘number of patents’ in static and dynamic terms. To estimate the regressions parameters, it has been used the Fixed Effects methods with the instrumental variables two-stage Least Squares (2SLS), and the GMM applied to the dynamic panel data model proposed by Arellano and Bond (1991). The best suitable model for Group 1 was the GMM system. The variable ‘number of patents’ was the most expressive to explain the economic growth among the countries in Group 1. For Group 2, the most significant model was the 2SLS, and the variable ‘years of study’ was the one with major impact in the economic growth of the countries within this Group. In respect to the convergence /divergence of per capita income, accordingly to the convergence tests realized, it has been found a tendency of the most poor countries to growth more than the richer ones, during the period studied. The results found are important to the analyzis of the economic conditions of the countries which compose the G-20, by revealing the particular needs of the homogeneous groups within the G-20 block, supporting the implementation of public policies which can promote economic growth, based in criteria specifically suitable for each country, considering their differences.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

O crescimento econômico moderno surgiu com a Revolução Industrial Inglesa entre 1760 e 1850, coincidindo com a supremacia do capitalismo como sistema econômico predominante. As inovações tecnológicas permitiram o crescimento da produção agrícola, apesar do êxodo rural em direção às cidades. Esse fenômeno moldou a característica moderna do crescimento econômico materializado na intensa urbanização.

Segundo o Banco Mundial (1992), o crescimento econômico passou a ser o objetivo das economias mundiais, o que, historicamente, não foi um processo simples e de fácil obtenção, mas resultado de uma série de fatores, interações e mudanças nas estruturas produtivas, tecnológicas e sociais de uma economia (KUZNETS, 1974).

O crescimento econômico consolidou-se em escala global nos anos 2000, acelerando-se nos Estados Unidos, na América Latina, no Japão e na área do Euro, regiões nas quais a recuperação se mantivera lenta, chegando a patamares elevados, principalmente, na China. Em consequência, a expansão do Produto Interno Bruto (PIB) global elevou-se de 2,7%, em 2003, para 4,0%, em 2004, segundo a Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL). A solidez desse processo de crescimento, associada, em parte, ao fortalecimento dos arcabouços institucionais de condução das políticas macroeconômicas, foi evidenciada pela relativa facilidade com que foram superados os efeitos da elevação acentuada dos preços do petróleo nos anos de 1973 e 1979, não registrando-se, como em episódios passados, interrupção da expansão das principais economias e impactos acentuados sobre as taxas de inflação.

Segundo o Banco Mundial, em 2004, o crescimento econômico global foi de 3,8%, do qual grande parte deve-se aos Estados Unidos e à China, e o crescimento econômico da América Latina e do Caribe foi de 5,7%, sendo o maior crescimento da região nos últimos 24 anos. A recuperação substancial da Argentina, do Uruguai e da

Venezuela, depois das crises econômicas vividas por esses países nos anos anteriores, também contribuiu para o forte desempenho regional.

Durante o IV Fórum Europa–América Latina, o Presidente do Banco Interamericano de Desenvolvimento evidenciou que a América Latina está vivendo seu melhor ciclo de crescimento em quase três décadas. Destacou ainda que desde meados de 2003 o crescimento regional médio vem alcançando níveis de 4,9% ao ano e a expectativa futura é que as economias da região cresçam entre 4,3 e 4,5%, em um ambiente de baixa inflação (média regional de 5,5% em 2005). Outros importantes indicadores macroeconômicos foram os níveis de investimento, que aumentaram significativamente aproximando-se de 20% do PIB regional e a redução do endividamento, que baixou de 72% para 53% do PIB regional entre 2002 e 2005 (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2007).

Esses resultados positivos traduziram-se em uma ligeira melhora dos indicadores sociais. Citando cifras da CEPAL (2007), pode-se destacar o aumento nos níveis de emprego e salário, o que contribuiu para retirar da pobreza cerca de 13 milhões de latino-americanos nos dois últimos anos.

Não obstante as significativas flutuações ocorridas, a economia mundial cresceu consideravelmente, de maneira geral, nas últimas três décadas. O produto nacional bruto mundial cresceu mais que o dobro, passando de aproximadamente US\$ 14,3 trilhões para aproximados US\$ 30 trilhões em 1999 (BANCO MUNDIAL, 2001).

Tomando-se por base o PIB, a economia mundial cresceu 3,1% ao ano entre 1980 e 1990 e 2,5% anualmente entre 1990 e 1998, com taxas de renda *per capita* de 1,4% e 1,1%, respectivamente (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2000). Houve, no entanto, variações regionais significativas nesse período, tendo a Ásia e o Pacífico, regiões que abrigam mais da metade da população mundial, apresentado taxas de crescimento muito mais altas do que as demais regiões do mundo.

Enquanto o PIB *per capita* (em dólares constantes de 1995) quase dobrou na região noroeste do Pacífico e na Ásia Oriental, entre 1972 e 1999, com um crescimento médio anual de 2,4% (WORLD BANK, 2001); em contraste, diminuiu na África Subsaariana. Apesar desse crescimento global, a lacuna entre a população rica e a pobre aumentou, tanto entre países desenvolvidos e em desenvolvimento quanto dentro dos países, particularmente na América Latina e na África Subsaariana (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, 2001).

No entanto, na maioria das regiões, a renda *per capita* apresentou um crescimento apenas marginal, com exceção da Europa e da América do Norte. Segundo a Organização das Nações Unidas (2000), 3,5 bilhões de pessoas de países considerados como de baixa renda ganham menos que 20% da renda mundial, ao passo que 1 bilhão de pessoas que vivem em países desenvolvidos ganham 60% dessa renda. A relação entre a renda dos países onde vivem os 20% mais ricos da população do planeta e a dos países onde vivem os 20% mais pobres também aumentou – 30:1 (30 pessoas ricas por 1 pessoa pobre) em 1960; 60:1 em 1990; e 74:1 em 1997 (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1999).

A Tabela 1 mostra as taxas de crescimento do PIB no mundo e nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, na qual verifica-se que em 2005 todas as regiões do mundo sofreram uma desaceleração do ritmo de crescimento. Tanto a economia americana como a da área do Euro registraram taxas menores com relação às taxas de 2004: no primeiro ampliou 3,5% em 2005 após 4,2% em 2004, enquanto na área do Euro cresceu, em 2005, 1,3%, contra 2,1% no ano anterior. Observa-se que os países em desenvolvimento vêm, nos últimos anos, crescendo mais que os países desenvolvidos. Em média, no período de 2002 a 2005, os países em desenvolvimento cresceram aproximadamente 190% a mais que os países desenvolvidos, sendo que no ano de 2002 este crescimento foi de 231%. Mas, percebe-se claramente que a média da taxa de crescimento do PIB dos países em desenvolvimento, vem sendo empurrada pelo crescimento da China (9,7%), que está bem acima das regiões da América Latina e Caribe (2,9%) e do Bloco G-20 (3,9%).

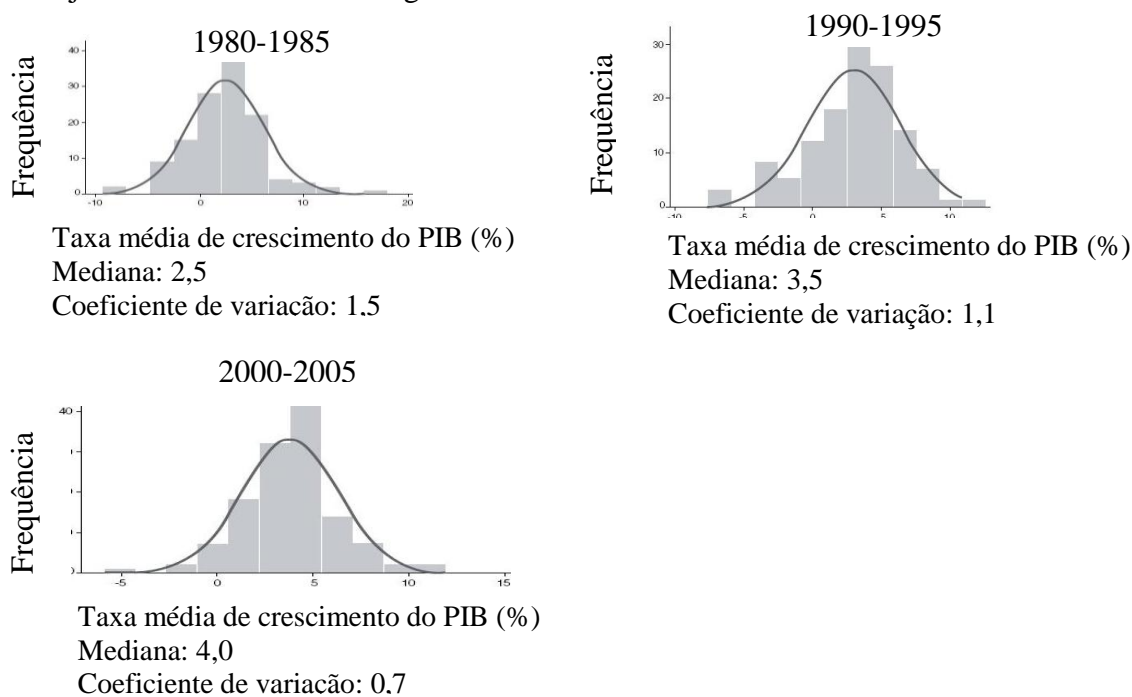
Tabela 1 – Taxas de crescimento do PIB mundial, 2002-2005

Países/Regiões	2002	2003	2004	2005	Média
Mundo	1,8	2,7	4,0	3,5	3,0
Países desenvolvidos	1,2	1,9	3,1	2,6	2,2
Estados Unidos	1,6	2,7	4,2	3,5	3,0
Área do Euro	0,9	0,8	2,1	1,3	1,3
Japão	0,1	1,8	2,3	2,7	1,7
Países em desenvolvimento	3,7	5,2	6,8	6,2	5,5
América Latina e Caribe	-0,8	2	5,9	4,5	2,9
China	9,1	10	10,1	9,6	9,7
G-20*	0,9	3,3	6,1	5,4	3,9

* Crescimento do PIB do G-20 sem a China

Fonte: Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL), 2007.

Comparando a distribuição do crescimento nos países em desenvolvimento, no que diz respeito à média da primeira metade das últimas três décadas, conforme Figura 1, observa-se que ocorreu uma diminuição da divergência entre países, fato verificado através do coeficiente de variação (C.V.) que é uma medida de dispersão usada para comparar distribuições diferentes, o qual é obtido pela razão entre o desvio-padrão e a média aritmética. Quando o C.V. reduz de um período para outro significa que o PIB dos países em desenvolvimento estão se aproximando de uma média e que as disparidades existentes estão diminuindo. Outra variável importante para avaliar a redução das disparidades é a mediana. Medida de tendência central, é um valor que caracteriza as observações de uma determinada variável de tal forma que este número (a mediana) de um grupo de dados ordenados possa determinar que 50% da população tenha valores inferiores ou iguais à mediana e 50% da população terá valores superiores ou iguais à mediana. Através da mediana, verifica-se que realmente ocorreu uma redução das disparidades do crescimento do PIB entre os países em desenvolvimento, uma vez que, de um período para o outro, a mediana veio aumentando (Figura 1). Segundo a CEPAL (2007), o dinamismo notável das economias da China e da Índia, que cresceram em 2005 a taxas superiores a 9% e 8%, respectivamente, fomentou a melhoria das condições de troca dos países exportadores de produtos básicos, o que permitiu ao conjunto das economias emergentes sustentar taxas maiores de crescimento do PIB.



Fonte: Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL, 2007)

Figura 1 - Distribuição do crescimento nos países em Desenvolvimento

Embora tenha ocorrido desaceleração do ritmo de expansão dos países em desenvolvimento, passando de uma taxa média de 6,8% em 2004 a 6,2% em 2005, é importante salientar que nos últimos três anos estes países apresentaram um crescimento superior a 5%.

1.2. Caracterização dos países em desenvolvimento (G-20)

O Bloco G-20, criado em 2003, reúne os vinte e um maiores países em desenvolvimento do mundo com o principal intuito de fortalecer a economia dos mesmos e fazer frente ao G-7 (bloco que reúne os sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo). O G-20 possui uma vasta e equilibrada representação geográfica, sendo atualmente integrado pelos seguintes países: 5 da África (África do Sul, Egito, Nigéria, Tanzânia e Zimbábue), 6 da Ásia (China, Filipinas, Índia, Indonésia, Paquistão e Tailândia) e 10 da América Latina (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Cuba, Guatemala, México, Paraguai, Uruguai e Venezuela).

Apesar de o crescimento econômico dos países em desenvolvimento ter sido maior que o dos países desenvolvidos nos últimos anos, permanecem desigualdades de crescimento entre os países em desenvolvimento. No Bloco G-20, os países da Ásia vêm crescendo a ritmo mais acelerado que os demais países pertencentes a este bloco. Entre os anos 2000 a 2005 o crescimento do PIB do Bloco G-20 de modo geral foi de 3,7%, enquanto os países pertencentes à África, América Latina e Ásia, cresceram 2,7%, 2,8% e 5,7%, respectivamente. O crescimento do PIB da Ásia é influenciado pelo grande crescimento da China e da Índia nos últimos anos (Tabela 2).

Tabela 2 - Crescimento do PIB para o G-20 - Anual (%)

Países/Continentes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Média
Bloco G-20	3,6	1,7	1,3	3,6	6,3	5,6	3,7
África	2,2	2,6	2,3	2,7	3,4	3,3	2,7
América Latina	2,8	1,0	-2,2	2,1	7,0	5,8	2,8
Ásia	5,7	2,2	5,4	6,5	7,3	7,0	5,7

Fonte: Banco Mundial (2007b).

Essas divergências de crescimento e suas conseqüências mostram a importância dos estudos que analisam o crescimento econômico dos países em desenvolvimento, em especial dos pertencentes ao G-20, levando em consideração as diferenças sociais e econômicas internas e buscam identificar as causas relacionadas a esse comportamento desigual em termos comparativos com as economias desenvolvidas.

Apesar do rápido crescimento de algumas nações em desenvolvimento, a maior parte da renda mundial ainda é gerada por um grupo relativamente pequeno de economias, os países desenvolvidos, enquanto os países em desenvolvimento enfrentam diversas barreiras para garantir o crescimento econômico.

A Tabela 3 mostra a taxa de crescimento do PIB *per capita* dos países do G-20 e do G-7, corrigida pelo deflator do PIB (ano base 2000) no período de 1980 a 2003. Verifica-se que, em termos médios, o crescimento do bloco G-20 sempre ficou abaixo do observado no G-7, exceto no subperíodo 1990-1999. Na década de 1980, o G-20 apresentou a pior diferença no índice em relação ao G-7, com crescimento de 1,38% a.a do PIB *per capita*, frente ao crescimento de 2,16% a.a. do G-7. A taxa média de crescimento do PIB *per capita* nos países do Bloco G-20, no período de 1980 a 2003, foi de 1,77% a.a, e nos países do Bloco G-7, de 1,83% a.a.

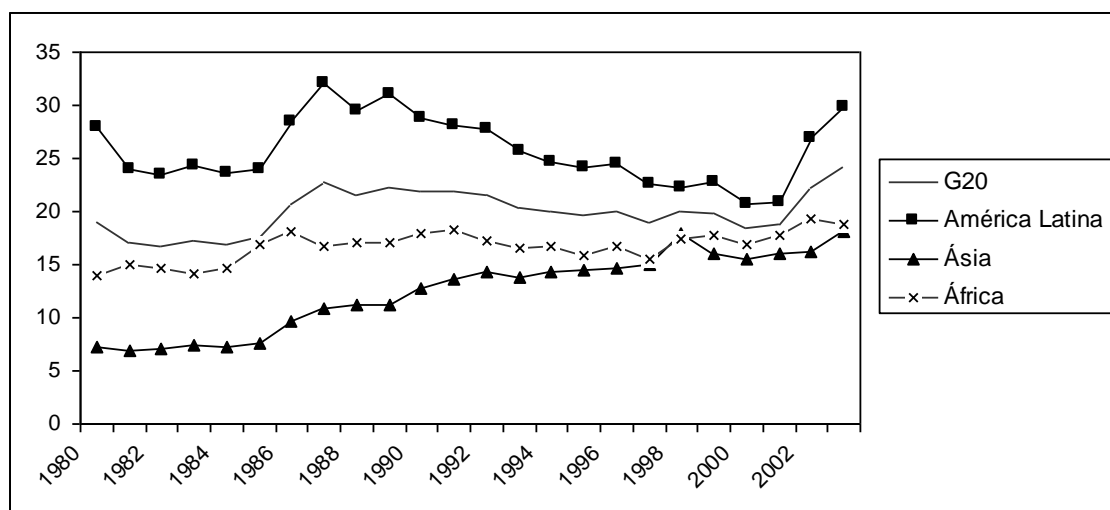
No Bloco G-20 existe uma importante variação do PIB *per capita*, entre os diferentes países pertencentes ao bloco, devido ao fato de o continente Asiático ter apresentado os maiores índices de crescimento do PIB *per capita* em relação aos continentes Latino Americano e Africano. Entre os países do G-20 que pertencem ao continente asiático, a China, Tailândia e a Índia, cresceram em média 8,37%, 4,45% e 3,60%, respectivamente. A América Latina apresentou, por outro lado, durante todo o período, o pior índice. Bolívia, Guatemala e Uruguai foram os países que menos cresceram, ou seja, no período compreendido entre 1980 e 2003 estes países decresceram, apresentando taxas médias negativas de 0,16% e 0,14%. Por outro lado, Chile e Cuba, foram os destaques, cresceram em média 2,90% e 2,32%, respectivamente. Dos países pertencentes à África, o Egito foi o que apresentou o maior crescimento, 3,02%, em média, enquanto Zimbábue apresentou taxa positiva apenas na década de 1980, tendo decrescido em média 0,66% durante o período (Tabela 3).

Tabela 3 - Taxa média de crescimento do PIB *per capita*, 1980-2003

Países/continentes	1980-1989	1990-1999	2000-2003	1980-2003
G-20	1,38	2,11	1,41	1,77
África	0,67	2,00	0,77	1,28
África do Sul	0,61	0,31	2,94	0,96
Egito	3,40	3,10	1,84	3,02
Nigéria	-0,51	0,55	2,88	0,59
Tanzânia	-1,42	6,27	2,76	2,48
Zimbábue	1,29	-0,25	-6,56	-0,66
América Latina	0,23	1,22	0,42	0,66
Argentina	-2,31	3,33	-0,90	0,23
Bolívia	-2,07	1,37	0,77	-0,16
Brasil	1,46	-0,41	0,69	0,55
Chile	1,16	4,78	2,63	2,90
Cuba	6,71	-2,56	3,52	2,32
Guatemala	-1,25	0,96	-0,12	-0,14
México	-0,22	1,53	1,21	0,76
Paraguai	1,35	-0,22	-1,72	0,18
Uruguai	-0,04	3,33	-1,80	0,95
Venezuela	-2,50	0,04	-0,04	-0,99
Ásia	3,89	3,69	3,59	3,76
China	7,61	9,49	7,64	8,37
Filipinas	0,04	0,94	2,83	0,96
Índia	3,65	3,53	3,63	3,60
Indonésia	3,16	2,65	2,51	2,83
Paquistão	3,71	1,39	1,59	2,36
Tailândia	5,18	4,17	3,34	4,45
G-7	2,16	1,64	1,55	1,83
Alemanha	1,56	1,81	1,05	1,56
Canadá	1,82	1,53	2,05	1,75
Estados Unidos	2,06	2,20	1,55	2,01
França	1,98	1,46	1,66	1,71
Inglaterra	2,34	1,87	2,38	2,16
Itália	2,31	1,32	1,17	1,69
Japão	3,07	1,29	1,01	1,95

Fonte: Elaborada pela autora com dados do *Penn world table* versão 6.2 e *United Nations Statistics Division*.

A Figura 2 mostra a evolução do PIB real *per capita* médio para os países do G-20¹, deflacionado pelo deflator do PIB (ano base 1990) no período de 1980 a 2003, em relação ao PIB real *per capita* dos países do G-7. Verifica-se o baixo nível do PIB real *per capita* do G-20 relativo ao do G-7. No subperíodo de 1980-1989, o PIB real *per capita* deste grupo representava apenas 19,16% do G-7, valor que registra o pior desempenho relativo, tendo alcançado no subperíodo 2000-2003, 20,88%.



Fonte: Elaborada pela autora com dados do *Penn world table*.

Figura 2 - PIB real *per capita* para os países do G-20 relativo ao G-7.

Observa-se ainda que, na década de 1990, o G-20 apresentou pequena recuperação *vis-à-vis* ao G-7, mas voltou a ter desempenho baixo nos últimos anos da década referida e nos anos de 2000 e 2001. Essa característica do crescimento do Bloco G-20 está de acordo com o posicionamento de Easterly (2001), segundo o qual, apesar da melhora de variáveis macroeconômicas, os anos de 1990 foram considerados perdidos em termos de crescimento para os países em desenvolvimento.

O desempenho de China e Índia, dentre os países em desenvolvimento, vêm sendo, nos últimos anos, destaque na economia global. O Banco Mundial (2007a), chegou a considerá-lo como um "crescimento alto e sustentável" e atribuiu a estas nações a capacidade de beneficiar aquelas com as quais mantêm relações comerciais. Ainda segundo o Banco Mundial (2007a), apesar das melhorias das condicionantes econômicas internas e do fortalecimento dos laços regionais, países pobres e muitos daqueles em desenvolvimento seguem vulneráveis a qualquer desaceleração das

¹ Na amostra não constam os valores do PIB *per capita* da Tanzânia.

economias desenvolvidas e à volatilidade dos mercados financeiros e dos produtos básicos em nível internacional. Nos próximos anos, os países em desenvolvimento deverão continuar conquistando novos mercados, impulsionados por uma maior demanda da China, Índia e Rússia.

Segundo Boisier (1980), a grande maioria dos trabalhos de pesquisa envolvendo a questão do crescimento econômico concentra suas críticas, particularmente, nos países em desenvolvimento, no caráter mecanicista da prática do planejamento regional, no que diz respeito às teorias subjacentes e às estratégias que delas derivam, com pequenas concessões para as características reais dos países ou regiões onde as mesmas são aplicadas.

Desta forma, ao se estudar o crescimento econômico de um conjunto de países, deve-se levar em conta as especificidades de cada um responsável por provocar alterações nas variáveis que afetam o crescimento econômico.

1.3. Problema e sua importância

A gravidade da desigualdade de distribuição de renda nos países em desenvolvimento, assim como as conseqüências do baixo crescimento econômico têm sido amplamente analisadas. Em geral, investigações sobre o crescimento econômico dos países em desenvolvimento adquirem importância, uma vez que nestes países a questão distributiva está intimamente relacionada às características estruturais e institucionais, além das implicações socioeconômicas e da equidade.

Barros e Mendonça (1997) consideram que a redução no grau de pobreza de uma sociedade requer o crescimento econômico e declínio no grau de desigualdade. Este fato é, certamente, uma das principais razões pelas quais os objetivos das políticas públicas centram-se na busca do crescimento e da igualdade.

Desta forma, nota-se que um dos requisitos básicos para a melhoria do nível de vida da população é o crescimento econômico, ou seja, se uma economia não cresce, os indivíduos que a compõem têm uma perda de bem-estar. A taxa de crescimento de uma economia é um indicador essencial para que se conheça o seu dinamismo e as possibilidades de melhoria de vida da população.

A explicação das causas do baixo crescimento de uma economia, mesmo que em relação a outras, especialmente por um longo período de tempo, está muito distante de algum consenso na literatura econômica. Muitos autores associam o fraco desempenho

das economias as suas instituições e histórias de colonização, ou às questões geográficas (SACHS, 2001, 2003), ao grau de integração comercial com mercados internacionais (KRUEGER, 1998), ou ainda, a fatores ligados ao acúmulo de capital humano (ROMER, 1986, 1994; BARRO, 1997; GLAESER ET AL., 2004).

Assim, o crescimento econômico apresenta-se hoje como uma questão central no debate sobre política econômica dos países em desenvolvimento, cujo principal aspecto refere-se à performance do crescimento da renda. Os formuladores de políticas têm, dessa forma, a preocupação em adotar a política coerente para seu país, para que o mesmo alcance um melhor desempenho econômico.

A política econômica, um dos componentes do crescimento econômico, é o conjunto de medidas tomadas pelo governo de um país, com o objetivo de atuar e influir sobre os mecanismos de produção, distribuição e consumo de bens e serviços, e pode ser classificada em políticas: estruturais e institucionais, de estabilização, e de condições externas, que em conjunto geram crescimento do PIB dos países. Assim, a tarefa do "tomador de decisão" deve levar em consideração as diferenças de cada país, ao implementar políticas para promover o crescimento econômico.

Alguns estudos como o de Easterly, Loayza e Montiel (1996), Lora e Barrera (1997) e Fernández-Arias e Montiel (1997) tratam especificamente da relação entre políticas econômicas e crescimento econômico, em especial na América Latina.

As políticas estruturais e institucionais são aquelas que têm efeitos na diminuição da desigualdade de renda, incluindo a geração de emprego e renda. As reformas estruturais e institucionais mais comuns estão relacionadas aos indicadores de investimento e ao mercado comercial externo.

Já as políticas de estabilizações são ações governamentais que visam afetar o nível da demanda agregada na economia e, conseqüentemente, a geração da renda nacional. Esta política pode ser mensurada através dos índices de inflação e da taxa de câmbio.

Segundo Lacerda (2007), a política externa deve ser um componente estratégico do desenvolvimento econômico e, mais precisamente, devem corresponder ao objetivo de promover o desenvolvimento, o que tem sido a prática da imensa maioria dos países ricos ou em desenvolvimento no que se refere as suas estratégias.

Nos países em desenvolvimento, o desafio é ampliar a inserção externa, do ponto de vista do ingresso de investimentos estrangeiros e investimentos nacionais no exterior, comércio internacional, tecnologia, dentre outros pontos de relevância, para

estimular o desenvolvimento e atingir um crescimento econômico juntamente com a elevação do nível e da qualidade de vida das populações, com justiça social (AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO, 2007).

Outra questão importante a ser considerada quando se refere ao crescimento econômico é a hipótese de convergência de renda *per capita*, que pode ser sintetizada como uma tendência de diminuição progressiva no tempo das diferenças entre as rendas relativas de economias ricas e pobres. A convergência é uma das principais previsões do modelo neoclássico de crescimento proposto por Solow (1956) e Swan (1956), sendo uma consequência do pressuposto da existência de retornos decrescentes para os fatores de produção. Isto implica que a produtividade do capital seja maior em economias relativamente mais pobres, o que levaria a uma maior taxa de crescimento nas economias com um estoque de capital mais baixo e, com o passar do tempo, a progressiva redução na diferença entre taxas de crescimento levaria a uma convergência para mesmos níveis estáveis de crescimento e renda.

Os estudos do crescimento econômico a partir da convergência de renda são particularmente relevantes, uma vez que postulam que um aumento na renda *per capita* de uma economia, seja de um país, estado ou município, está quase sempre associado a melhorias nas condições de vida de sua população.

Com base nas questões abordadas, pretendeu-se, nesta pesquisa, analisar os componentes do crescimento econômico considerando as políticas econômicas dos países em desenvolvimento, especificamente do Bloco G-20, e a convergência de renda desses países, verificando a semelhança entre eles no que se refere aos padrões de crescimento econômico, as tendências regionais comuns e se as características de crescimento do bloco são compartilhadas por outras regiões. No que se refere ao crescimento econômico, foram consideradas as variáveis estruturais e institucionais, de estabilização e de condições externas. Nesta pesquisa, a proposta foi analisar a convergência de renda do Bloco G-20, proposta em que os países mais pobres crescessem a taxas mais altas do que os mais ricos, traz uma perspectiva de melhoria de condições econômico-sociais para um conjunto de países marcado por grande disparidade de renda.

Uma distribuição mais igualitária da renda é determinante no nível de qualidade de vida, sendo importante para que as condições de desenvolvimento em todos os países do G-20 sejam similares, com poucas disparidades entre si, já que considera que o crescimento econômico fator fundamental ao desenvolvimento e promoção humana.

Partindo-se das evidências de que os países pertencentes ao G-20 apresentam grandes diferenças culturais, econômicas e sociais, nesta pesquisa, estes países foram separados em grupos homogêneos para, a partir daí, analisar o crescimento econômico desses grupos específicos.

Os resultados dessa análise são importantes contribuições para a identificação dos componentes do crescimento econômico dos grupos de países homogêneos do bloco G-20 e das possibilidades de geração de melhores condições econômicas com base em critérios que atendam às características de cada país, levando em consideração as suas diferenças e a probabilidade de convergência de renda dos mesmos.

1.4. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar os principais componentes do crescimento econômico e a convergência de renda dos grupos homogêneos dos países do Bloco G-20 no período de 1990 a 2004.

Especificamente, pretende-se:

- a) Identificar os países homogêneos do Bloco G-20 quanto ao Índice de Competitividade Global;
- b) Determinar a taxa da Produtividade Total dos Fatores (PTF) para os países dos grupos homogêneos do Bloco G-20;
- c) Analisar as variáveis que contribuem para o crescimento econômico dos países do Bloco G-20 por grupo homogêneo; e
- d) Verificar a ocorrência de convergência/divergência de renda entre os países do Bloco G-20 considerando os grupos homogêneos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO²

O referencial teórico deste estudo foi baseado nas teorias de crescimento dos modelos de Solow sem capital humano e com capital humano, Produtividade Total dos Fatores (PTF) e Convergência de Renda que estão descritas abaixo.

2.1. Modelo de Solow sem capital humano

Os determinantes do crescimento econômico de longo prazo são um dos temas macroeconômicos mais importantes ao lado de outros como a inflação, desemprego e distribuição de renda. Diversos foram os modelos construídos a fim de explicar este fenômeno e, a despeito das diferenças existentes entre as abordagens e sobre o efeito causal das diferentes variáveis sobre o crescimento, existem alguns pontos consensuais.

A teoria neoclássica do crescimento econômico coloca como central os esforços em termos de sistematização e modelagem feitos por Robert Solow. Para este autor, o crescimento do produto nacional é tido em como função da quantidade de trabalho e de capital disponível em determinada região, supondo-se os recursos naturais como dados (ou fixos).

O modelo básico de Solow é construído a partir de duas equações: a primeira representa uma função de produção que descreve a maneira como insumos produtivos podem ser combinados para gerar produto; a segunda, é uma equação de acumulação de capital.

Para que o modelo possa ser apresentado em uma forma simplificada, os insumos produtivos são agrupados em duas categorias apenas: capital (K) e trabalho

² Algumas fórmulas apresentadas nesta seção encontram-se deduzidas no Apêndice.

(L). Ainda, representa-se o produto gerado pela combinação desses insumos como (Y). Utilizando-se uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, o modelo básico de Solow pode ser escrito como:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

em que o parâmetro α é um número entre 0 e 1. Nota-se que a função especificada em (1) apresenta retornos constantes à escala, ou seja, se a quantidade de todos os insumos for multiplicada por uma constante t , o produto (Y) também será multiplicado por essa constante. O modelo pressupõe ainda que, sob a hipótese de concorrência perfeita, as inúmeras empresas nessa economia, que são tomadoras de preço, pagam um salário w aos trabalhadores por cada unidade de trabalho, e um aluguel r a cada unidade de capital em um determinado período.

Uma vez que os modelos de crescimento econômico têm o objetivo principal de explicar o nível do produto por trabalhador ou o produto *per capita* de uma nação, a função de produção descrita em (1) pode ser reescrita em termos de produto por trabalhador, $y \equiv Y/L$, e de capital por trabalhador, $k \equiv K/L$:

$$y = k^\alpha \quad (2)$$

em que a equação (2) descreve uma função de produção apenas em termos do nível de capital, de maneira que mais produto será gerado quanto maior for a quantidade de capital por trabalhador. Entretanto, há retornos decrescentes ao capital por trabalhador e a cada unidade adicional de capital dada a um trabalhador, o produto gerado por essa última unidade é cada vez menor.

Além da equação da função de produção, a segunda equação do modelo de Solow descreve a maneira pela qual ocorre a acumulação do capital, conforme pode ser verificado a seguir:

$$\dot{K} = sY - dK \quad (3)$$

A equação (3) define que a variação no estoque de capital, dada por \dot{K} , é igual ao montante do investimento bruto, sY , menos o montante da depreciação que ocorre durante o processo produtivo, dK .

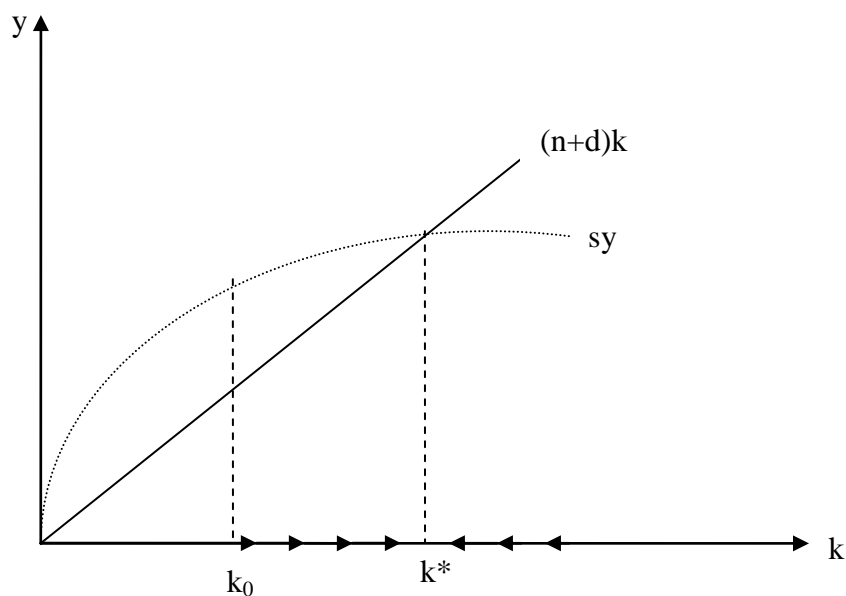
O primeiro termo do lado direito da equação (3) estabelece que, de acordo com Solow, os trabalhadores/consumidores poupam uma fração (s) constante de sua renda combinada de salários e aluguéis. Considerando uma economia fechada, tem-se que a

poupança se iguala ao investimento, e a única utilização do investimento nessa economia é a acumulação de capital, que é alugado às empresas. O segundo termo indica que uma fração (d) constante do estoque de capital se deprecia a cada período independente da quantidade produzida. Então, a equação que descreve a acumulação de capital em termos de capital por trabalhador pode ser escrita como:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \quad (4)$$

em que n é a taxa de crescimento populacional. Assim, a variação no capital por trabalhador é determinada, a cada período, por três termos: o investimento por trabalhador, sy , que aumenta k , enquanto a depreciação dk por trabalhador reduz k . Nota-se, a partir de (4), que k é reduzido pelo crescimento populacional, o que é indicado pelo termo nk . A cada período aparecem nL novos trabalhadores que não existiam no período anterior. Portanto, se não houver novos investimentos nem depreciação, o estoque de capital por trabalhador se reduzirá devido ao aumento da força de trabalho. O montante da redução será exatamente nk , como se pode verificar fazendo \dot{k} igual a zero.

A partir dessas considerações, pode-se analisar como evolui ao longo do tempo o produto por trabalhador, ou seja, quanto cresce uma economia. Para tanto, faz-se necessário apenas representar, num mesmo gráfico, os dois termos do lado direito da equação (4), o que dá origem ao gráfico básico de Solow, representado pela Figura 3.



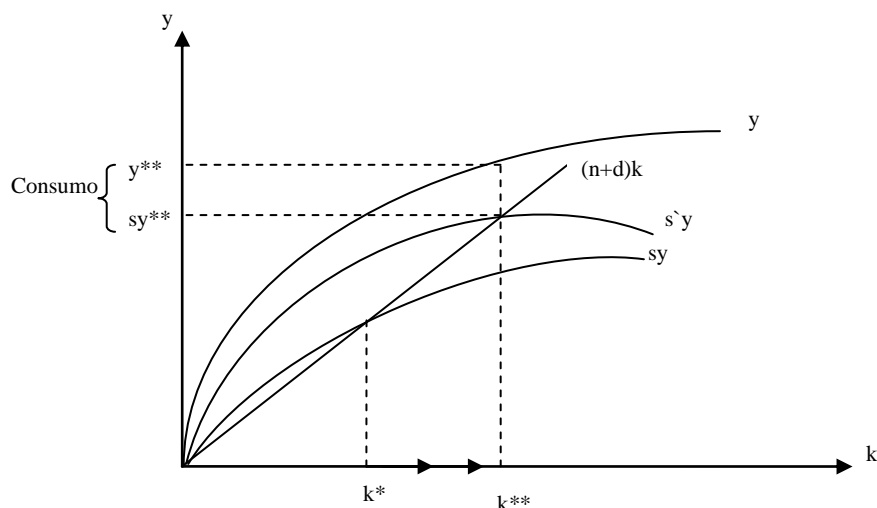
Fonte: Jones (2000).

Figura 3: Função de Produção, segundo modelo Básico de Solow.

A curva s_y representa o montante de investimento *per capita*, enquanto a curva $(n+d)k$ é uma linha constante que representa o novo investimento *per capita* necessário para manter constante o montante de capital por trabalhador, isto é, o desgaste do capital por depreciação ou pelo uso. O gráfico de Solow representa ainda o ponto em que o montante de capital por trabalhador permanece constante, ponto representado por k^* e chamado de estado estacionário. À esquerda de k^* , o crescimento do capital é maior que o da mão-de-obra, isto é, o investimento *per capita* é maior que o uso de capital, ocorrendo, portanto, acumulação do capital. É presumível, assim, que as economias se movam por sua função de produção em direção a k^* , usando métodos de produção mais intensivos em capital. À direita de k^* , o investimento *per capita* é menor que o desgaste do capital, portanto, o crescimento do capital é menor que o trabalho, e as economias utilizam técnicas de produção mais intensivas em mão-de-obra.

Qualquer política governamental que incentive o crescimento econômico, de acordo com esse modelo, só teria impacto em curto prazo, pois os retornos marginais decrescentes fariam com que a taxa de crescimento do capital voltasse a zero, não afetando a taxa de crescimento de longo prazo. A suposição de convergência deriva do retorno marginal decrescente do capital, indicando que países com maior estoque de capital inicial tendem a crescer menos em relação àqueles com menor estoque (BARRO E SALA-I-MARTIN, 1995).

Nesse sentido, quando a economia atinge o seu estado estacionário (k^*) ocorre o fim do aprofundamento do capital, ponto no qual o estoque de capital por trabalhador é constante (Figura 3). Após atingir esse ponto, se for aumentada a taxa de investimento permanente de s para s' , a curva s_y deslocará até $s'y$, fazendo com que a economia cresça. Dado o valor corrente do estoque de capital k^* , o investimento *per capita* é agora superior ao montante necessário para manter constante o capital por trabalhador, reiniciando-se o aprofundamento do capital. Esse aprofundamento ocorre até o ponto em que $s'y = (n+d)k$ e o estoque de capital por trabalhador aumenta para k^{**} (novo ponto estacionário). Assim, com a função de produção y , o aumento dos investimentos em todos os setores eleva o capital por trabalhador, aumentando o produto *per capita* e tornando a economia mais rica, comparativamente ao período anterior (Figura 4).



Fonte: Jones (2000).

Figura 4: Função de Produção com aumento na taxa de investimento (Modelo Básico de Solow).

A partir do valor de \dot{k} e da função de produção agregada apresentada na equação (2) pode-se determinar, para a economia, o valor de seu produto (y) no estado estacionário.

Sendo y^* o valor do produto *per capita* no estado estacionário, a parcela não poupada ou, alternativamente, não investida, equivale ao valor do consumo por trabalhador, uma vez que a parcela da renda não poupada só pode ser destinada aos gastos de consumo. A partir da definição do estado estacionário, pode-se chegar à equação do produto *per capita* de uma economia nesse ponto. Conforme mostrado por Jones (2000), essa equação é dada por:

$$y^* = \left(\frac{s}{n+d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (5)$$

Portanto, a partir do modelo básico de Solow chegam-se às seguintes conclusões:

1º) países que apresentam altas taxas de poupança tenderão a ser mais ricos, *ceteris paribus*;

2º) esses países acumulam mais capital por trabalhador, o que significa maior produto;

3º) países com elevadas taxas de crescimento populacional tendem a ser mais pobres;

4º) nesses países é necessária uma fração maior das poupanças apenas para manter constante a razão capital-produto face ao aumento da população;

5º) não há crescimento econômico no estado estacionário.

No entanto, para gerar crescimento sustentado na renda *per capita* no modelo de Solow deve-se introduzir o progresso tecnológico, o que é feito acrescentando-se uma variável de tecnologia, denotada por A , à função de produção:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (6)$$

Incluída desse modo na função de produção, diz-se que a variável tecnológica A é “aumentadora de trabalho” ou “Harrod-neutra”. Assim, ocorre progresso tecnológico quando A aumenta ao longo do tempo – uma unidade de trabalho, por exemplo, é mais produtiva quando o nível da tecnologia é mais elevado.

Uma hipótese importante no modelo de Solow é que o progresso tecnológico é determinado exogenamente, independente de outros acontecimentos que estejam afetando a economia. A única suposição feita a tal processo é que a tecnologia cresce a uma taxa constante, da seguinte forma:

$$A = A_0 e^{gt} \quad (7)$$

em que g é um parâmetro que representa a taxa de crescimento da tecnologia.

Segundo Jones (2000), uma situação em que capital, produto, consumo e população crescem a taxas constantes é denominada trajetória de crescimento equilibrado. No modelo de Solow com tecnologia, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem, ambos, à mesma taxa de crescimento (g) do progresso tecnológico exógeno. Portanto, o modelo com tecnologia revela que o progresso tecnológico é a fonte do crescimento *per capita* sustentado.

A análise do modelo de Solow com tecnologia é muito semelhante àquela feita para o modelo básico. A única diferença é que a variável k deixa de ser constante em longo prazo, de modo que a nova variável estacionária é dada por:

$$\tilde{k} \equiv K / AL \quad (8)$$

em que a variável \tilde{k} representa a razão entre capital por trabalhador e tecnologia, o que denomina-se como razão “capital-tecnologia”. Dessa forma, a função de produção agregada deve ser reescrita como:

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha \quad (9)$$

em que $\tilde{y} \equiv Y/AL = y/A$ é a “razão produto-tecnologia”. A partir de então, a equação que descreve a acumulação de capital deve ser modificada para:

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k} \quad (10)$$

Resolvendo o modelo de Solow com tecnologia, apresentado pela equação (6), para o estado estacionário, obtém-se:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n + g + d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (11)$$

A partir da equação (11) conclui-se que o produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado é determinado pela tecnologia, pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional; as mudanças de política aumentam as taxas de crescimento, mas apenas temporariamente ao longo da trajetória de transição rumo ao novo estado estacionário, isto é, as mudanças de políticas não têm efeito de crescimento no longo prazo. Estas mudanças na política podem ter efeitos sobre o produto *per capita*, isto é, uma mudança de política permanente pode aumentar (ou diminuir) permanentemente o nível do produto *per capita*.

De acordo com o modelo de Solow, o maior investimento e o menor crescimento populacional permitem maior acumulação de capital por trabalhador e, assim, aumentam a produtividade da mão-de-obra, o que resulta em maior renda *per capita*.

O crescimento sustentado da renda *per capita* ocorre como resultado do progresso tecnológico: sem progresso tecnológico, o crescimento *per capita* acabará na medida em que começarem a manifestar-se os retornos decrescentes ao capital. Entretanto, o progresso tecnológico pode compensar a queda do produto marginal do capital e, a longo prazo, os países crescerem à taxa do progresso tecnológico.

2.2. Modelo de Solow com capital humano

Em 1992, Mankiw, Romer e Weil, concluíram que o modelo de Solow apresentava um bom desempenho no que se refere ao ajustamento ao mundo real. Entretanto, os autores sugeriram que tal ajustamento poderia ser melhorado ao se incorporar o capital humano, ou seja, reconheceram que a mão-de-obra de diferentes economias tem diferentes níveis de instrução e qualificação.

A incorporação do capital humano (H) ao modelo de Solow é feita da seguinte forma:

$$Y = K^\alpha (AH)^{1-\alpha} \quad (12)$$

em que A representa a tecnologia aumentadora de trabalho que cresce a uma taxa exógena, g .

Numa economia, as pessoas acumulam capital humano (H) ao dedicarem tempo ao aprendizado de novas habilidades, abdicando-se do trabalho, da seguinte maneira:

$$H = e^{\psi u} L \quad (13)$$

em que u (constante determinada exogenamente) representa a parcela da população que dedica o seu tempo ao aprendizado (qualificação da mão-de-obra) e ψ é uma constante positiva que indica que um acréscimo marginal em u aumenta H de ψ %.

Reescrevendo a equação (12) em termos *per capita*, tem-se:

$$y = k^\alpha (Ah)^{1-\alpha} \quad (14)$$

Ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, y e k crescerão à taxa do progresso tecnológico (g).

Incorporando a equação de acumulação do capital ao modelo (14) e resolvendo para o estado estacionário, tem-se:

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n + g + d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} hA(t) \quad (15)$$

De acordo com (15), pode-se verificar que os países são ricos porque têm altas taxas de investimento em capital físico, s_K , dispõem de uma parcela considerável de tempo acumulando habilidades ($h = e^{\psi u}$), têm baixas taxas de crescimento populacional e altos níveis de tecnologia, A . No estado estacionário, o produto *per capita* cresce à taxa do progresso tecnológico (g), como no modelo de Solow sem capital humano.

O modelo neoclássico de crescimento destaca o progresso tecnológico como motor de crescimento, mas o considera *exógeno*. Muitas linhas de pesquisa foram desenvolvidas a partir dos anos 80 visando a mudança deste ponto de vista. Nessas novas abordagens, agrupadas sob a denominação de Novas Teorias do Crescimento Endógeno, o progresso tecnológico foi tratado como uma variável endogenamente determinada, ou seja, passou a ser entendido como fruto de investimentos propositais em pesquisa e desenvolvimento. Além disso, essa nova proposta considerava a geração de externalidade e levava em conta a inter-relação do crescimento com fatores educacionais, legais (patentes) e políticos.

Segundo Thirlwall (2005), o surgimento desta nova teoria foi influenciado por diversos fatores: primeiro, a maior preocupação com o desempenho econômico das regiões mais pobres do mundo e, em particular, com as grandes diferenças entre continentes e entre países, com o Sudeste Asiático disparando na frente, a África ficando para trás e a América do Sul em algum ponto intermediário; segundo, pela maior disponibilidade de dados padronizados sobre os países nos quais se realizam pesquisas; e terceiro, por estudos que mostram a não convergência de renda *per capita* dos vários países na economia mundial, como, por exemplo, o estudo de Baumol (1986), o que contraria a previsão da teoria neoclássica do crescimento, baseada no pressuposto dos rendimentos decrescentes do capital.

A teoria do Crescimento Endógeno não supõe que o crescimento se dá em decorrência de melhorias tecnológicas automáticas e não modeladas (exógenas), mas sim que o progresso ocorreria quando empresas ou inventores maximizadores de lucro procurassem obter novas formas de auferir lucro. Desse modo, melhorias tecnológicas e o próprio processo de crescimento são entendidos como um resultado endógeno da economia.

Nessa corrente de estudos, destaca-se uma série de artigos publicados por Paul Romer, dentre os quais pode-se citar “*Endogenous Technological Change*”. O modelo de Romer torna endógeno o progresso tecnológico. Segundo Jones (2000), ao contrário dos modelos neoclássicos de Solow e Solow com capital humano (H), que poderiam ser aplicados a diferentes países, o modelo de Romer descreve os países avançados do mundo como um todo, sendo o progresso tecnológico movido pela pesquisa e desenvolvimento (P & D) no mundo avançado.

Como no modelo de Solow, há dois elementos principais no modelo de Romer de mudança tecnológica endógena: uma equação que descreve a função de produção e um conjunto de equações que descrevem a evolução dos insumos da função de produção a longo do tempo.

Há, entretanto, uma diferença importante em relação ao modelo de Solow: a função de produção agregada do modelo de Romer descreve como o estoque de capital, K , e o trabalho, L_y , se combinam para gerar o produto, Y , usando o estoque de idéias, A (nível de tecnologia):

$$Y = K^\alpha (AL_y)^{1-\alpha} \quad (16)$$

A função de produção da equação (16) apresenta retornos constantes à escala para K e L , mas, quando se considera o nível de tecnologia como um insumo, essa exibe retornos crescentes em relação aos três insumos.

As equações de acumulação do capital e do trabalho são idênticas àquelas do modelo de Solow. A equação-chave, que é nova, é a que descreve o progresso tecnológico.

No modelo de Romer, o crescimento de A foi tornado endógeno. Nesse modelo, $A(t)$ é o estoque de conhecimento ou o número de idéias inventadas ao longo da história até o momento t , e \dot{A} é o número de novas idéias geradas em qualquer ponto do tempo.

Na versão mais simples do modelo de Romer, \dot{A} é dado por:

$$\dot{A} = \bar{\delta} L_A \quad (17)$$

em que L_A é o número de pessoas que tentam descobrir novas idéias e $\bar{\delta}$ é a taxa à qual elas descobrem novas idéias.

A mão-de-obra está dedicada a gerar idéias ou produto, estando sujeita à seguinte restrição:

$$L_A + L_Y = L \quad (18)$$

A taxa de geração de novas idéias depende das idéias que já foram geradas. Por outro lado, talvez as idéias mais óbvias sejam descobertas primeiro e as idéias subseqüentes sejam cada vez mais difíceis de gerar, sendo $\bar{\delta}$ uma função decrescente de A . Assim, tem-se que:

$$\bar{\delta} = \delta A^\phi \quad (19)$$

Considera-se que a produtividade média da pesquisa dependa do número de pesquisadores. Reunindo essas hipóteses, tem-se que:

$$\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi \quad (20)$$

A equação (20) descreve a função de produção geral para as idéias.

O modelo de Romer segue os passos da versão neoclássica ao atribuir ao progresso tecnológico todo crescimento *per capita*, só que a taxa de crescimento de uma economia é determinada pelos parâmetros da função de produção de idéias e pela taxa de crescimento de pesquisadores que, em última instância, é dada pela taxa de crescimento da população:

$$g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi} \quad (21)$$

Uma comparação entre o modelo neoclássico e o modelo de Romer permite constatar que, enquanto para o primeiro uma taxa maior de crescimento populacional reduz o nível de renda ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, para o segundo uma população maior gera mais idéias, e como as idéias são não-rivais, todos na economia se beneficiam.

A conclusão de que a taxa de crescimento da economia está ligada à taxa de crescimento da população implica que, se a população (ou pelo menos o número de pesquisadores) parar de crescer, o crescimento a longo prazo se interrompe.

Outro modelo importante na Teoria do Crescimento endógeno é o modelo de Lucas (1988), que é baseado em capital humano e considera uma função de produção do seguinte tipo:

$$Y = K^\alpha (hL)^{1-\alpha} \quad (22)$$

em que h é o capital humano *per capita*.

Lucas supõe que o capital humano evolui de acordo com a seguinte expressão:

$$\dot{h} = (1 - u)h \quad (23)$$

em que u é o tempo despendido com o trabalho e $(1 - u)$ é o tempo despendido com a acumulação de qualificações. Assim, um aumento no tempo destinado à acumulação de capital humano aumentará a taxa de crescimento do capital humano em $(1 - u)$.

Nota-se que h insere-se na função de produção tal como a mudança tecnológica (A) aumentadora de trabalho do modelo original de Solow. O modelo de Lucas funciona exatamente como o modelo de Solow em que se chama A de capital humano e define-se a taxa de crescimento como $g = 1 - u$.

Portanto, no modelo de Lucas, uma política que conduz a um aumento permanente no tempo que as pessoas despendem obtendo qualificações gera um aumento permanente no crescimento do produto por trabalhador.

2.3. Produtividade Total dos Fatores

A literatura teórica e empírica sobre crescimento econômico e, em particular, sobre Produtividade Total dos Fatores (PTF) é bastante desenvolvida.

Historicamente, a produtividade tem sido mensurada com base na relação entre o produto e um único insumo, sendo conhecida como produtividade parcial do fator.

Nesse sentido, o mais comum é a medida de produtividade parcial do trabalho, mensurada como o produto por trabalhador ou o produto por horas trabalhadas.

Uma justificativa para o uso desta medida de produtividade é que a mesma não requer o cálculo do capital como o outro insumo, dados estes muitas vezes inexistentes e utilizados com *proxies* questionáveis. Contudo, a maior limitação é a medida do produto por unidade de trabalho ao invés de considerar todos os insumos combinados (VALLEJOS e VALDIVIA, 1998).

O primeiro autor, ao associar a função de produção agregada à produtividade foi Tibergen (1942). Entretanto, a contribuição principal para este tema foi dada por Solow (1956), ao criar uma ligação entre a função de produção e um número-índice de produtividade. Assumindo retornos constantes à escala, Solow utilizou um parâmetro de mudança Hicks-neutro, o que media a alteração na função de produção dados os níveis de capital e trabalho.

A partir daí, rearranjando os termos da função de produção, Solow obteve o que denominou de eficiência Hicksiana relativa, ou seja, um indicador mais geral de produto por unidade de insumo, o que posteriormente viria a ficar conhecido como Produtividade Total dos Fatores ou Resíduo de Solow, que reflete o progresso tecnológico e outros elementos que atuam como determinantes do crescimento econômico.

A todo o processo de obtenção da PTF, Solow (1957) e, posteriormente, Kendrick (1961), Denison (1962) e Jorgenson e Griliches (1969), denominou de "*growth accounting*" ou contabilidade do crescimento, uma técnica que divide o crescimento do produto em duas fontes: o crescimento, dada a variação de insumos, tais como investimento em capital, tamanho da força de trabalho ou educação; e o crescimento devido a PTF que, embora não seja diretamente observável, é obtido ao estimá-la como um resíduo. As elasticidades do produto em relação ao capital e trabalho também são obtidas através de estimação econométrica. Segundo Jorgenson (1995), a característica principal da Produtividade Total dos Fatores como fonte de crescimento econômico é que a renda gerada pela maior produtividade é externa às atividades que geram o crescimento econômico, relevando sua importância e fazendo a conexão entre o crescimento e a renda resultante da produtividade.

Quando a PTF é analisada, focaliza-se a atenção para dois tipos de observações: o primeiro refere-se à sua contribuição em termos percentuais para o crescimento do Produto e o segundo trata de seu comportamento ao longo do tempo.

Portanto, as especificidades do modelo, no que se refere às funções de produção e métodos de estimação diferentes, bem como períodos distintos e utilização de *proxies* diferentes para uma mesma variável, podem interferir nos resultados e, conseqüentemente, nas interpretações dos mesmos.

2.4. Convergência

A literatura a respeito de convergência leva em consideração a convergência absoluta, a condicional, e a convergência σ , essa última mais relacionada com a dispersão das rendas *per capita*.

Na década de 1980, a questão da convergência de renda gerou grandes controvérsias. Romer (1986) concluiu pela inexistência de convergência entre rendas de uma série de países de 1950 a 1980, afirmando que, por isso, havia necessidade de serem elaborados modelos que abandonassem a premissa dos rendimentos constantes à escala e assumissem retornos crescentes. Baumol (1986), utilizando uma série de dados de dezesseis países, constatou uma relação inversa e significativa entre a evolução da taxa média de crescimento da produtividade do fator trabalho e a acumulação do mesmo fator, no período compreendido entre 1870 e 1979, o que sugeria a convergência (JONES, 2000).

Em 1988, De Long publicou um artigo no qual afirmava que as conclusões de Baumol decorriam da escolha enviesada de um grupo de países que já havia dado indícios de convergência de renda, e que tal afirmação não se sustentaria caso fosse ampliada a amostra. Baumol e Wolff reestruturaram o estudo e concluíram que, embora o fenômeno da convergência não pudesse ser assumido como geral, era pertinente para determinados grupos de países, resultando o conceito de “clubes de convergências”, que afirmava haver determinados grupos de países ou regiões homogêneas onde é possível constatar a convergência de renda (ROMER, 1994).

A inclusão de modelos de economia aberta, como o de Barro e Sala-I-Martin (1995), buscou conciliar o modelo neoclássico de convergência condicional e o abandono da hipótese de economia fechada. Todo esse debate, conquanto não tenha permitido conclusões definitivas, levantou a hipótese de que as rendas *per capita* não convergem, necessariamente, para um ponto específico.

Segundo Galor (1996), a hipótese de convergência tem sido objeto de intensa controvérsia nos últimos anos, discussão em grande parte empírica, focando

principalmente a validade de quatro hipóteses:

a) Convergência absoluta: a renda *per capita* converge, a longo prazo, independente da condição inicial;

b) Convergência condicional: a renda *per capita* em países que possuem estrutura idêntica - preferências, tecnologia, taxa de crescimento populacional, políticas governamentais, dentre outros, convergem umas para as outras independentes da situação inicial;

c) Convergência σ : estará ocorrendo se a dispersão da renda *per capita* estiver diminuindo com o passar do tempo, ou seja: $\sigma_{t+T} < \sigma_t$, sendo que σ_t é desvio padrão do $\log(y_{i,t})$ no tempo t .

Galor (1996) sugere que, para atingir um melhor entendimento da teoria de crescimento econômico, é necessário analisar essas hipóteses mais a fundo.

2.4.1. Convergência σ e Absoluta.

Nessa seção, são discutidas duas concepções de convergência. A chamada β -convergência, relacionada a economias pobres crescendo mais rápido que economias ricas, com coeficiente β ligado à velocidade de convergência; e a σ -convergência, relacionada a uma redução no tempo da dispersão da renda ou produto *per capita*. É importante enfatizar que um β positivo não implica necessariamente em uma redução na dispersão, já que um β positivo tende a reduzir a dispersão, mas, por outro lado, choques negativos tendem a aumentá-la.

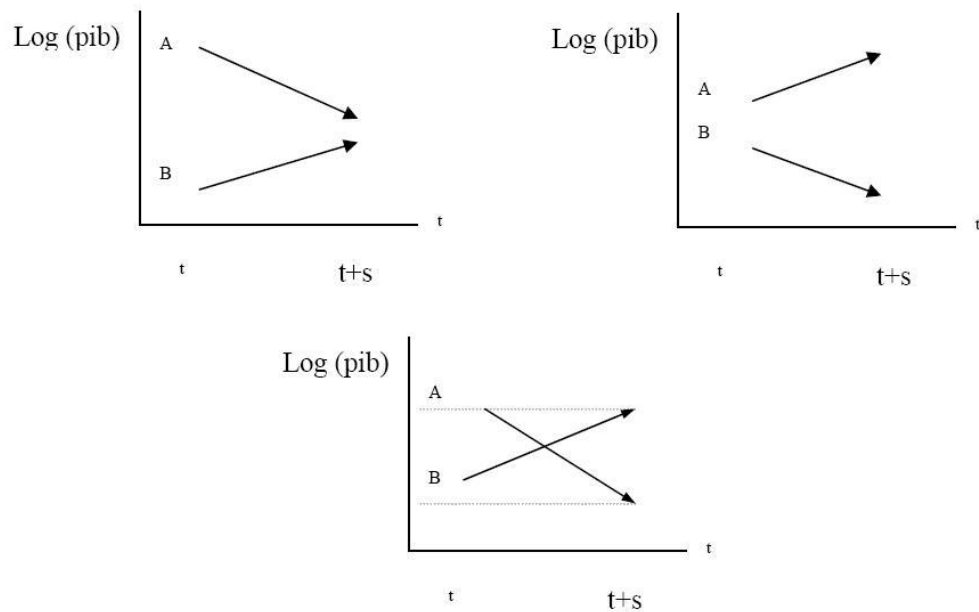
Como mencionado anteriormente, se $\sigma_{t+T} < \sigma_t$, a dispersão da renda *per capita* das economias estará diminuindo com o tempo (convergência sigma).

Uma análise criteriosa da Figura 5 mostra a ligação entre σ -convergência e β -convergência. Esses gráficos foram inspirados por Sala-i-Martin (1996) e traduzem a relação entre σ -convergência e β -convergência.

No primeiro gráfico, verifica-se que o logarítmico da renda *per capita* no período t é bastante diferente. No entanto, à medida que o tempo passa essas rendas tendem a convergir. Note-se que a dispersão entre elas também está diminuindo.

No segundo, não está acontecendo β -convergência e σ -convergência, sendo que a falta de β -convergência acarreta a falta de σ -convergência.

O caso mais interessante está demonstrado no terceiro gráfico. Nesse, pode-se constatar que a renda está sofrendo β -convergência, entretanto, as dispersões da renda não estão acontecendo.



Fonte: Machado (2004)

Figura 5: Evidências de convergência

Nas palavras de Sala-i-Martin (1996):

“The reason why the two concepts of convergence may not always show up together is that they capture two different aspects of world. σ -convergence relates to whether or not the cross-country distribution of world income shrinks over time. β -convergence, on the other hand, relates to the mobility of different individual economies within the given distribution of world income.”

Segundo Barro e Sala-i-Martin (1995), para determinar qual hipótese de convergência é a mais apropriada é relevante conhecer o objetivo da pesquisa. Supondo que o interesse seja determinar qual a velocidade e a extensão da aproximação da renda *per capita* da média entre as economias, então, a convergência β seria a mais apropriada. Contudo, supondo que o foco seja saber como a distribuição da renda *per capita* entre economias se comportou no passado ou irá comportar-se no futuro, a σ -convergência seria a mais indicada.

2.4.2. Convergência Absoluta e Condicional.

A falta de convergência absoluta entre países é uma questão importante. A dispersão (σ -convergência) não está diminuindo entre os países; ao contrário, está aumentando. Além disso, aqueles países que eram ricos continuam apresentando a maior taxa de crescimento. Todavia, Barro (1991), Mankiw, *et al.* (1992) e Barro e Sala-I-Martin (1995) salientam que a falta de convergência absoluta leva à hipótese de convergência condicional, não implicando rejeição dos modelos neoclássicos. Tal questão deve ser analisada e estudada por economistas e/ou políticos com a finalidade de guiar instituições internacionais na tentativa de mudar essa tendência.

Segundo Sala-i-Martin (1996), a dedução que está por trás dessa conclusão ou tendência pessimista é a seguinte: a hipótese de retornos decrescentes para o capital, implícita na função de produção, determina que a taxa de retorno (e, com isso, a sua taxa de crescimento) é muito grande quando o estoque de capital é pequeno e vice-versa. Se a única diferença entre as economias fosse o seu nível inicial de capital, os países com pouco capital (pobres) iriam crescer mais rápido do que aqueles com muito capital (ricos). Todavia, as economias diferem umas das outras em relação às outras variáveis, tais como nível de tecnologia, propensão a poupar e taxa de crescimento populacional. Se diferentes economias têm distintos parâmetros comportamentais, então terão diferentes *steady state* (estado de equilíbrio). Dessa forma, o argumento acima não é mais factível ou verossímil. Para que se tenha convergência absoluta, as diferenças comportamentais entre países devem convergir, o que é praticamente impossível.

A teoria simplesmente afirma que, quanto mais perto você estiver do seu *steady state*, menor será a sua taxa de crescimento. Apenas se todas as economias convergirem para o mesmo equilíbrio, a predição de convergência absoluta estará se verificando. Em outras palavras, as hipóteses de convergência condicional e absoluta só coincidem se todas as economias tiverem o mesmo *steady state*.

Quah (1996) define as diferenças entre convergência condicional e absoluta da seguinte maneira:

“Roughly put, absolute β -convergence is when in a cross-section regression of (time-averaged) growth rates on initial levels, the coefficient initial levels is negative: poorer regions grow faster. Conditional β -convergence is again a negative coefficient, but only when that regression has the appropriate, additional explanatory

variables on the right-hand side.”

Para testar a hipótese de convergência condicional, é necessário manter constantes as diferenças de cada economia, o que é possível fazer de duas maneiras distintas. A primeira, com a utilização de variáveis *proxy* para controlar as diferenças comportamentais, tecnológicas e preferenciais, e a segunda com a restrição da análise aos países ou regiões com similaridades em suas estruturas.

Sala-I-Martin (1996) realizou um estudo com 110 países escolhidos de maneira aleatória e concluiu que, devido às diferenças econômicas, sociais, estruturais e políticas, não foi possível verificar a ocorrência de convergência absoluta e, além disso notou que houve aumento da dispersão do nível da renda *per capita*. Os países que iniciaram o período com uma renda *per capita* superior cresceram mais que aqueles mais pobres. Além disso, a dispersão do nível da renda *per capita* aumentou. Quando são analisados países e regiões com características semelhantes – prefeituras do Japão, estados americanos, países da OCDE e regiões européias – observa-se tanto a convergência sigma quanto a beta.

3. REFERENCIAL ANALÍTICO

O procedimento analítico consistiu-se em seis etapas. Na primeira utilizou-se a metodologia de análise fatorial e análise de agrupamento para identificar e classificar unidades (países em desenvolvimento do G-20) em grupos distintos, de acordo com determinadas características, a partir de indicadores de semelhança.

Na segunda etapa realizou-se a análise discriminante para justificar a análise fatorial e a análise de *cluster*.

Na terceira etapa utilizou-se a metodologia da contabilidade do crescimento econômico decomposta entre as fontes do crescimento da acumulação dos fatores de produção (capital e trabalho) e taxa da Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Na quarta etapa foi descrita a metodologia do Índice de Malmquist, que pode ser decomposto em índice de mudança na eficiência técnica e índice de mudança tecnológica, ou seja, mudança na distância da DMU³ em relação à fronteira tecnológica “mudança de eficiência” à fronteira tecnológica “ progresso tecnológico”.

Na quinta etapa foram realizadas análises que buscaram explicar o crescimento econômico dos países pertencentes ao G-20, com o emprego do Método dos Momentos Generalizado (GMM) em dados em painel, tendo como indicadores variáveis explicativas econômicas, políticas e sociais de cada país em análise.

Por fim, na sexta etapa foi feita a verificação de convergência/divergência de renda dos países pertencentes ao G-20.

³ Na literatura relacionada com modelos *Data Envelopment Analysis* (DEA), uma unidade produtora é tratada como DMU (*decision making unit*), uma vez que desses modelos provém uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão. Por unidade produtora entende-se qualquer sistema produtivo que transforme insumos em produtos, podendo ser firmas, setores da economia ou países, como é o caso deste trabalho.

3.1 Modelo Econométrico

3.1.1 Análise fatorial e análise de *cluster*

A análise fatorial tem, como princípio básico, a redução do número original de variáveis por meio da extração de *fatores* independentes, de tal forma que esses fatores possam explicar, de forma simples e reduzida, as variáveis originais⁴.

A análise fatorial geralmente realiza-se através do método de componentes principais, que faz com que o primeiro componente/fator contenha o maior percentual de explicação da variância total das variáveis da amostra, sendo que o segundo fator, por sua vez, contém o segundo maior percentual e assim por diante.

Portanto, cada fator consiste de uma combinação linear das variáveis originais padronizadas incluídas no estudo. Na composição desses fatores, têm-se os seguintes princípios: as variáveis mais correlacionadas combinam-se dentro de um mesmo fator; as variáveis que compõem um fator são, praticamente, independentes das que compõem outros fatores; a derivação dos fatores processa-se no sentido de maximizar a percentagem de variância total relativa a cada fator consecutivo; e os fatores não são correlacionados entre si.

Procura-se, assim, determinar os coeficientes que relacionam as variáveis observadas com os fatores comuns. Esses coeficientes são denominados cargas fatoriais e desempenham a mesma função dos coeficientes de correlação. Para facilitar a interpretação dos fatores, é realizada uma rotação ortogonal pelo método Varimax, que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas a cada fator, possibilitando, assim, a obtenção de fatores mais facilmente interpretáveis.

O modelo de análise fatorial pode ser expresso, algebricamente, da seguinte forma:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i \quad (24)$$

em que, X_i representa o i -ésimo escore da variável padronizada, com média zero e variância unitária ($i = 1, 2, \dots, m$); F_j indica os fatores comuns não correlacionados, com média zero e variância unitária; a_{ij} representa as cargas fatoriais; e e_i , o termo de erro que capta a variação específica de X_i não explicada pela combinação linear das cargas fatoriais com os fatores comuns.

⁴ Informações detalhadas sobre a análise fatorial podem ser encontradas em Kim e Muelher (1979) ou Manly (1986).

O quadrado das cargas fatoriais representa a contribuição relativa de cada fator para a variância total de uma variável. A soma dessas cargas fatoriais ao quadrado, para cada variável, fornece a estimativa da comunalidade que, por sua vez, indica a proporção da variância total de cada variável, que é explicada pelo conjunto de fatores comuns.

Para testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial, geralmente utiliza-se a estatística de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de *Bartlett*. O KMO é um indicador que compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial. Levando em conta que os valores deste teste variam de 0 a 1, pequenos valores de KMO (abaixo de 0,50) indicam a inadequabilidade da análise. Por sua vez, o teste de esfericidade de *Bartlett* serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Se esta hipótese for rejeitada, a análise pode ser realizada.

Na determinação do número de fatores necessários à representação do conjunto de dados, deve-se considerar a sua contribuição individual e adicional para a variância “explicada”. Usualmente, consideram-se apenas os fatores cuja raiz característica é maior do que a unidade, isto é, aqueles que correspondem a uma proporção da variância superior àquela atribuída a uma variável isolada. No entanto, não há critério definitivo para esta determinação, que é uma tarefa do pesquisador, cuja decisão baseia-se na análise do significado descritivo dos fatores.

Após a determinação e interpretação dos fatores, é possível, finalmente, calcular os escores fatoriais para cada um dos países. Esses escores serão utilizados para identificar e agrupar os países do G-20 em grupos homogêneos, por meio da análise de *cluster*.

A técnica de análise de *cluster* é utilizada para identificar e classificar unidades (variáveis ou objetos) em grupos distintos, de acordo com determinadas características, a partir de indicadores de semelhança (MANLY, 1986). No presente estudo, foi realizada a análise de cluster de objetos (países do Bloco G-20).

A análise de *cluster* utiliza o conceito de distância entre as unidades de classificação. Há diversos métodos para mensuração dessa distância, sendo mais utilizada a distância euclidiana. Assim, são selecionadas as variáveis a serem padronizadas e, em seguida, é construída uma matriz de distância euclidiana para o processo de *cluster* dos objetos. Esta distância é expressa, algebricamente, por:

$$D_{AB} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (X_{Aj} - X_{Bj})^2} \quad (25)$$

em que, D_{AB} é a medida de distância euclidiana do objeto A ao B; j é o indexador das variáveis. Quanto mais próxima de zero for a distância, maior a similaridade entre os objetos em comparação.

Há diversos métodos disponíveis para combinação dos objetos em grupos, os quais são classificados como hierárquicos e não-hierárquicos. Os métodos hierárquicos podem ser aglomerativos ou divisivos. Neste estudo, foi utilizado o método seqüencial, aglomerativo e hierárquico.

Para determinação do número de grupos a serem considerados, não há critério preestabelecido, sendo necessária a avaliação crítica dos pesquisadores em cada caso específico.

A análise fatorial e análise de *cluster* foram utilizadas para obter grupos de países homogêneos, pois esperava-se similaridade nas necessidades do crescimento econômico dos países. Com este procedimento, evita-se a comparação entre os países onde a necessidade da população tem características diferentes, pois os resultados poderiam não ser significativos, ou não corresponder à realidade desses países. Para a determinação dos fatores capazes de diferenciar os países, foi utilizado o Índice de Competitividade Global (Global Competitiveness Index – GCI) do *World Economic Forum* (WEF), que avalia as condições estabelecidas pelas políticas econômicas e instituições públicas de um país com base para o crescimento econômico dos próximos anos. Este índice é composto por nove pilares, que foram utilizados para determinar os fatores capazes de diferenciar os países, referentes ao ano de 2005:

1. **Instituições:** transparência, grau de corrupção e eficiência do setor público, proteção a direitos de propriedade, qualidade da segurança pública, além da ética das empresas e eficácia das auditorias e padrões contábeis do setor privado.

2. **Infra-estrutura:** qualidade da infra-estrutura de transportes, comunicação e fornecimento de energia.

3. **Macroeconomia:** nível de endividamento, inflação, contas públicas e *spread* bancário.

4. **Saúde e educação primária:** incidência de doenças e seus impactos na economia, à expectativa de vida e abrangência do sistema educacional primário.

5. **Educação superior e treinamento:** abrangência e qualidade do sistema educacional nos níveis secundário e terciário, além dos serviços de treinamento e pesquisa especializados.

6. **Eficiência do mercado:** tamanho e grau de competição no mercado de bens; flexibilidade e práticas no mercado de trabalho e acesso, disponibilidade e sofisticação do mercado financeiro.

7. **Prontidão tecnológica:** difusão de tecnologias nas firmas.

8. **Sofisticação dos negócios:** qualidade e quantidade de fornecedores locais, às práticas empresariais e natureza da vantagem competitiva das firmas.

9. **Inovação:** capacidade inovativa da economia.

3.1.2 Análise discriminante

A análise discriminante é uma técnica para tratamento *a posteriori* de dados, isto é, visa a validação de hipóteses levantadas a partir de outros métodos (por exemplo, análises de *cluster*). Para isto, dados quantitativos são levantados através de *surveys* ou outras técnicas estatísticas. Segundo Rencher (1995), a análise discriminante visa maximizar a diferença entre as médias dos grupos estudados, conforme descrito na equação (26):

$$\lambda = \frac{a^{\prime} H a}{a^{\prime} E a} \quad (26)$$

em que a matriz H é definida como:

$$H = n \sum_{i=1}^K (y_i - y_{..})(y_i - y_{..})^{\prime} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} y_i y_i^{\prime} - \frac{1}{kn} y_{..} y_{..}^{\prime} \quad (27)$$

e a matriz E:

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i)(y_{ij} - y_i)^{\prime} = \sum_{ij} y_{ij} y_{ij}^{\prime} - \sum_i \frac{1}{n} y_i y_i^{\prime} \quad (28)$$

em que y_{ij} são vetores que representam amostras j das populações i e cada vetor contém medidas de p variáveis; a é o vetor característico cujos elementos são os coeficientes procurados de cada uma das funções discriminantes lineares e λ é a raiz característica da função discriminante.

Rencher (1995) esclarece que a matriz H possui dimensão p x p e sua diagonal principal é composta pela soma de quadrados “entre grupos” para cada uma das p variáveis. A matriz E também possui dimensão p x p e sua diagonal principal é

composta pela soma de quadrados “dentro dos grupos” para cada variável. É importante destacar que a soma de quadrados “dentro dos grupos” é uma boa medida da homogeneidade dos mesmos e a soma de quadrados “entre grupos” refere-se à diferença entre as médias dos grupos. Sendo assim, o objetivo da equação (26) é obter o λ que maximiza a razão soma de quadrados “entre grupos” /soma de quadrados “dentro dos grupos”, atingindo, desta forma, a máxima discriminação entre os grupos.

A análise discriminante é a técnica de dependência multivariada mais utilizada, segundo Souki e Gonçalves Filho (2003), cujos objetivos são:

a) Estabelecer funções discriminantes ou combinações lineares das variáveis independentes ou prognosticadoras que melhor discriminem entre as categorias da variável dependente (grupos);

b) Verificar se existem diferenças significativas entre os grupos, em termos das variáveis prognosticadoras;

c) Determinar as variáveis preditoras que mais contribuam para as diferenças entre grupos;

d) Enquadrar, ou classificar os casos, em um dos grupos, com base nos valores das variáveis preditoras; e

e) Avaliar a precisão da classificação.

As técnicas de análise discriminantes são definidas pelo número de categorias que a variável dependente possui. Quando a variável dependente tem duas categorias, a técnica é conhecida como análise discriminante de dois grupos. Quando se tem três ou mais categorias é chamada de análise discriminante múltipla.

A distinção principal é que, no caso de dois grupos, é possível deduzir apenas uma função discriminante, e na análise discriminante múltipla, pode-se calcular mais de uma função.

Após a definição dos grupos, são coletados dados individuais dos elementos de cada grupo. A análise discriminante procura estimar a combinação linear das características individuais, de cada elemento, que melhor discrimina entre os grupos pré-estabelecidos.

A função discriminante utiliza a regressão para processar as variáveis. O objetivo da regressão passo a passo é selecionar, em um grande número de variáveis prognosticadoras, um pequeno subconjunto de variáveis que respondam pela maior parte da variação na variável dependente. Nesse processo, as variáveis prognosticadoras entram na equação de regressão, ou saem, uma de cada vez.

Segundo Ferraudo (2005), uma vantagem da análise discriminante é reduzir o espaço dimensional das variáveis independentes para um número de grupos estabelecidos *a priori*. No caso de dois grupos apenas, a análise é transformada em uma única dimensão. É utilizada também para classificar novos elementos dentro de um dos grupos. A análise discriminante implica em obter um valor teórico que é uma combinação linear das variáveis independentes que discrimine melhor os grupos definidos *a priori* segundo:

$$Z_{jk} = a + W_1 X_{1k} + W_2 X_{2k} + \dots + W_n X_{nk} \quad (29)$$

em que

Z_{jk} = valor da função discriminante j para o objeto k;

a = constante

W_i = ponderação discriminante para a variável independente i;

X_{ik} = variável independente i para o objeto K.

Supõe-se que as variáveis independentes venham de amostras de populações com distribuição normal multivariada e que tenha, nos grupos, homogeneidade nas matrizes de variância/covariância das variáveis.

Para a determinação do ponto de corte para grupos de tamanhos diferentes, é feita uma média ponderada dos centróides proporcionalmente aos tamanhos de cada grupo, assim definido:

$$Z_{CD} = \frac{N_A Z_B + N_B Z_A}{N_A + N_B} \quad (30)$$

em que Z_{CD} é o ponto de corte para grupos de tamanhos distintos; Z_A é o centróide do grupo A; Z_B é o centróide do grupo B; N_A é o número de elementos do grupo A; e N_B é o número de elementos do grupo B.

Além da separação de grupos, a análise discriminante também é aplicada para classificar, de maneira eficiente, os indivíduos dentro dos grupos estudados. Quanto ao critério de classificação para validar a função discriminante, devem-se obter amostras aleatórias, criando-se dois grupos: um utilizado para a obtenção da função discriminante, e o outro para validar a função, criando a matriz de classificação. O critério de classificação de cada objeto no grupo é assim definido:

Classificar um indivíduo dentro do grupo A se $Z_n < Z_{CT}$.

Classificar um indivíduo dentro do grupo B se $Z_n > Z_{CT}$.

em que Z_n é a pontuação Z discriminante par o n -ésimo indivíduo; e Z_{CT} é o valor do ponto de corte ótimo.

A função discriminante linear transforma a observação multivariada X , de dimensão p , na observação univariada Y (score), tal que os escores obtidos para as populações Φ_1 , e de Φ_2 , sejam separados ao máximo. Sendo μ_1 e μ_2 e Σ , respectivamente, os vetores médios de Φ_1 , e de Φ_2 , e a matriz de covariância comum a ambas as populações, tem-se a função a seguir:

$$y = (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} X \quad (31)$$

Assim, pode-se expressar a regra de classificação para X_0 como:

Alocar X_0 em Φ_1 se $y_0 - m \geq 0$, ou alocar X_0 em Φ_2 se $y_0 - m < 0$.

Os parâmetros μ_1 e μ_2 e Σ não são conhecidos, assim, trabalha-se com os seus estimadores, X_1 , X_2 e S_p , obtidos de amostras aleatórias dos grupos G_1 e G_2 com tamanhos n_1 e n_2 , respectivamente.

A função discriminante linear de Fisher é dada pela expressão:

$$y = (X_1 - X_2)' S_p^{-1} X \quad (32)$$

O valor de corte m é estimado por:

$$m = \frac{1}{2}(y_1 + y_2) \quad (33)$$

em que y_1 e y_2 são as médias dos escores para G_1 e G_2 . A regra de classificação fica:

Alocar X_0 em G_1 se

$$(X_1 - X_2)' S_p^{-1} X \geq m, \quad (34)$$

ou alocar X_0 em G_2 se

$$(X_1 - X_2)' S_p^{-1} X < m \quad (35)$$

Assim, a análise discriminante foi adotada para confirmar a análise fatorial e a análise de *cluster*.

3.1.3. Modelo de dados em Painel

Um modelo painel caracteriza-se pela junção de dados em série temporal com dados em corte (*cross-section*). Especificamente, ele busca estimar os efeitos de um vetor de variáveis X_i sobre outro vetor de variáveis Y_i para um grupo de indivíduos ao longo de vários períodos de tempo.

A expressão geral de um modelo de um painel é representada pela equação (36) abaixo:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum \beta' X_{it} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (36)$$

em que i representa as unidades cross-section e t as unidades de série de tempo.

O modelo painel pode ser classificado em balanceado ou desbalanceado. Se todas as observações estiverem disponíveis em todos os intervalos de tempo para os vários indivíduos, o painel é balanceado. Por outro lado, se alguma observação estiver faltando, o painel é considerado como desbalanceado.

Considerando-se que a principal dificuldade da análise de dados em painel é contornar o viés da variável omitida quando da estimação de uma regressão, verifica-se os efeitos fixos ou através de um modelo com efeitos aleatórios.

O modelo com efeito fixo, ou método de mínimo quadrado com variáveis *dummy* (MQV), contorna o viés da variável omitida, considerando que esta varia entre os indivíduos, mas não se altera ao longo do tempo. Portanto, a heterogeneidade dos indivíduos é captada através de um intercepto constante ao longo do tempo, porém diferente entre os indivíduos. Na estimação de um modelo painel com efeitos fixos, o número de interceptos será o mesmo que o de indivíduos considerados (STOCK e WATSON, 2004).

De acordo com Maddala (1987), o modelo painel com efeitos fixos pode ser expresso da seguinte forma:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum \beta' X_{it} + u_{it} \quad (37)$$

Já o modelo com efeitos aleatórios considera que os efeitos individuais não são independentes entre si, portanto, os α_{it} são tratados como variáveis aleatórias, sendo independentes do termo de erro u_{it} . A equação (38) apresenta um modelo com efeitos aleatórios, na qual o componente e_i representa a perturbação aleatória que permite distinguir o efeito de cada indivíduo no painel:

$$Y_{it} = (\alpha + e_i) + \beta' X_{it} \quad (38)$$

Para avaliar se o modelo de efeitos fixos (EF) é o mais adequado à estrutura de dados, foi realizado o teste de Hausman e, para testar os efeitos aleatórios, utilizou-se o teste proposto por Breusch e Pagan (1980), no qual a hipótese nula é a de que a variância das seções cruzadas é zero.

O teste de heterocedasticidade, ou seja, o teste que analisa o fato de a variância do termo de erro não ser constante entre as observações de seções cruzadas,

para isso utilizou-se o Teste de Wald modificado para heterocedasticidade para os grupos no modelo de EF, esse teste, calcula a estatística de Wald modificada, violando a suposição de que os erros são distribuídos normalmente em torno da média. A hipótese nula do teste é a de que a variância do erro é homocedástica, $\sigma_i^2 = \sigma^2$, $i = N_g =$ número de seções cruzadas ou grupos.

Em relação à autocorrelação, foi utilizado o teste LM de Wooldridge, que consiste em regressar a série de resíduos obtidos pela equação de regressão de interesse pelos regressores dessa mesma equação mais os resíduos defasados p vezes.

3.1.4. Contabilidade do crescimento

Os estudos da análise das fontes do crescimento econômico ficaram em evidência nos anos 50, do século passado, quando Robert Solow decompôs o crescimento do produto em uma média da taxa de crescimento do trabalho e capital, e um resíduo que é chamado de crescimento da Produtividade Total do Fator (PTF). Embora “o resíduo de Solow” não fosse nada mais do que a parte não explicada do crescimento econômico, os economistas passaram a ver o resíduo como uma medida da mudança tecnológica.

No período entre 1960 e 1970, Denison (1962) e Jorgensen e Griliches (1967), dentre outros, conduziram o uso de função de produção mais geral e de uma medida mais exata dos insumos e dos produtos. Denison (1962) ofereceu uma contribuição importante quando incluiu no seu modelo mudanças na quantidade e na qualidade dos fatores de produção (trabalho e capital), explicando não somente mudanças no tamanho da força do trabalho, mas também deslocamentos relacionados à idade, ao sexo, às horas do trabalho e ao desemprego.

Nesta pesquisa, para analisar a contabilidade do crescimento, foi aplicado o procedimento padrão do modelo de Solow que decompõe o crescimento do produto nas contribuições de capital, de trabalho, e de Produtividade Total dos Fatores. Para atingir este objetivo, foram utilizadas duas aproximações diferentes para derivar a decomposição de Solow.

O primeiro método não foi ajustado para a “qualidade” do trabalho, medida pelo nível médio da realização educacional, ajuste feito no segundo método.

Para descrever a aproximação empregada em cada método, considerou-se uma função de produção neoclássica que depende do capital físico (K), trabalho (L), e o

nível da produtividade total do fator (A). Supondo uma função de produção de Cobb-Douglas, tem-se:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (40)$$

Retirando-se os logaritmos e derivando a equação (40) em relação ao tempo obtém-se a expressão representativa da taxa de crescimento do produto:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha) \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{A}}{A} \quad (41)$$

Assim, a equação (41) mostra que a taxa de crescimento do produto é obtida por meio da média ponderada da taxa de crescimento do capital e do trabalho, mais uma parcela representativa do nível de tecnologia, que reflete o avanço tecnológico e todos os elementos institucionais e do entorno, que favorecem o crescimento do sistema produtivo. Dessa forma, as causas das diferentes taxas de crescimento, entre países/regiões, podem ter sua explicação para além da acumulação do capital e do crescimento populacional.

A equação (42), a seguir, possibilita a estimação dos parâmetros dos fatores de produção capital (K_t) e trabalho (L_t) e do termo intercepto.

$$\ln y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_t + \alpha_2 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (42)$$

A parcela da PTF do primeiro método será obtida a partir da equação (43):

$$PTF_t = \varepsilon_t = \ln y_t - \alpha_0 - \alpha_1 \ln K_t - \alpha_2 \ln L_t \quad (43)$$

A série de estoque de capital foi construída com base em outras duas séries, de acordo com a metodologia apresentada por Nehru e Dhareshwar (1993). A primeira corresponde à da taxa de investimento doméstico bruto, e a segunda corresponde à série da taxa de crescimento do PIB. Considera-se que, se a relação capital produto é constante para um dado período, as taxas de crescimento do capital e do produto são

iguais durante aquele intervalo de tempo. Da equação de acumulação a seguir, é possível calcular o valor do estoque de capital no instante inicial:

$$\frac{(K_t - K_{t-1})}{K_{t-1}} = -d + \left(\frac{I_t}{K_{t-1}} \right) \quad (44)$$

em que d é a taxa de depreciação, constante e igual a 3% ao ano, por hipótese, e I_t é a série de investimento anual. Sendo o termo à esquerda igual à taxa de crescimento do estoque de capital, por construção igual à taxa de crescimento do produto (g_y), tem-se a seguinte equação para o estoque de capital:

$$K_0 = \frac{\bar{I}_t}{(g_y + d)} \quad (45)$$

em que \bar{I}_t é a média do investimento durante o período em análise; e a taxa g_y corresponde à taxa média anual para o mesmo intervalo de tempo. Tendo determinado o estoque inicial K_0 , constrói-se a série de estoque de acordo com a seguinte equação de acumulação:

$$K_t = (1 - d) * K_{t-1} + I_t \quad (46)$$

A série da variável trabalho foi construída pela *proxy* força total de trabalho, ou seja, o total de pessoas economicamente ativas de cada país.

Na segunda decomposição de Solow, ajustada para mudanças na qualidade do trabalho associada com os aumentos na realização educacional. Considera-se, assim, a inserção na função de produção precedente da variável capital humano:

$$Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha} \quad (47)$$

em que H é um índice da qualidade da força de trabalho, baseado em sua realização educacional, a *proxy* utilizada foi anos de estudos da população de 25 anos de idade ou mais. Assim, a segunda aproximação da medida do crescimento de PTF é calculada como:

$$PTF_t = \varepsilon_t = \ln y_t - \alpha_0 - \alpha_1 \ln K_t - \alpha_3 \ln H_t - \alpha_4 L_t \quad (48)$$

Para estimação dos parâmetros das equações (43) e (48) as variáveis utilizadas no modelo formam um dado em painel que contém um conjunto de observações repetidas para uma mesma unidade (países do Bloco G-20) referente a um número de período de tempo (1990 a 2004), cujas vantagens de uso são: o fato de proporcionar baixa heterogeneidade, o aumento do número de informações; o aumento da

variabilidade; a elevação dos graus de liberdade; o aumento da eficiência e a redução da colinearidade (GUJARATI, 2006). A estimação de um modelo de dados em painel depende da suposição a ser feita sobre o intercepto, a inclinação dos coeficientes e o termo de erro.

O modelo de efeitos fixos pressupõe que $\alpha_{it} \neq 0$. Este modelo pode apresentar os problemas de autocorrelação comum a todos os painéis, ou específico para cada região ou por dependência seccional; heterogeneidade ou uma combinação destes fatores.

A suposição adotada aqui é a de que os coeficientes de inclinação são fixos, mas o intercepto varia de país para país. Este modelo é denominado de Efeito fixo (EF), e é dado por:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^N \beta_{1j} D_{jt} + \sum_{i=2}^I \beta_{it} K_{kit} + \sum_{i=2}^I \beta_{it} L_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (49)$$

em que D_{jt} é uma variável *Dummy* que assume valor 0, se $j \neq i$ ou 1, se $j = i$ para cada unidade de seção cruzada, K é o capital, L é o trabalho; β_{1j} e β_{it} são os parâmetros e ε_{it} é o erro aleatório. As variáveis são mensuradas em logaritmo, com exceção da variável *Dummy*. Para aplicar o modelo de estimação de mínimos quadrados ordinários de dados em painel é necessário supor homocedasticidade e ausência de correlação serial. No entanto, antes é preciso saber se as séries utilizadas são estacionárias. Segundo Dias e Dias (2005), o teste de estacionariedade consiste em avaliar se o passado da variável explica totalmente o seu futuro.

3.1.4.1. Testes de estacionariedade

No presente estudo, foram considerados os testes de Hadri (2001), cuja hipótese nula é a estacionariedade das séries, o de Im, Pesaran e Shin (1997), IPS, que tem como hipótese nula a não estacionariedade das séries temporais individuais e admite como alternativa que nem todos os processos geradores de dados individuais sejam estacionários e o de Maddala e Wu (1999), com hipótese nula de não estacionariedade das séries temporais individuais (MARQUES, 2000).

Assim, a utilização dos três testes de raízes unitárias possibilita a obtenção de resultados mais confiáveis.

• **Teste Hadri**

O teste Hadri (2001) é semelhante ao teste KPSS raiz unitária, e sua hipótese nula é a de que as observações das séries individuais são estacionárias em torno de um nível determinístico ou em torno de uma tendência determinística; contra a hipótese alternativa de pelo menos uma raiz unitária nos dados em painel

Tal como o teste KPSS, o teste Hadri é baseado nos resíduos a partir de regressões de OLS, que pode incluir tanto a constante como uma tendência, que resultam de estimativas:

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_i t + \varepsilon_{it} \quad (50)$$

Dados os resíduos resultantes da regressão, tem-se a fórmula da estatística LM:

$$LM_1 = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \left(\sum_t S_i(t)^2 / T^2 \right) / \hat{f}_0 \right) \quad (51)$$

em que $S_i(t)$ é a soma dos resíduos acumulados,

$$S_i(t) = \sum_{s=1}^t \hat{\varepsilon}_{is} \quad (52)$$

e \hat{f}_0 é a média de cada um dos estimadores do espectro residual em frequência zero:

$$\hat{f}_0 = \sum_{s=1}^N f_{i0} / N \quad (53)$$

Uma forma alternativa da estatística LM permite testar a Heterocedasticidade dos erros:

$$LM_2 = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \left(\sum_t S_i(t)^2 / T^2 \right) / f_{i0} \right) \quad (54)$$

Hadri (2000) apresenta as seguintes estatísticas padronizadas para LM:

$$Z = \frac{\sqrt{N}(LM - \psi)}{\xi} \rightarrow N(0,1) \quad (55)$$

em que $\psi = 1/6$ e $\xi = 1/45$, se o modelo inclui apenas constantes (λ_i é fixado em 0 para todos i), e $\psi = 1/15$, e $\xi = 11/6300$ se o modelo não inclui apenas constante.

O teste Hadri exige apenas a especificação da forma das regressões OLS: saber se a regressão incluir apenas constante ou os termos constante e tendência. Os resultados terão dois Z-valores estatísticos, um baseado em homocedasticidade associado com o pressuposto, e o outro é consistente à Heterocedasticidade.

• **Teste de Im, Pesaran e Shin (1997)**

O teste proposto por Im, Pesaran e Shin (1997) é “um teste baseado na média das estatísticas do multiplicador de Lagrange computado para cada grupo no painel, o qual (...) refere-se ao teste ‘LM-barras’.” Os autores também propõem um teste alternativo, “t-barras”, baseado na média da estatística t de regressões baseadas em ADF.

“Os resultados de simulações demonstram claramente a superioridade em pequenas amostras de ambos os testes LM-barras e t-barras sobre o teste Levin e Lin (1993), sendo o teste t-barras aquele que apresenta performance marginalmente melhor do que o teste LM-barras.” (Im, Pesaran e Shin, 1997, p.2)

Embora Im, Pesaran e Shin (1997) atribuam melhor poder ao teste IPS em relação ao LL, Maddala e Wu (1999), os autores destacam a impossibilidade de comparação entre o poder dos mesmos, uma vez possuem hipóteses alternativas diferentes.

O primeiro teste t-barras baseia-se no pressuposto de que os resíduos de uma regressão tipo Dickey-Fuller (DF) não são autocorrelacionados. Portanto, tem-se como modelo:

$$y_{i,t} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (56)$$

Para execução do teste DF, subtrai-se $y_{i,t-1}$ de ambos os lados da equação a fim de testar a raiz unitária por $\phi_i = 1$, obtendo-se:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (57)$$

em que, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$, $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$ e $\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$. As hipóteses do teste são, portanto:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i < 0, i = 1, 2, \dots, N_1; \beta_i = 0, i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N$$

Logo, a aceitação de raiz unitária faz-se sob o teste de t na estimativa de $\beta_i = 0$.

A estatística t-barras é, então, obtida de:

$$\bar{t}_{NT} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{iT} \quad (58)$$

Segundo Giulietti, Otero, e Smith (2006); Im, Pesaran e Shin (2003) e Enders (2004), o teste IPS assume que as seções cruzadas são independentes entre as séries de tempo individual. No entanto, os resíduos da equação individual são contemporaneamente correlacionados, isto é, $E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) \neq 0$. Os autores afirmam que o

teste IPS apresenta severas distorções na presença de dependência entre as seções cruzadas.

Na presença de correlação contemporânea, a estratégia é subtrair o efeito de tempo comum em cada observação. Para um período t , o valor médio de cada série é dado por

$$\bar{y}_t = (1/n) \sum_{i=1}^n y_{it} \quad (59)$$

e a nova série y_{it}^* é obtida por

$$y_{it}^* = y_{it} - \bar{y}_t. \quad (60)$$

A equação estimada para o teste de raiz unitária é construída a partir da nova série y_{it}^* corrigida a correlação serial e contemporânea. No entanto, segundo Enders (2004), o processo de correção, no caso de correlação entre as equações, não assegura que a correlação será completamente eliminada, o que mostra a fragilidade do método.

É importante ressaltar que, embora o poder do teste seja bastante reduzido para pequenas dimensões de N e T , este aumenta monotonicamente com N e T conforme Im, Pesaran e Shin (1997) demonstram;. Outro importante fato a respeito do teste IPS é que este pode ser aplicado em painéis balanceados, ou seja, com as séries temporais de mesmo tamanho em todas as unidades. Portanto, tratando-se de um painel desbalanceado, os valores críticos podem se alterar (tais considerações não são encontradas em Im, Pesaran e Shin, 1997). Dessa forma, podem-se obter conclusões errôneas acerca das raízes unitárias no painel, pois estar-se-ia utilizando valores críticos incorretos.

• Teste de Fisher ($p\lambda$) de Maddala e Wu (1999)

O teste proposto por Maddala e Wu (1999) assenta-se sobre o nível de significância observado, obtido por meio do teste sugerido por Fisher. A estatística teste sugerida é, então:

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \log e \pi_i \quad (61)$$

em que π_i ($i = 1, 2, \dots, N$) são os níveis de significância.

A estatística teste segue uma distribuição de χ^2 com $2N$ graus de liberdade.

As distribuições empíricas, obtidas por simulações, podem fornecer valores críticos para o teste diferentes dos valores críticos usuais, derivados da distribuição de χ^2 . Maddala e Wu (1999) afirmam que, nos casos de erros correlacionados nas unidades, pode haver substanciais distorções de tamanho, entretanto, estas são menos sérias que no caso do teste IPS.

Uma vantagem deste teste é que ele não requer que o painel seja balanceado e podem ser usados diferentes tamanhos de defasagem nas regressões individuais usando o *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

Assim, nesta pesquisa foram usado os testes de Hadri, IPS e Maddala e Wu (Fisher) para testar a estacionariedade das séries.

3.1.5. O índice Malmquist de Produtividade Total de Fatores

A medida de mudanças na produtividade, geralmente está baseada no conceito de Produtividade Total de Fatores, que é definida pelo aumento no produto líquido devido ao aumento nos insumos utilizados na produção (FARE *et al.*, 1994).

Existem basicamente dois tipos de indicadores de produtividade: os de Produtividade Parcial dos Fatores (PPF) e os de Produtividade Total dos Fatores (PTF). Os indicadores parciais representam o rendimento de um fator de cada vez, sendo, apenas, uma relação entre a produção e a quantidade de um insumo utilizado. O mais tradicional desses indicadores é o volume produzido pela quantidade de mão-de-obra utilizada, ou seja, a produtividade do trabalho.

Os índices de Produtividade Total dos Fatores apresentam potencial de análise reconhecidamente mais significativos. Estes consideram a produção total em função dos principais insumos utilizados. Pereira (1999) indica índices como Laspeyres, Paasche, Fischer, Divisia, Tornqvist e Malmquist para medir a PTF. O índice de Malmquist, ao contrário dos de Tornqvist e Fisher, não requer informações sobre preços, daí a sua preferência na análise de mudanças na PTF, utilizando-se a análise envoltória de dados (DEA).

A DEA é uma técnica não-paramétrica e baseia-se na programação linear para calcular a fronteira de referência na análise, não requerendo especificação a priori de formas funcionais para analisar a eficiência relativa de unidades produtoras (DMUs).

A técnica DEA, por ser geralmente determinística, dificulta a realização de testes de hipóteses e é muito sensível à existência de observações destoantes, podendo comprometer o próprio cálculo da fronteira e enviesar as medidas de eficiência das demais unidades de produção.

Para obter os indicadores de mudanças na produtividade total dos fatores entre dois períodos de tempo diferentes, utilizou-se o índice de Malmquist. De acordo com Fare *et al.* (1994a, 1994b), este índice foi inicialmente proposto por Malmquist (1953) na análise do “comportamento” do consumidor. Entretanto, foram Caves *et al.* (1982), ao utilizarem a função distância, que introduziram o conceito de índice de Malmquist na análise da produção. Fare *et al.* (1994a, 1994b) reconheceram que a função distância, implícita no índice de Malmquist, era recíproca da medida de eficiência técnica proposta por Farrell (1957) e, então, utilizaram a programação matemática, especificamente a análise envoltória de dados, técnica não-paramétrica, para calcular o índice de Malmquist.

O índice de Malmquist é definido pela função distância, que é empregada para incorporar a natureza “multiproduto” e “multiinsumo” na análise de produtividade, sem necessidade de especificar objetivos comportamentais dos tomadores de decisão como minimizar custos ou maximizar lucros.

A função distância pode ser definida com orientação-insumo ou orientação-produto. A função distância com orientação-insumo caracteriza a tecnologia de produção pela minimização proporcional (contração) do vetor insumo, dado um vetor de produto, enquanto a função distância com orientação-produto caracteriza a tecnologia de produção pela maximização proporcional do vetor produto, dado um vetor de insumo.

Segundo Fare *et al.* (1994b), a forma conveniente de descrever a característica “multiproduto” da produção é pela tecnologia de produção, definida pelo conjunto S:

$$S = \{(x,y) : x \text{ pode produzir } y\} \quad (62)$$

Que, por sua vez, é definido pelo conjunto de todos os vetores de insumos e produtos (x,y), tal que x possa produzir y, sendo que x é um vetor (kx1) não-negativo de insumos e y, um vetor (mx1) não-negativo de produtos.

O conjunto de tecnologias de produção pode, de forma equivalente, ser definido pelo conjunto de possibilidades de produção P(x), o qual representa o conjunto

de todos os vetores de produtos y , que pode ser produzido pelo vetor de insumos x , isto é,

$$P(x) = \{y: x \text{ pode produzir } y\} \quad (63)$$

A função distância com orientação-produto, de acordo com Shephard (1970), citado por Baptista (2002), pode ser definida pelo conjunto de produtos $P(x)$, como:

$$d_o(x,y) = \min\{\phi : (y/\phi) \in P(x), \quad (64)$$

$$= (\max\{\phi : (\phi y) \in P(x)\})^{-1}, \quad (65)$$

em que ϕ , na expressão (64), é um fator mínimo, pelo qual o produto pode ser contraído e, ainda assim, pertencer ao conjunto de possibilidades de produção.

A função distância $d_o(x,y)$ poderá ter valores menores ou iguais a 1, se o vetor de produto y for um elemento do conjunto de possibilidade de produção $P(x)$; se for igual a 1, (x,y) estará sobre a fronteira tecnológica e, nesse sentido, a produção será tecnicamente eficiente. A função distância pode admitir valores maiores que 1, no caso de o vetor de produto y não ser um elemento do conjunto de possibilidade de produção $P(x)$.

Com vistas em analisar a mudança na produtividade entre o período s e t , em que os produtos para cada período são denotados por y_s e y_t e os insumos, por x_s e x_t , a tecnologia de produção para cada período é denotada por $S(x_s)$ e $S(x_t)$, em que:

$$S(x_s) = \{(x_s, y_s) : x_s \text{ pode produzir } y_s\}, \quad (66)$$

$$S(x_t) = \{(x_t, y_t) : x_t \text{ pode produzir } y_t\}. \quad (67)$$

Para calcular o índice de Malmquist, é necessário estimar quatro funções distância:

$$d_o^s(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_s)\}, \quad (68)$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_t)\}, \quad (69)$$

$$d_o^s(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_s)\}, \quad (70)$$

$$d_o^t(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_t)\}. \quad (71)$$

A estimação do índice de Malmquist pelo uso da análise envoltória de dados, segundo Fare *et al.* (1994a), permite decompor a mudança na PTF em dois componentes, quais sejam, mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia que, por sua vez, podem significar progresso tecnológico ou regresso tecnológico.

De acordo com Fare *et al.* (1994a), o índice de Malmquist (orientação-produto), com vistas em analisar mudanças na PTF entre o período-base s e o período t , é representado por

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}, \quad (72)$$

em que a notação $d_o^s(x_t, y_t)$ representa a distância da observação do período t em relação à tecnologia do período-base s . Um valor de m_o maior que 1 indica crescimento na Produtividade Total dos Fatores, do período s para o período t , enquanto um valor menor que 1 indica queda na Produtividade Total dos Fatores. Nota-se que a equação (72) é, de fato, a média geométrica dos dois índices de produtividade total dos fatores. O primeiro é analisado em relação à tecnologia do período-base s e o segundo, em relação a do período t .

De forma alternativa, o índice de produtividade [equação (72)] pode ser representado por

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}. \quad (73)$$

Segundo Gomes e Dias (2001), o índice de Malmquist pode ser decomposto em índice de mudança na eficiência técnica e índice de mudança tecnológica, ou seja, mudança na distância da DMU em relação à fronteira tecnológica (mudança de eficiência), e na fronteira tecnológica (progresso tecnológico).

Assim, tem-se que:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)}, \quad (74)$$

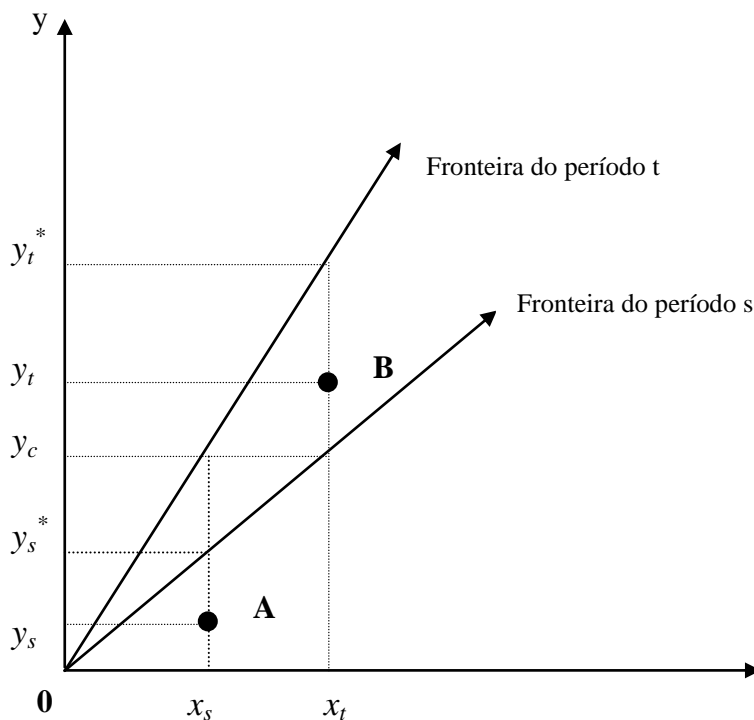
$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}. \quad (75)$$

Esta decomposição pode ser melhor visualizada na Figura 6, em que se representa uma tecnologia de produção referente à unidade “ ψ ”, que exibe retornos constantes à escala, envolvendo um único produto e um único insumo.

A unidade “ ψ ” produz no ponto A e B, no período s e t, respectivamente. Em ambos os períodos, opera abaixo da fronteira, portanto, é tecnicamente ineficiente nos dois períodos. Usando-se as expressões (74) e (75), obtêm-se:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{\frac{0y_t}{0y_t^*}}{\frac{0y_s}{0y_s^*}}, \quad (76)$$

$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{\frac{0y_t}{0y_c} \times \frac{0y_s}{0y_s^*}}{\frac{0y_t}{0y_t^*} \times \frac{0y_s}{0y_c}} \right]^{1/2}. \quad (77)$$



Fonte: FARE et al. (1994b).

Figura 6 - Ilustração das medidas de mudanças na produtividade.

Segundo Fare *et al.* (1994b), quando há dados disponíveis em painel, pode-se calcular as medidas de distância necessárias para o índice de Malmquist, utilizando-se a técnica análise envoltória de dados. Para a i -ésima unidade de produção, calculam-se quatro funções distância para estimar a mudança na Produtividade Total dos Fatores, entre o período-base s e o período t . De acordo com Griffell-Tatjé e Lovell (1995), é necessário considerar retornos constantes à escala para que as mudanças na produtividade total dos fatores sejam corretamente estimadas. Para isso, resolvem-se quatro Problemas de Programação Linear, admitindo-se retornos constantes à escala e orientação-produto, assim discriminados:

$$\begin{aligned}
 [d_o^t(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\
 \text{S.a} \quad &-\phi y_{it} + Y_t \lambda \geq 0, \\
 &x_{it} - X_t \lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0;
 \end{aligned} \tag{78}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^s(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_s \lambda \geq 0, \\
 &x_{is} - X_s \lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0;
 \end{aligned} \tag{79}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^t(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_t \lambda \geq 0, \\
 &x_{is} - X_t \lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0;
 \end{aligned} \tag{80}$$

$$\begin{aligned}
 [d_o^s(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{S.a} \quad &-\phi y_{it} + Y_s \lambda \geq 0, \\
 &x_{it} - X_s \lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0.
 \end{aligned} \tag{81}$$

Note-se que, caso haja T períodos de tempo, serão computados 3T-2 problemas de programação linear para cada unidade de produção em análise.

Freqüentemente, de acordo com Fare *et al.* (1994a), pode-se tornar necessário identificar quais unidades de produção estão deslocando a fronteira tecnológica do período s para t . De acordo com Marinho e Barreto (2000), para identificar as unidades que estão contribuindo para o efeito *frontier shift*, isto é, para mudanças no progresso tecnológico, é necessário que se verifiquem as três condições abaixo:

$$\text{Mudança no progresso técnico } \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} > 1, \quad (82)$$

$$d_o^s(x_t, y_t) > 1, \quad (83)$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = 1, \quad (84)$$

em que a primeira condição, apresentada em (82), refere-se à presença de progresso tecnológico. A segunda condição (83) indica que, se o produto de uma unidade de produção no período t for superior ao máximo produto potencial que poderia ser obtido no período s , utilizando-se as mesmas quantidades de fatores de produção do período t , haverá progresso tecnológico e a unidade de produção poderá estar deslocando a fronteira. A terceira e última condição (84) indica que, se houver deslocamento da fronteira, as unidades de produção que o fazem deverão estar situadas sobre ela.

3.1.6 Desempenho do crescimento econômico do Bloco G-20

Nesta seção, é explicado o desempenho do crescimento econômico de países individuais do Bloco G-20 usando-se a análise da regressão.

Os estudos de crescimento utilizam a equação estimada da seguinte forma:

$$\frac{y_{i,t} - y_{i,t-1}}{y_{i,t-1}} = \alpha y_{i,t-1} + \beta' X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (85)$$

em que y é o produto *per capita*, X são as variáveis explicativas, e o ε é o resíduo da regressão. As subscrições i e t representam o país e o período de tempo, respectivamente. Assim, a expressão no lado esquerdo da equação (85) é a taxa de crescimento do produto *per capita* em um período dado. No lado direito, a equação da regressão inclui o nível do produto *per capita* no início do período e de um conjunto de variáveis explicativas medidas durante o mesmo período.

Para realizar as análises necessárias foi utilizado o Método dos Momentos Generalizados (GMM) de dados em painel introduzido por Holtz-Eakin, Newey, e Rosen (1988), Arellano e Bond (1991), e Arellano e Bover (1995), que consideram os efeitos do próprio crescimento passado sobre o crescimento atual em nível e diferença.

O GMM tem a vantagem de levar em consideração variáveis instrumentais que melhoram o poder de explicação do modelo e captam o efeito de variáveis exógenas que não foram incorporadas no conjunto de variáveis explicativas.

Na função da especificação de painel é introduzido o efeito fixo, η_i , que capta efeitos não observáveis associados à herança histórica, qualidade das instituições e outros determinantes do crescimento que são específicos a cada economia e não variam ao longo do tempo. Fazendo essa modificação em (85), obtem-se:

$$y_{i,t} = \alpha y_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \eta_i + \varepsilon_{i,t} \quad (86)$$

Para eliminar o efeito não observado específico de cada país, utiliza-se a primeira diferença da equação (86),

$$y_{i,t} - y_{i,t-1} = \alpha(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + \beta(X_{i,t} - X_{i,t-1}) + (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad (87)$$

O uso dos instrumentos é requerido para tratar, primeiro, da endogeneidade provável conjunta da maioria das variáveis explicativas, o que significa que as variáveis explicativas são simultaneamente determinadas com a variável dependente, e, em segundo, o problema que, pela construção da equação (85), o novo termo do erro, $\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1}$, é correlacionado com a variável dependente defasada, $y_{i,t-1} - y_{i,t-2}$.

Sob as hipóteses que (a) o termo do erro, ε , não é correlacionado serialmente, e (b) as variáveis explicativas, X , são exogenamente fracas, isto é, as variáveis explicativas não se correlacionam com futuras realizações do termo de erro, Arellano e

Bond (1991) propõem a utilização de um estimador dinâmico do painel de GMM usando as seguintes condições do momento:

$$E[y_{i,t-s} * (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1})] = 0 \text{ para } s \geq 2, t = 3, \dots, T \quad (88)$$

$$E[X_{i,t-s} * (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1})] = 0 \text{ para } s \geq 2, t = 3, \dots, T \quad (89)$$

O estimador de GMM baseado nestas circunstâncias é conhecido como o estimador da diferença. Considerando estas condições de momento, Arellano e Bond (1991) propõem um estimador GMM de 2 estágios. Na primeira etapa, supõe-se que os termos de erro são independentes e homocedásticos nos países e ao longo do tempo. No segundo estágio, os resíduos obtidos na primeira etapa são utilizados para construir uma estimativa consistente da matriz de variância-covariância, relaxando assim as hipóteses de independência e homocedasticidade. O estimador do segundo estágio é assintoticamente mais eficiente em relação ao estimador da primeira etapa.

Para reduzir os potenciais vieses e imprecisões associadas ao estimador, utiliza-se um estimador que combina em um sistema a regressão em diferenças com a regressão em nível, conforme Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998). Os instrumentos da regressão em níveis são diferenças defasadas das variáveis correspondentes. Estes são instrumentos apropriados sob a seguinte suposição adicional: embora possa haver uma correlação entre os níveis das variáveis do lado direito e o efeito não observado específico de cada país (η_i) na equação (39), não há nenhuma correlação entre as diferenças destas variáveis e o η_i . Esta suposição resulta da seguinte propriedade da estacionariedade:

$$\begin{aligned} E[y_{i,t+p} * \eta_i] &= E[y_{i,t+q} * \eta_i] \text{ e} \\ E[X_{i,t+p} * \eta_i] &= E[y_{i,t+q} * \eta_i] \text{ para todo } p \text{ e } q \end{aligned} \quad (90)$$

Dado que os níveis defasados são utilizados como instrumentos na regressão em diferenças, somente a diferença mais recente é usada como instrumento na regressão em níveis. Utilizar diferenças defasadas adicionais resultaria em condições de momento redundantes (ARELLANO E BOVER, 1995). Assim, as condições adicionais de momento para a segunda parte do sistema (a regressão em nível) são:

$$E[(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) * (\eta_i + \varepsilon_{i,t})] = 0 \quad (91)$$

$$E[(X_{i,t-1} - X_{i,t-2}) * (\eta_i + \varepsilon_{i,t})] = 0 \quad (92)$$

Dessa forma, usam-se as condições do momento apresentadas nas equações (88), (89), (91), e (92) e emprega-se um procedimento de GMM para gerar estimativas de parâmetro consistentes e eficientes.

A consistência do estimador GMM depende da validade de dois testes de especificação sugeridos por Arellano e Bond (1991), Arellano e Bover (1995), e Blundell e Bond (1998). O primeiro é o teste de Sargan de restrições sobre-identificadas, que testa a validade total dos instrumentos ao analisar a amostra análoga das condições de momento utilizadas no processo de estimação. O segundo teste examina a hipótese de que o termo de erro $\varepsilon_{i,t}$ não é serialmente correlacionado. Neste caso, testa-se o termo de erro diferenciado é correlacionado serialmente em segunda ordem, m^2 (por construção, o termo de erro diferenciado é provavelmente correlacionado serialmente em primeira ordem, m^1 , mesmo se o termo de erro original não for).

Assim, o modelo dinâmico do crescimento econômico do Bloco G-20 foi calculado utilizando as variáveis, em logaritmo, relacionadas na Tabela 4, sendo que a variável independente é o logaritmo do PIB *per capita*.

Tabela 4- Variáveis utilizadas para determinar o crescimento econômico do G-20

Categorias	Variáveis	Sinal esperado
Institucional		
Risco país	Diferença entre a taxa de juros interna e externa (Federal Funds do Banco Central dos Estados Unidos) (RP)	Negativo
Infra-estrutura		
Linha telefônica	Linha telefônica em uso por 100 habitantes (TEL)	
Eletricidade	Consumo de energia elétrica por milhões KWh (EN)	Positivo
Macroeconômica		
Inflação	Taxa de Inflação (INF)	Negativo
Taxa Real de Câmbio	Taxa real de Câmbio em relação ao dólar (TXC)	Negativo
Saúde e Educação		
Mortalidade Infantil	Número de crianças que morrem antes de completarem um ano de vida por 1000 crianças nascidas em um ano (MI)	Negativo
Expectativa de vida	Número de anos que um recém-nascido viveria (EXPV)	Positivo
Educação	Anos de estudo da população de 25 anos ou mais	Positivo
Eficiência do Mercado		
Abertura Comercial	Soma das exportações e importações dividido pelo PIB (AC)	Positivo
Prontidão Tecnológica		
Computador	Número de computadores pessoais por 100 habitantes (COMP)	Positivo
Telefone Celular	Telefone celular por 100 habitantes (CEL)	Positivo
Inovação		
Patente	Número de patentes <i>per capita</i> registradas no mercado americano (PAT)	Positivo

Fonte: Elaborada pela autora.

O modelo dinâmico estimado neste estudo é o seguinte :

$$\log y_{i,t} = \log(RP_{i,t}) + \log(EN_{i,t}) + \log(TEL_{i,t}) + \log(INF_{i,t}) + \log(TXC_{i,t}) + \log(MI_{i,t}) + \log(EXPV_{i,t}) + \log(EDU_{i,t}) + \log(AC_{i,t}) + \log(COMP_{i,t}) + \log(CEL_{i,t}) + \log(PAT_{i,t}) \quad (93)$$

3.1.7. Verificação de convergência ou divergência da renda *per capita* do Bloco G-20

De modo geral, existem dois tipos de convergência: β -convergência e σ -convergência. A β -convergência caracteriza-se por uma relação negativa entre o valor inicial do índice utilizado e sua taxa de crescimento, o que implica que os países que apresentam menor renda *per capita* tendem a crescer mais rápido que os de maior renda *per capita*.

β -convergência absoluta indica que os países têm os mesmos parâmetros e preferências, e que existe um único estado estacionário para o qual todas tendem. O estado estacionário será atingido quando ocorrer a completa equidade nas rendas *per capita*. Assim, quanto mais longe um país estiver do estado estacionário, maior será sua taxa de crescimento, ou seja, os países de menor renda *per capita* tendem a crescer mais rapidamente, uma vez que o valor original é baixo e o estado estacionário é constante para todos.

A σ -convergência caracteriza-se por uma redução da dispersão (coeficiente de variação) da renda *per capita* entre os países ao longo do tempo. Isso significa que as rendas *per capita* dos diferentes países tendem a se aproximar de sua média, em algum período de tempo futuro.

Teste de β -convergência

Para a verificação da existência de β -convergência do PIB *per capita* dos países que compõem o Bloco G-20 foi utilizado o teste inicialmente apresentados em Barro e Sala-I-Martin (1992), que permite uma análise mais completa da dinâmica da renda *per capita* nos países.

Em análises com dados *cross-section*, a hipótese de β -convergência é tradicionalmente testada através de um modelo de regressão linear simples, pelo qual estima-se a taxa de crescimento do PIB *per capita* em relação ao PIB *per capita* inicial do país pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários. A equação básica deste teste é expressa por:

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i,0}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,0}) + \mu_i \quad (94)$$

em que $Y_{i,0}$, e $Y_{i,T}$ representam o PIB *per capita* dos períodos inicial e final, respectivamente; T indica ao número de anos entre os períodos inicial e final da observação amostral; e μ_i é o erro aleatório.

O lado esquerdo da equação (94) corresponde à taxa de crescimento do PIB *per capita*. Uma correlação negativa entre a taxa de crescimento e o índice inicial ($\beta_2 < 0$) indica que está ocorrendo β -convergência absoluta.

O teste de β -convergência absoluta dado pela expressão (94) considera que todas as unidades geográficas analisadas possuem o mesmo nível de renda rural *per capita* em estado estacionário⁵ e que as diferenças observadas nos níveis de renda rural *per capita* atuais se devem apenas a desvios de curto prazo no estoque de capital físico *per capita* das regiões em relação a seu nível em estado estacionário.

A equação (94) pode ser modificada, para incluir outras características microrregionais importantes para a dinâmica de crescimento da eficiência. Com isso, a β -convergência absoluta dá lugar à β -convergência condicional.

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i,0}} \right) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_{i,0}) + \delta X + \mu_i \quad (95)$$

em que X representa um vetor de variáveis das economias estudadas, relativas a outras características importantes para o aumento do PIB *per capita*. Geralmente, essas variáveis são incluídas com seu valor no período inicial da amostra.

A β -convergência condicional é indicada por uma relação negativa entre a taxa de crescimento do indicador de eficiência e seu valor inicial ($\beta_2 < 0$), após controladas as diferenças estaduais em termos das variáveis incluídas em X (com $\delta \neq 0$). Ressalta-se que a ocorrência de β -convergência condicional não significa que as desigualdades entre os países, em termos do PIB *per capita*, estão reduzindo ou tendem a desaparecer ao longo do tempo. Ao contrário, significa que os estados tendem para uma situação de

⁵ Estado estacionário significa uma situação onde todas as variáveis do modelo crescem a taxas constantes.

equilíbrio a longo prazo em que, por apresentarem diferentes estados estacionários, suas disparidades persistirão.

A velocidade de convergência é a mensuração temporal estimada em anos do período que as regiões levam para extinguirem as desigualdades de renda entre si; é explicitada pela seguinte fórmula:

$$\beta_2 = -\left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T}\right) \quad (96)$$

em que:

β_2 = Parâmetro desconhecido a ser estimado por MQO; e

β = Velocidade de Convergência.

O conceito de meia-vida corresponde ao tempo necessário para que se reduza à metade a distância entre economias mais pobres e as mais ricas, sendo dada por:

$$MV = \frac{\log(2)}{\beta} \quad (97)$$

Teste de σ -convergência

O teste de σ -convergência consiste em observar a dispersão do PIB *per capita* dos países do bloco G-20 nos sucessivos anos. A condição suficiente de σ -convergência é que se verifique uma queda nesta dispersão. A σ -convergência pode ser testada pela análise de dispersão do coeficiente de variação (CV), o qual é obtido pela razão entre o desvio-padrão e a média aritmética da renda *per capita*.

Para analisar o desempenho dos países e identificar a redução ou aumento das diferenças internas do país, foram realizados todos os testes apresentados, considerando-se o período de 1990 e 2004.

Para o cálculo dos testes de convergência de renda *per capita* entre os países do Bloco G-20 foram utilizados dados do PIB *per capita* dos anos de 1980 e 2004.

3.2. Fontes de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados em fontes oficiais internacionais, como Banco Mundial, Organização das Nações Unidas, Fórum Mundial Econômico, Fundo Monetário Internacional, Institutos de Pesquisas e Bancos Centrais dos países pertencentes ao Bloco G-20 e compreendem o período entre 1990 a 2004.

O índice de Competitividade Global do ano de 2005 foi obtido junto ao Fórum Econômico Mundial.

Para o cálculo da PTF foram utilizados os dados de PIB total, PIB *per capita*, investimento como percentual do PIB *per capita*, estoque de capital físico e capital humano (educação). Os valores financeiros estão em dólares americanos.

As informações sobre população, PIB *per capita* e investimento como percentual do PIB *per capita* foram obtidas no *Penn World Table* (PWT), versão 6.1. As séries utilizadas foram “Population”, “Real GDP *per Capita* (Constant Prices: Chain Series)” e “Investment Share of CGDP”, respectivamente. A maior vantagem da PWT é que os dados de produto, investimento e demais estatísticas das Contas Nacionais são calculados segundo o conceito de paridade de poder de compra (preços internacionais), que corrige os efeitos de diferenças sistemáticas de custo de vida entre as economias.

Já as informações sobre educação têm como fonte o Banco Mundial, mais especificamente Barro e Lee (2000), utilizando a série “Educational Attainment of the Total Population Aged 25 and Over”. Nessa base de dados são obtidos os anos médios de escolaridade da PEA a cada cinco anos para uma grande amostra de países entre 1960 e 2000. Para os anos do período 1990-2004, em que não havia observações disponíveis, fez-se uma interpolação dos dados existentes, utilizando a tabela de Gomes, Pessôa e Veloso (2003). Como na base de dados de Barro e Lee (2000) não constam os dados para a Nigéria, foram utilizados os dados de Babatunde e Adefabi (2005).

O PIB total foi obtido através da multiplicação da população pelo PIB *per capita* e o estoque de Capital utilizando-se a metodologia do “Perpetual Inventory Method”, conforme equações (45) e (46).

Para determinar o crescimento econômico dos países foram utilizadas as seguintes fontes de dados:

- a) Risco país: Fundo Monetário Internacional e Federal Reserve (Banco central dos Estados Unidos);
- b) Energia Elétrica: Banco Mundial;
- c) Linha Telefônica: Banco Mundial;
- d) Inflação: Fundo Monetário Internacional ;
- e) Taxa de Câmbio: Fundo Monetário Internacional;
- f) Expectativa de vida ao nascer: Banco Mundial;
- g) Taxa de mortalidade infantil: Banco Mundial;

- h) Educação: mesma variável utilizado na análise da PTF: Banco Mundial e Babatunde e Adefabi (2005);
- i) Abertura Comercial: Banco Mundial ;
- j) Computador: Banco Mundial;
- k) Telefone Celular: Banco Mundial; e
- l) Patentes. Os dados referentes ao número de patentes foram obtidos através da USPTO *web site* (United States Patent and Trademark Office), que subdivide as patentes em seis categorias: *Utility Patent, Design Patent, Plant Patent, Reissue Patent, Defensive Publication e Statutory InventionRegistration*. A *utility patent*, também chamada de “*patents for invention*”, é a categoria utilizada nesse trabalho e sua definição, segundo a USPTO é:

Utility patent – “Issued for the invention of a new and useful process, machine, manufacture, or composition of matter, or a new and useful improvement thereof, it generally permits its owner to exclude other from making, using, or selling the invention for a period of up to twenty years...” (www.uspto.gov).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados e discutidos em quatro seções. A primeira seção refere-se ao agrupamento dos países do Bloco G-20, condição necessária para atender a necessidade de homogeneidade nas características de cada economia.

Após separar os países em grupos homogêneos, na segunda seção realizou-se o cálculo da Produtividade Total dos Fatores (PTF) dos grupos formados, utilizando a contabilidade do crescimento econômico que é decomposta entre as fontes do crescimento da acumulação dos fatores de produção (capital e trabalho) e na taxa da Produtividade Total dos Fatores (PTF), com dados em painel. Para explicar qual fator é mais importante no crescimento da PTF utilizou-se o método de Malmquist.

Na terceira seção, foi analisado o desempenho e os determinantes do crescimento econômico e seus determinantes, para os grupos de países do Bloco G-20, com o emprego do Método dos Momentos Generalizado (GMM), com dados em painel.

Por fim, na quarta seção são apresentados e discutidos os resultados da análise de convergência de renda para cada grupo de países homogêneos.

4.1. Agrupamento dos países homogêneos

4.1.1. Grupos homogêneos

Inicialmente, deve-se esclarecer que devido ao fato de o Fórum Econômico Mundial não coletar os dados do Índice de Competitividade Global (IGC) de Cuba, este país foi excluído das análises. Assim, no intuito de separar os vinte países do Bloco G-20 em grupos homogêneos de acordo com suas semelhanças, foram utilizadas a análise fatorial e a análise de *cluster*.

Uma análise descritiva de cada um dos pilares do Índice de Competitividade Global foi realizada antes da análise de cluster.

O pilar de infra-estrutura foi o que apresentou a maior dispersão, cujo coeficiente de variação foi de 0,20, já os pilares de macroeconomia e eficiência do mercado apresentaram-se como os mais homogêneos (Tabela 5).

Tabela 5 - Dispersão dos países do Bloco G-20, segundo os pilares do Índice de Competitividade Global

País	Institucional	Infra-estrutura	Macroeconomia	Saúde e educação primária	Educação superior e treinamento	Eficiência do mercado	Prontidão tecnológica	Sofisticação dos negócios	Inovação
África do Sul	4,42	4,33	4,61	5,73	4,22	4,63	3,66	4,8	3,85
Argentina	3,08	3,53	4,67	3,81	4,68	3,65	3,11	4,25	3,18
Bolívia	2,81	2,49	3,89	6,37	3,43	3,21	2,26	2,9	2,24
Brasil	3,38	3,2	3,97	6,72	4,19	4,14	3,35	4,63	3,42
Chile	4,76	4,4	5,78	6,91	4,45	4,86	4,16	4,77	3,41
China	3,72	3,44	5,33	6,65	3,76	4,26	3,08	4,11	3,56
Egito	3,91	3,66	4,57	6,42	3,82	3,99	2,95	3,87	3,07
Filipinas	3,21	2,62	4,46	6,49	3,92	4,05	3,06	4,36	2,85
Guatemala	2,69	2,6	4,36	6,55	2,79	3,36	2,64	3,64	2,52
Índia	4,25	3,21	4,06	6,33	4,28	4,77	3,22	5,02	3,94
Indonésia	3,62	3,12	4,39	6,41	3,65	4,08	2,82	3,93	3,32
México	3,44	3,32	4,85	6,83	3,79	4,08	3,32	4,13	3,07
Nigéria	3,4	2,61	5,2	5,82	3,08	3,95	2,47	3,88	3,05
Paquistão	3,41	3,07	4,32	4,01	2,68	4,34	2,73	4,12	3,02
Paraguai	2,37	2,21	4,48	6,8	2,99	3,08	2,35	3,11	2,02
Tailândia	4,35	4,22	5,45	6,36	4,45	4,72	3,5	4,52	3,49
Tanzânia	4,01	2,67	4,14	4,16	2,36	3,77	2,57	3,34	2,98
Uruguai	4,2	3,63	3,76	6,84	4,15	3,38	3,07	3,79	2,98
Venezuela	2,47	2,96	4,68	6,8	3,63	3,49	3,13	3,39	2,83
Zimbábue	3,35	2,65	3,04	4,76	3,19	3,34	2,62	3,43	2,9
Média	3.54	3.20	4.50	6.04	3.68	3.96	3.00	4.00	3.09
Mediana	3.43	3.16	4.47	6.42	3.78	4.02	3.07	4.02	3.06
Desvio Padrão	0.67	0.63	0.63	1.01	0.65	0.54	0.47	0.59	0.48
Coefficiente de Variação	0.19	0.20	0.14	0.17	0.18	0.14	0.16	0.15	0.16
Variância	0.44	0.40	0.40	1.02	0.43	0.29	0.22	0.34	0.23

Fonte: Fórum Econômico Mundial.

Verifica-se, pela Tabela 5, que dos vinte países analisados o Chile foi o país que mais ocupou a primeira posição, ficando em primeiro lugar nos pilares institucionais, infra-estrutura, macroeconomia, saúde e educação primária, eficiência de mercado e prontidão tecnológica, sendo que nos outros três ele ficou na 2^a, 3^a e 6^a, nos respectivos pilares, educação superior e treinamento; sofisticação dos negócios e inovação.

A Índia ocupou a primeira posição nos pilares sofisticação dos negócios e inovação, mas ficando no 6^o lugar no pilar prontidão tecnológica. A China foi um dos

países que apresentou maiores índices nos pilares, mas no pilar educação superior e treinamento sua colocação foi o 11º lugar. Dos países do continente africano, apenas a África do Sul está entre os países de maiores índices, e os demais países são uns dos que apresentaram menores índices dos nove pilares.

Já o Brasil apresentou os menores índices nos pilares macroeconômico (17º), institucionais (13º) e infra-estrutura (10º), mas nos pilares prontidão tecnológica, sofisticação dos negócios e inovação, sua classificação foi bem melhor ficando respectivamente, em 4º, 4º e 5º lugar. Segundo o relatório do Fórum Econômico Mundial (2005), o péssimo resultado do Brasil está ligado aos efeitos negativos das altas taxas de juros, somados a um ambiente institucional ineficiente, uma cultura burocrática e uma economia baseada na informalidade. Apesar desse quadro, o Fórum vê algumas perspectivas positivas sobre o Brasil, uma vez que a gestão das finanças públicas apresentou melhorias na última década. Esforços nessa área devem liberar recursos governamentais para investimento em educação, setor vital para aumentar a competitividade, e, além disso, o Brasil detém uma comunidade de negócios desenvolvida e sofisticada, com bastante capacidade de se adaptar aos desafios de uma economia global de crescente complexidade.

Por meio desta análise descritiva dos pilares que compõem o IGC, percebe-se que os países do Bloco G-20 apresentam heterogeneidade em praticamente todos os itens avaliados. Por meio da análise fatorial e da análise de *cluster* foi possível separar os países do Bloco G-20 em grupos homogêneos, de forma a dar mais consistência às análises futuras a respeito deste estudo. Os resultados foram, assim, desenvolvidos por grupos de países com características semelhantes.

A análise fatorial não se refere a uma única técnica estatística, mas a uma variedade de técnicas relacionadas com o propósito de tornar os dados observados mais facilmente (e diretamente) interpretados. Isto é feito analisando-se os inter-relacionamentos entre as variáveis de tal modo que estas possam ser descritas convenientemente por um grupo de categorias básicas, em número menor que as variáveis originais, chamadas fatores. Assim, o objetivo da análise fatorial neste estudo foi a parcimônia, por meio da qual procurou-se definir o relacionamento entre as variáveis de modo simples, usando-se um número de fatores menor que o número original de variáveis, de maneira que os países analisados foram organizados e reunidos em grupos homogêneos.

Pela análise fatorial, observa-se que o teste de esfericidade de *Bartlett*, com valor 147,44, mostrou-se significativo a 1%, rejeitando-se a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Para a análise da adequabilidade da amostra, o teste de KMO apresentou um valor de 0,777, sendo que, de acordo com Hair *et al.* (1995), os valores acima de 0,7 no teste KMO permitem classificar a adequação como acima da média ou meritória. Dessa forma, de acordo com ambos os testes, pode-se concluir que a amostra é passível de ser analisada por meio da análise fatorial.

A análise fatorial, via método de componentes principais, gerou dois fatores com raízes características maiores que um e, para facilitar a interpretação, realizou-se uma rotação ortogonal pelo método Varimax, ressaltando-se que a rotação não modifica a contribuição conjunta da variância dos fatores. A sua principal vantagem é permitir que os novos fatores se relacionem, mais claramente, com determinados grupos de variáveis, facilitando a análise da solução encontrada.

Portanto, os dois fatores obtidos são capazes de diferenciar os países, pois em conjunto, explicam 76,5% da variância total dos dados. A contribuição individual dos fatores F1 e F2 na explicação da variância total dos indicadores utilizados foi de 57,0% e 19,5%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 - Raízes características da matriz de correlações simples para os países do Bloco G-20

Fator	Raiz Característica	% da variância	% acumulada
1	5,1	57,0	57,0
2	1,8	19,5	76,5

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os dados apresentados na Tabela 7 permitem identificar quais fatores se relacionam com quais variáveis, ao exibir as cargas fatoriais, além de apresentar as comunalidades. A comunalidade mede a contribuição dos fatores para explicar a variância total da variável, sendo igual à soma dos quadrados das cargas fatoriais. Pode-se considerar que os fatores são capazes de explicar grande parte da variância de cada série de dados, pois todas as comunalidades são superiores a 0,7, exceto para as variáveis macroeconomia e educação superior e treinamento.

Tabela 7 - Cargas fatoriais e comunalidades, após a rotação ortogonal pelo método *Varimax*

Variáveis	Cargas fatoriais		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	
Institucional	0,86	0,00	0,74
Infra-estrutura	0,85	0,32	0,82
Educação superior e treinamento	0,62	0,51	0,65
Eficiência do mercado	0,90	0,15	0,84
Prontidão tecnológica	0,81	0,47	0,87
Sofisticação dos negócios	0,90	0,19	0,84
Inovação	0,93	0,00	0,87
Macroeconomia	0,37	0,57	0,47
Saúde e educação primária	-0,13	0,89	0,81

Fonte: Resultados da pesquisa.

Desta forma, foi possível verificar que a relação dos pilares com os dois fatores possuem cargas fatoriais superiores a 0,8, com exceção da variável Educação Superior e treinamento no caso do Fator F1 e macroeconomia para F2, embora nestes casos a carga fatorial também seja representativa, em torno de 0,6. O primeiro fator é composto por variáveis relacionadas a fatores institucionais, infra-estrutura, educação superior e treinamento, eficiência do mercado, prontidão tecnológica, sofisticação dos negócios e inovação, assim, este fator passará a ser chamado de Fator Tecnológico. Portanto, os países que apresentam maiores condições estruturais e tecnológicas possuem maiores escores fatoriais.

No segundo fator, predominam as variáveis macroeconômicas e de saúde e educação primária, sendo que este fator possui correlação positiva com estas variáveis. Esta relação indica que os países, que possuem melhores condições de saúde e educação primária além de aspectos macroeconômicos, possuem maiores escores fatoriais. Este fator passará a ser chamado de Fator econômico-social.

A partir dos escores fatoriais de cada fator, para cada país, realizou-se a análise de *cluster* para identificar e classificar os países do Bloco G-20 em grupos distintos, de acordo com determinadas características, a partir de indicadores de semelhança. As distâncias foram obtidas pelo quadrado das distâncias euclidianas para, desta forma

serem potencializadas as diferenças entre as microrregiões. Dentre os métodos de agrupamento existentes, utilizou-se o método de ligações completas, que possibilitou a agregação dos países em 2 grupos distintos, sendo 13 países no Grupo 1 e 7 países no Grupo 2, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Países do Bloco G-20 pertencentes a cada grupo segundo a análise de *cluster*⁶

Grupos	Países
Grupo 1	África do Sul, Argentina, Brasil, Chile, China, Egito, Filipinas, Índia, Indonésia, México, Nigéria, Tailândia e Uruguai
Grupo 2	Bolívia, Guatemala, Paquistão, Paraguai, Tanzânia, Venezuela e Zimbábue

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.1.2. Diferenciação dos grupos homogêneos

Na identificação dos grupos de países homogêneos do Bloco G-20, foi aplicada a análise discriminante para confirmar os resultados da análise de *cluster*. Esta análise permite determinar o grupo mais provável a que um país do Bloco G-20 pertence relativamente à caracterização do grupo, sendo conhecidas as características e as variáveis discriminantes que diferenciam os grupos, ou seja, a análise discriminante evidencia as características que distinguem os membros de um grupo relativamente a outro.

A análise discriminante “é uma técnica de estatística multivariada cujos objetivos são (i) a identificação das variáveis que melhor diferenciam (ou discriminam) dois ou mais grupos de indivíduos estruturalmente diferentes e mutuamente exclusivos; (ii) a criação de um índice ou função discriminante que represente de forma parcimoniosa as diferenças entre os grupos; e (iii) a utilização discriminante para classificar *à priori* novos indivíduos nos grupos” (MAROCO, 2003: 331). A análise discriminante foi utilizada assim, para validar os resultados da análise de *clusters* e determinar a percentagem de unidades corretamente classificada.

⁶ Dendograma em anexo.

Optou-se pela utilização do método *stepwise*, que começa por escolher a variável que mais diferencia os grupos de acordo com o critério pré-estabelecido. A segunda variável a ser escolhida é a que, juntamente com a primeira, maximiza o aumento do critério discriminante, e assim por diante.

O teste de igualdade das médias dos grupos permite visualizar os resultados do teste de Wilks' Lambda e Fisher, sendo que quanto menor é o resultado do teste de Wilks' Lambda, que varia de 1 a 0, e maior o teste de Fisher, maior é a tendência de que a análise discriminante seja estatisticamente significativa. Os resultados demonstraram que apenas a variável saúde e educação primária não foi significativa ao nível de significância de até 10%. Estes testes são univariados, mas as demais variáveis indicam que a análise discriminante é um bom método para validar a análise de *cluster* (Tabela 9).

Tabela 9 - Teste de significância para as variáveis consideradas na análise discriminante

Variáveis	Wilks'		
	Lambda	Teste F	Significância
Institucional	0,646	9,844	0,006
Infra-estrutura	0,594	12,303	0,003
Macroeconomia	0,807	4,317	0,052
Saúde e educação primária	0,910	1,775	0,199
Educação superior e treinamento	0,410	25,854	0,000
Eficiência do mercado	0,618	11,145	0,004
Prontidão tecnológica	0,608	11,586	0,003
Sofisticação dos negócios	0,443	22,665	0,000
Inovação	0,518	16,762	0,001

Fonte: Resultados de pesquisa.

Assim, os resultados do teste F univariado indicaram que oito das nove variáveis foram significativas até 5%, e os testes que medem a significância global da análise, isto é, Wilks' Lambda global e sua aproximação de F, demonstraram que a análise realizada com as nove variáveis foi significativa a 0,01% (Tabela 10).

Tabela 10. Resultados dos testes multivariados Wilk's Lambda e sua aproximação de F

Teste	Valor	Valor de χ^2	Significância
Wilk's Lambda	0,317	19,522	0,000

Fonte: Resultados de pesquisa .

Visto que a análise discriminante global foi estatisticamente significativa, os resultados demonstraram também que as variáveis educação superior e treinamento e sofisticação dos negócios foram as que mais discriminaram os grupos, indicando, portanto que tais variáveis foram as que mais influenciaram na caracterização do Grupo 1 e Grupo 2 dos países do Bloco G-20.

A partir dos dados levantados, foram ajustadas duas funções discriminantes, sendo uma para cada grupo homogêneo de país do Bloco G-20 (Tabela 11).

Tabela 11 – Funções de classificações

	Grupo	
	1	2
Educação superior e treinamento	16.589	12.064
Sofisticação dos negócios	22.397	18.050
Constante	-82.443	-49.701

Fonte: Resultado da pesquisa.

$$Z_1 = - 82,443 + 16,589X_1 + 22,397X_2$$

$$Z_2 = - 49,701 + 12,064X_1 + 18,050X_2$$

A matriz de classificação demonstra o percentual de validação da função discriminante, na qual pode-se observar que, para o Grupo 1, a função discriminante acerta em 92,30% dos casos e, para o Grupo 2, o percentual de acerto é de 100%. Apenas a Nigéria, que pela análise fatorial e análise de *cluster* foi agrupada no Grupo 1, foi classificada erroneamente no Grupo 2, na análise discriminante (Tabela12).

Tabela 12 Matriz de classificação

Grupo	Nº de Países	Estimativa	
		Grupo 1	Grupo 2
Grupo 1	13	12 92,3%	01 7.7%
Grupo 2	07	00 0%	07 100%
Percentual total de acerto			95%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Verifica-se que a análise discriminante permitiu classificar 95% dos países corretamente nos seus respectivos grupos. Posto que, a taxa de classificação correta pode ser considerada elevada, o que demonstra a eficiência do modelo utilizado para separar os países do Bloco G-20 em dois grupos homogêneos.

Segundo Morrison (1979), a razão de sucesso (percentual corretamente classificado) da análise discriminante revela o quão bem a função discriminante classificou os objetos. Mesmo havendo uma diferença estatisticamente significativa entre os dois (ou mais) grupos, seria possível classificar corretamente apenas 53%, o que não quer dizer que as análises anteriores estivessem incorretas. Assim, como a razão de sucesso feito neste trabalho foi de 95%, mesmo a Nigéria sendo classificada pela análise discriminante no Grupo 2, as demais análises foram feitas considerando os dois grupos identificados pelas análises fatorial e *cluster*.

4.2 - Determinação da Produtividade Total dos Fatores

Esta seção foi dividida em duas subseções, sendo na primeira calculada a PTF usando-se para isto o método tradicional de contabilidade de crescimento; na segunda, por meio do índice de Malmquist, foi verificado se o progresso tecnológico é o fator fundamental para o crescimento da PTF dos países que compõem os dois grupos homogêneos do Bloco G-20.

De acordo com Bosworth e Collins (2003), as críticas à contabilidade do crescimento têm se centrado em três áreas:

(i) A primeira se refere ao fato da PTF ser medida como um resíduo, o qual pode ser interpretado como um deslocamento da função de produção e depende de uma quantidade muito grande de determinantes, além da inovação tecnológica, que influenciam o crescimento e que não estão incluídos em aumentos das quantidades de

fatores de produção. Os exemplos mais imediatos incluem perturbações políticas, choques externos, mudanças nas políticas econômicas, mudanças institucionais e erros de mensuração. Por isso, não é muito exato considerar esse resíduo como um indicador de mudança técnica.

(ii) Em segundo lugar, tem-se que considerar a sensibilidade da decomposição do crescimento relacionada às hipóteses subjacentes sobre o processo produtivo, bem como aos indicadores através dos quais se medem as variações no produto e nos fatores de produção. O ponto em questão, neste caso, é o de que a contabilidade do crescimento pode ser construída de modo a ignorar a forma funcional e os parâmetros do processo produtivo, o que requer um elevado grau de competição e estimativas muito aproximadas sobre a participação de cada fator na renda.

(iii) Por outro lado, uma decomposição da equação do crescimento não pode determinar as causas fundamentais deste. Quando se observa, por exemplo, simultaneamente, elevação na razão capital/trabalho e na produtividade, não é possível determinar, por essa abordagem, se foi a produtividade que incentivou a acumulação ou se foi a acumulação que gerou a inovação.

Acrescentando-se a essas qualificações, vale citar Felipe e McCombie (2003) que consideram a questão de ser possível tomar como dada a existência da função de produção. De acordo com esses autores, a boa qualidade do ajustamento econométrico entre volume de produto e quantidade de fatores não garante a existência da função de produção nem que esta, mesmo se existir, reflete a tecnologia da economia. Por isso, é preciso avaliar com cuidado a validade da abordagem da contabilidade do crescimento, que considera a existência de uma função de produção bem comportada.

Um ponto importante que se encontra na raiz desta crítica é o de que o uso de valores ao invés de quantidades físicas para expressar o produto, torna impossível qualquer indicação da tecnologia da “unidade de produção representativa” por meio das estimativas da função de produção. Por isto, neste estudo, foi utilizado o método de Malmquist, que é decomposto em índice de mudança de eficiência técnica refletindo os deslocamentos dos países em relação à fronteira tecnológica, e índice de mudança tecnológica, que reflete o deslocamento da própria fronteira tecnológica.

A partir do cálculo da PTF pelos dois métodos, foi feita uma comparação entre os mesmos para verificar a consistência dos valores obtidos.

4.2.1. Produtividade Total dos Fatores - Método Tradicional

Um dos grandes problemas das estimativas de modelos econômicos é a questão de regressões espúrias, conforme salienta Jones (1995) e Easterly (2001). As regressões deste gênero normalmente envolvem o fato de regredir uma variável estacionária tendo como independentes variáveis não-estacionárias. Assim, antes de determinar a PTF dos dois grupos homogêneos obtidos na sessão anterior, foram feitos alguns testes de raiz unitária, para verificar a estacionariedade das variáveis PIB (Y), Capital Físico(K), Trabalho (T) e Capital Humano (H) utilizadas nos modelos da PTF.

O primeiro teste realizado foi o proposto por Hadri (2000), que permite verificar se a série é estacionária sob as condições de variâncias idênticas e constantes (homocedásticas) ou diferentes (heterocedásticas). Nas estimativas, os resultados sob as duas hipóteses produziram testes estatísticos similares; assim, os resultados apresentados são somente os que referem ao caso de heterocedasticidade (Tabela 13). Todas as variáveis foram tomadas em logaritmo natural. A hipótese nula verificada pelo teste é a de que a série em cada país é estacionária, ou seja, segundo essa hipótese, no processo gerador das variáveis o coeficiente de correlação ρ é comum a todos os países, além de assumir heterocedasticidade por conta das diferenças econômicas existentes entre os países dos dois grupos homogêneos.

Tabela 13 – Resultados do teste de raiz unitária de Hadri para as variáveis utilizadas na determinação da PTF, no Bloco G-20, 1990-2004

Variável	Estatística da estacionariedade com intercepto (Z_{μ})		Estatística da estacionariedade com intercepto e tendência (Z_{τ})		Hipótese da variância
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	
LY	10.175 (0,000)	7.162	6.866 (0,000)	2.506 (0,000)	Hetero
LK	5.399 (0,000)	7.673 (0,000)	5.459 (0,000)	4.967 (0,000)	Hetero
LT	10.689 (0,000)	7.888 (0,000)	8.792 (0,000)	4.325 (0,000)	Hetero

Obs.: valores entre parêntese representam o valor da probabilidade da Hipótese Nula.
Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se, de acordo com os resultados, que todas as variáveis são não estacionárias, portanto o erro não tem média zero e variância constantes, ao nível de significância de 1%, tanto no caso de o processo conter apenas o intercepto, quanto se for incluída a tendência. Por meio do teste de Hadri, conclui-se que o uso dessas variáveis no modelo pode levar a regressões espúrias, em função do processo gerador das séries assumir que a correlação serial dos erros é comum a todos os países, tanto do Grupo 1 quanto do Grupo 2.

Assim, como os resultados do teste de Hadri mostraram que as séries são não estacionárias, há a necessidade de se aplicar outros testes para comprovar a existência de outros fatores como correlação serial e correlação contemporânea, e heterocedasticidade influenciando na estacionariedade das séries.

Para testar estes fatores foram utilizados os testes de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) e Fischer ADF no processo de geração das séries. As séries utilizadas foram formadas conforme equação (60). Os valores calculados para as estatísticas e a especificação dos modelos usados pelos testes de raiz unitária citados acima estão descritos na Tabela 14⁷.

⁷ Em relação à autocorrelação serial, foi realizado o teste LM de Wooldridge. Quanto à suposição de heteroscedasticidade das unidades de seção cruzada, o teste realizado foi o de *Bartlett, Levene e Brown-Forsythe*.

Tabela 14 – Resultados do teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) e Fischer ADF para as variáveis utilizadas no estudo, 1990-2004

	Variável	Teste IPS			Teste Fischer ADF		
		Estatística <i>t</i>	Valor da Prob. de H0	Especificar modelo	Estatística do Valor _p calculada	Valor da Prob. de H0	Especificar modelo
Grupo 1	LY	-4,076	0,000	Modelo 1, Hetero.	38,753	0,052	Modelo 1, Hetero.
	LK	-2,182	0,015	Modelo 1, Hetero.	35,232	0,107	Modelo 3, Hetero.
	LT	-1,942	0,026	Modelo 2, Hetero.	27,600	0,378	Modelo 3, Hetero.
	LH	-95,720	0,000	Modelo 1, Hetero.	47,803	0,003	Modelo 1, Hetero.
Grupo 2	LY	-1,624	0,052	Modelo 2, Hetero.	22,390	0,071	Modelo 1, Hetero.
	LK	-1,571	0,058	Modelo 1, Hetero.	15,576	0,340	Modelo 3, Hetero.
	LT	-1,699	0,045	Modelo 3, Hetero.	19,746	0,138	Modelo 3, Hetero.
	LH	-5,573	0,000	Modelo 1, Hetero.	21,455	0,091	Modelo 2, Hetero.

Obs.: Modelo 1: Com intercepto e tendência; Modelo 2 : Com intercepto individual; Modelo 3: Sem intercepto e tendência.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados dos testes de IPS e Fischer ADF mostraram que as séries são estacionárias tomando-se diferentes especificações e características dos erros (heterocedasticidade e autocorrelação) para cada uma das equações usadas no processo gerador da série, em diferentes níveis de significância estatística. Essas informações referentes às especificações das séries são importantes para corrigir as estimativas da função de produção.

Assim, diante dos resultados obtidos pelos testes de raiz unitária, foram calculados os coeficientes da função de produção e encontrados os valores da PTF para os países que compõem os dois grupos, levando-se em consideração as características ressaltadas como forma de obter estimadores robustos.

Desta forma, foi analisado a PTF para os dois grupos homogêneos, no modelo de Solow sem capital humano e no modelo de Solow com capital humano.

Modelo de Solow sem capital humano

Para verificar qual modelo, o de efeitos fixos (EF) ou de efeitos aleatórios (EA), é o mais adequado tanto para o Grupo 1 quanto para o Grupo 2 foram feitos testes, cujos resultados encontram-se na Tabela 15. O conjunto de informações apresentadas nesta tabela possibilita decidir sobre qual modelo é o mais adequado e quais correções se fizeram necessárias para produzir estimadores consistentes e de variância mínima para os grupos estudados.

Conforme Tabela 15, o resultado do teste de Hausman indica a não aceitação da hipótese do modelo de EA ser o mais adequado, com nível de significância de 1%. Desse modo, tem-se a presença de um termo de intercepto que varia de país para país mantido constante ao longo do tempo, de forma que todas as diferenças de comportamento entre os países são captadas pelo intercepto, uma vez que os coeficientes dos regressores estimados são mantidos constantes.

A hipótese de que a variância do termo de erro referente à seção cruzada seja zero, é rejeitada ao nível de 1% de significância, indicando que o efeito específico do país é captado por esse parâmetro, reforçando a escolha pelo modelo de EF.

A ausência de correlação serial de primeira ordem nos erros dentro das seções cruzadas (países) deve ser rejeitada ao nível de significância de 10% no Grupo 1 e de 1% no Grupo 2. Em relação à igualdade das variâncias, rejeita-se essa hipótese a 1% de significância para ambos os modelos de EF e EA.

Assim, os testes indicam que o modelo de EF é o mais adequado para estimar a PTF para os dois grupos no modelo de Solow sem capital humano.

Tabela 15 – Resultado dos testes de especificação do modelo de Solow sem capital humano, Grupos 1 e 2, 1990-2004

Tipo de teste	Grupo 1	Grupo 2
	Modelo sem capital humano	Modelo sem capital humano
Heterocedasticidade	$\chi^2(13) = 5970,96$	$\chi^2(7) = 25744,09$
H0: $\sigma_i^2 = \sigma^2$ para todo i	Prob> $\chi^2(13) = 0,000$	Prob> $\chi^2(7) = 0,000$
Efeitos aleatórios	$\chi^2(1) = 393,47$	$\chi^2(1) = 317,52$
H0: variância do componente de seção cruzada é zero ($\sigma_\alpha^2 = 0$)	Prob> $\chi^2(1) = 0,000$	Prob> $\chi^2(1) = 0,000$
Hausman	$\chi^2(2) = 100,18$	$\chi^2(2) = 17,74$
H0: diferença entre os coeficientes são aleatórias	Prob> $\chi^2(2) = 0,000$	Prob> $\chi^2(2) = 0,000$
Autocorrelação	$F(1,12) = 112,318$	$F(1,6) = 1101,425$
H0: ausência de correlação serial de 1ª ordem	Prob> $F(1,12) = 0,0812$	Prob> $F(1,6) = 0,000$

Fonte: Resultados da Pesquisa

Inicialmente, destaca-se a obtenção das elasticidades do produto em relação ao capital e ao trabalho a partir da estimação da função de produção. A Tabela 16 apresenta os coeficientes das funções de produção estimados pelo modelo de Efeitos Fixos, levando-se em consideração os resultados dos testes de heterocedasticidade e autocorrelação analisados, assim, os resultados dos modelos estimados foram coerentes com o esperado.

Tabela 16 - Parâmetros da função de produção do modelo sem capital humano, modelo de Efeitos Fixos, Grupo 1 e Grupo 2, 1990-2004

Variável	Modelo sem capital humano	
	Grupo 1	Grupo 2
Constante	0,165 (0,000)	-0,008 (0,000)
LK	0,496 (0,000)	0,675 (0,000)
LT	0,370 (0,000)	0,310 (0,000)
Nº de Obs	195	105

Fonte: Resultados da Pesquisa

Obs.: Os valores entre parêntese, referem-se ao p-valor.

Em relação às elasticidades encontradas, percebe-se que a referente à variável capital físico é superior à elasticidade da variável trabalho. No Grupo 1, um aumento de 1% na variável capital físico faz com que o crescimento do PIB aumente em 0,50% e um aumento de 1% na variável trabalho implica em um aumento de 0,37% no PIB.

No Grupo 2, um aumento de 1% na variável capital físico levaria a um aumento de 0,68% no PIB e um aumento de 1% na variável trabalho impactará em um aumento de 0,31% no PIB. Nos estudos de Senhadji (1999) e Bende-Nabende *et al.* (2002), também se verifica que o impacto da variável capital físico é maior que o da variável trabalho.

Com base nos modelos estimados (Tabela 16), o passo seguinte é encontrar os resíduos de cada uma das equações e as taxas de crescimento anual da PTF dos grupos 1 e 2 do Bloco G-20. Os resultados obtidos são confrontados com outros trabalhos científicos que seguem a linha da contabilidade do crescimento.

É importante salientar que a comparação entre os vários trabalhos referentes à estimação das elasticidades dos fatores de produção do modelo de Solow fica prejudicada por conta das variáveis *proxies* utilizadas nesses trabalhos, dos métodos de estimação e períodos de abrangência das pesquisas. Estudos em que a restrição de retornos constantes à escala é satisfeita decorrem da suposição feita sobre a parcela referente ao capital, como é o caso do trabalho desenvolvido por Khasnobis e Bari (2000) que assume o fato de que cada fator participar com um terço.

De acordo com Long (1996), a participação do capital na função de produção de Solow deve ser por meio de um valor que esteja contido no intervalo entre 0,40 e 0,68, para valores acima do limite superior, conclui-se que a trajetória do capital é explosiva. Nesse sentido, as elasticidades obtidas (0,50 para o Grupo 1 e 0,68 para o Grupo 2) neste estudo situam-se nesse intervalo citado.

Assim, para a verificação da contribuição dos fatores de produção e da PTF em relação ao crescimento do produto, foi calculada a PTF para a função de produção Cobb-Douglas.

Fazendo uma decomposição do crescimento da produtividade dos fatores de produção para o Grupo 1 no período de 1990-2004, verifica-se que a taxa de crescimento anual do produto foi de 4,09% ao ano; a taxa do fator capital físico e da PTF foi de 1,52% e 1,80% ao ano, respectivamente; enquanto a formação de trabalho foi da ordem 0,77%, ao ano (Tabela 17). Ou seja, a taxa média de crescimento da PTF tem um papel fundamental para o crescimento do produto do Grupo 1, sendo que dos treze países que compõem este grupo, em dez deles, África do Sul, Argentina, Brasil, Chile, China, Egito, Filipinas, Índia, Indonésia e Uruguai, a PTF foi o fator que mais contribuiu para o crescimento do PIB. Em média, a PTF foi responsável por 44% do crescimento do PIB dos países do Grupo 1, e os fatores capital físico e trabalho foram responsáveis por 37,17% e 18,83%, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de Wong e Seng (1996), Senhadji (1999), Bende-Nabende *et al.*(2002), em que a contribuição do fator capital é superior à contribuição do fator trabalho.

De acordo com a OECD (2001), é por meio da PTF que se pode desagregar as fontes de crescimento econômico, possibilitando identificar padrões de crescimento passado e avaliar potenciais ferramentas para incentivar o crescimento econômico futuro. Assim, nesta pesquisa, verificou-se, para o Brasil, que a PTF é responsável por 36% do crescimento do PIB e os fatores trabalho e capital físico foram responsável por 32%, cada um, para o crescimento da economia brasileira, no período analisado.

A maior contribuição da PTF para o crescimento do produto foi encontrada na Argentina (55,31%), China (54,84) e Egito (54,37%). No estudo de Bende-Nabende *et al.* (2002), que analisa a PTF de cinco países (Hong-Kong, Japão, Filipinas, Taiwan e Tailândia). Nas Filipinas, a contribuição da PTF para o crescimento do produto no período 1965-1989 foi de 75,63%, o capital com 2,8% e o trabalho com 21,6%. No

estudo de Collins e Bosworth (1996), no período de 1984 a 1994, a contribuição da PTF para o crescimento do PIB foi de 54,1%.

Alguns estudos realizados com o objetivo de avaliar o comportamento da PTF nos países da Ásia, como o desenvolvido por Oguchi (2007), confirmam a tendência crescente da PTF para o período de 1980 a 2000, apesar de alguns países apresentarem taxas negativas. Na Índia, a taxa de crescimento médio anual da contribuição da PTF para a variação do produto potencial foi de 2,08% ao ano, na Indonésia foi de -0,80%, nas Filipinas foi de -0,37% e na Tailândia, foi de 1,00%. As causas que influenciaram a PTF, para este autor, foram as crises econômicas que alguns destes países passaram durante o período.

Tabela 17 - Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 1, no modelo de Solow sem capital humano, 1990 a 2004

Países	Crescimento anual do PIB (%)	Capital físico (%)	Trabalho (%)	PTF(%)
África do Sul	2,26	0,73 (32,17)	0,57 (25,45)	0,96 (42,37)
Argentina	3,27	0,72 (21,88)	0,75 (22,81)	1,81 (55,31)
Brasil	2,05	0,66 (31,91)	0,67 (32,43)	0,73 (35,66)
Chile	5,46	2,33 (42,59)	0,76 (13,89)	2,38 (43,51)
China	9,20	3,77 (40,94)	0,39 (4,23)	5,05 (54,84)
Egito	4,69	0,99 (21,11)	1,15 (24,52)	2,55 (54,37)
Filipinas	3,54	1,12 (31,57)	0,98 (27,78)	1,44 (40,64)
Índia	5,37	2,18 (40,60)	0,76 (14,13)	2,43 (45,27)
Indonésia	4,05	1,42 (35,12)	0,97 (23,94)	1,66 (40,93)
México	2,86	1,12 (39,15)	1,01 (35,43)	0,73 (25,41)
Nigéria	3,73	1,96 (52,42)	1,07 (28,75)	0,70 (18,83)
Tailândia	4,38	1,94 (44,31)	0,53 (12,05)	1,91 (43,64)
Uruguai	2,29	0,80 (34,81)	0,39 (16,90)	1,10 (48,29)
Media	4,09	1,52 (37,17)	0,77 (18,83)	1,80 (44,00)

Fonte: Resultado da pesquisa. Os números em parênteses indicam a contribuição de cada fator para o crescimento.

No Grupo 2, no período de 1990-2004, no modelo de Solow sem capital humano (Tabela 18), as taxas de crescimento anual do produto foram de 0,04% ao ano; a taxa da PTF foi de 0,18% , enquanto a taxa do fator capital físico e do trabalho foram de -0,08% e -0,07% ao ano, respectivamente, ou seja, a taxa média da PTF foi o fator que mais contribuiu para o crescimento do produto do grupo.

Tabela 18 - Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 2, no modelo de Solow sem capital humano, 1990 a 2004

Países	Crescimento anual			
	do PIB (%)	Capital físico (%)	Trabalho (%)	PTF (%)
Bolívia	0,52	-0,15 (-28,90)	0,11 (20,38)	0,56 (108,52)
Guatemala	0,62	0,09 (14,22)	0,23 (37,48)	0,30 (48,30)
Paquistão	0,78	0,59 (74,97)	-0,10 (-12,44)	0,29 (37,47)
Paraguai	-0,76	-0,28 (37,43)	0,14 (-19,14)	-0,62 (81,71)
Tanzânia	4,13	0,73 (17,56)	-0,04 (-0,89)	3,44 (83,33)
Venezuela	-1,27	-0,82 (64,62)	0,02 (-1,43)	-0,47 (36,81)
Zimbábue	-4,02	-0,14 (3,59)	-0,37 (9,09)	-3,51 (87,32)
Media	0,04	-0,08 (-215,53)	-0,06 (-166,84)	0,18 (482,37)

Fonte: Resultado da pesquisa. Os números entre parênteses indicam a contribuição de cada fator para o crescimento.

Pode-se observar que os países que apresentaram a maior taxa de crescimento do produto, no Grupo 1, em seus respectivos continentes, foram: China (Ásia), Chile (América Latina) e Egito (África), com destaque para China (9,20%) e Chile (5,46%), países com maiores taxas de crescimento dentre os 13 analisados. O Brasil, no período de 1990 a 2004, apresentou a menor taxa de crescimento anual do PIB (2,05%) dos países que compõem o Grupo 1, e a maior contribuição para este crescimento foi a PTF (0,73%). Estes resultados estão de acordo com Pinheiro *et al.*(2001) confirmando que, no Brasil, o crescimento do PIB após a estabilidade dos preços em 1994 foi devido a um maior crescimento da PTF.

E no Grupo 2 foram Tanzânia (África), Paquistão (Ásia) e Guatemala (América Latina), sendo a Tanzânia (4,13%) o maior destaque do Grupo 2.

Vale ressaltar que dentre os trabalhos sobre evolução da PTF dos países analisados mencionados anteriormente, nenhum abrange o período que se considerou neste estudo. Embora seja possível obter uma decomposição do crescimento do produto a partir de seus resultados, a comparação com o procedimento adotado neste estudo não é imediata.

Assim sendo, pode-se concluir que a mensuração e influência da Produtividade Total dos Fatores (PTF) é de grande importância para o crescimento do PIB dos países que compõem os dois grupos homogêneos do Bloco G-20.

Modelo de Solow com capital humano

Nesta seção, utilizou-se, para calcular a contabilidade do crescimento, o modelo de Solow com capital humano, que permite verificar a participação de cada fator no crescimento do PIB dos países analisados. A análise deste modelo é importante porque pouco adianta o investimento em tecnologias de última geração ou inovação nas metodologias de trabalho se as pessoas, não estiverem preparadas para exercer suas funções com eficiência.

Na Tabela 19 encontra-se um conjunto de informações que possibilita decidir sobre qual modelo, efeito fixo ou efeito aleatório, é o mais adequado e quais correções se fizeram necessárias para produzir estimadores consistentes e de variância mínima para os grupos estudados.

Tabela 19 – Resultado dos testes de especificação do modelo de Solow com capital humano, Grupo 1 e 2, 1990-2004

Tipo de teste	Grupo 1	Grupo 2
	Modelo com capital humano	Modelo com capital humano
Heterocedasticidade	$\chi^2(13) = 1725,33$	$\chi^2(7) = 7847,79$
H0: $\sigma_i^2 = \sigma^2$ para todo i	Prob> $\chi^2(13) = 0,000$	Prob> $\chi^2(7) = 0,000$
Efeitos aleatórios	$\chi^2(1) = 462,44$	$\chi^2(1) = 39,89$
H0: variância do componente de seção cruzada é zero ($\sigma_\alpha^2 = 0$)	Prob> $\chi^2(1) = 0,000$	Prob> $\chi^2(1) = 0,000$
Hausman	Indeterminado	$\chi^2(3) = 89,85$
H0: diferença entre os coeficientes são aleatórias	-	Prob> $\chi^2(3) = 0,000$
Autocorrelação	$F(1,12) = 42,480$	$F(1,6) = 1348,804$
H0: ausência de correlação serial de 1ª ordem	Prob> $F(1,12) = 0,000$	Prob> $F(1,6) = 0,000$

Fonte. Resultados da Pesquisa

Dos resultados obtidos para o modelo com capital humano, tanto para o Grupo 1 quanto para o Grupo 2, conforme Tabela 19, podem-se tirar as seguintes conclusões:

- i) Em relação ao efeito aleatório, rejeita-se a hipótese de que a variância do componente de seção cruzada seja zero, ao nível de 1% de significância estatística. Esse resultado mostra que o termo específico de erro (α_i) expressa os efeitos específicos;
- ii) O resultado do teste de Hausman mostrou-se indeterminado para o Grupo 1 impossibilitando a escolha entre o modelo de EF ou o de EA, mas para o Grupo 2 este teste indicou a não aceitação da hipótese de o modelo de EA ser o mais adequado, visto que este apresenta estimadores não consistentes, com nível de significância estatística de 1%. Dessa forma, tem-se a presença de um termo de intercepto que varia de país para país, porém, mantido constante ao longo do tempo, de modo que todas as diferenças de

comportamento entre os países são captadas pelo intercepto, uma vez que os coeficientes dos regressores estimados são mantidos constantes;

- iii) Quanto à correlação, rejeita-se a hipótese H0 de ausência de autocorrelação de forma estatisticamente significativa;
- iv) Em relação à hipótese de igualdade das variâncias, rejeita-se, fortemente, a hipótese de homocedasticidade ao nível de 1% de significância estatística, para ambos os modelos de EF e EA.

Assim, diante dos resultados apresentados pelo teste de Hausman e o teste de efeitos aleatórios, conclui-se que o modelo de EF é o mais adequado para estimar os parâmetros das funções de produção com capital humano tanto para o Grupo 1 quanto para o Grupo 2.

A Tabela 20 apresenta as elasticidades das funções de produção estimadas pelo modelo de Efeito Fixo, levando-se em consideração os resultados dos testes de heterocedasticidade e autocorrelação estimados.

Tabela 20 - Elasticidades da função de produção do modelo com capital humano, modelo de Efeitos Fixos, Grupo 1 e Grupo 2, 1990-2004

Variável	Modelo com capital humano	
	Grupo 1	Grupo 2
Constante	0.117 (0,000)	-0.014 (0,081)
LK	0,490 (0,000)	0,632 (0,000)
LN	0,395 (0,000)	0,370 (0,000)
LH	0,3189 (0,011)	0,221 (0,000)
Nº de Obs	195	105

Obs.: Os valores entre parêntese, referem-se ao p-valor.

Fonte: Resultados da Pesquisa

Em relação às elasticidades encontradas percebe-se que as referentes à variável capital físico são superiores à elasticidade das variáveis trabalho e capital humano, estes resultados também são verificados no trabalho de Senhadji (1999), Bende-Nabende *et al.* (2002).

No Grupo 1, um aumento de 1% nas variáveis capital físico, trabalho e capital humano irá impactar num aumento do PIB de 0,49%, 0,40 e 0,32%, respectivamente. Já no Grupo 2 um aumento de 1% nestas variáveis irá impactar num aumento de 0,63%, 0,37% e 0,22%, respectivamente.

Após os modelos estimados na Tabela 20, foram encontrados os resíduos de cada uma das equações e as taxas de crescimento anual da PTF dos grupos 1 e 2 do Bloco G-20.

Assim, para a verificação da contribuição dos fatores de produção e da PTF em relação ao crescimento do produto, foi feita a decomposição do crescimento do PIB.

No modelo de Solow com capital humano, no Grupo 1, o capital físico e a PTF foram os fatores que mais contribuíram para o crescimento dos países. A contribuição destes fatores foram de 36,68% e 33,25%, respectivamente, enquanto a contribuição do fator trabalho foi da ordem 20,05% e do capital humano foi de 10,02%. A China obteve o maior crescimento do PIB durante o período analisado, a contribuição dos fatores PTF, capital físico, trabalho e capital humano foram de 52,25%, 40,47%, 4,51% e 2,77%, respectivamente. Na América Latina, o maior crescimento do produto foi o do Chile (4,46%) e as contribuições dos fatores PTF, capital físico, trabalho e capital humano, foram de 43,07%, 42,11%, 14,82% e 4,70%, respectivamente. No continente africano, o Egito apresentou a maior taxa de crescimento do PIB (4,69%) e as contribuições dos fatores, foram de 36,88%, 20,87%, 26,16% e 16,09%, PTF, capital físico, trabalho e capital humano, respectivamente.

No Brasil, o crescimento econômico no período analisado foi de 2,05%, sendo que o fator trabalho foi o que apresentou maior contribuição para o crescimento do PIB (34,6%). Apesar do fator capital humano ter ficado em terceiro lugar na contribuição do crescimento do PIB brasileiro, o investimento neste fator é de suma importância, uma vez que ele é responsável por aproximadamente 29% do crescimento econômico brasileiro e a PTF contribui com aproximadamente 5% (Tabela 21). Percebe-se que, com a elevação da escolaridade média da força de trabalho no Brasil (30%), no período analisado, o aumento da PTF foi consideravelmente menor que o encontrado no modelo que não inclui o capital humano dentre os fatores de produção. Este resultado também foi encontrado no estudo em que Gomes, Pessoa e Veloso (2003) analisam a evolução da PTF no Brasil entre 1950 e 2000 (Tabela 4B em anexo). Estes resultados também estão de acordo com o estudo de Barbosa Filho, Pessoa e Veloso (2008), no qual os fatores trabalho, capital físico, capital humano e PTF contribuíram com 47,2%,

30,2%; 23,2 e -0,6%, respectivamente, para o crescimento econômico no Brasil entre 1999 e 2006.

Tabela 21 - Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 1, no modelo de Solow com capital humano, 1990 a 2004

Países	Crescimento anual	Capital físico	Capital humano		
	do PIB (%)	(%)	Trabalho (%)	humano (%)	PTF (%)
África do Sul	2,26	0,72	0,61	0,32	0,60
		(32,04)	(26,91)	(14,39)	(26,66)
Argentina	3,27	0,71	0,80	0,26	1,50
		(21,63)	(24,33)	(8,04)	(45,99)
Brasil	2,05	0,65	0,71	0,60	0,10
		(31,55)	(34,60)	(29,06)	(4,79)
Chile	5,46	2,30	0,81	0,26	2,35
		(42,11)	(14,82)	(4,70)	(43,07)
China	9,20	3,72	0,41	0,25	4,81
		(40,47)	(4,51)	(2,77)	(52,25)
Egito	4,69	0,98	1,23	0,75	1,73
		(20,87)	(26,16)	(16,09)	(36,88)
Filipinas	3,54	1,11	1,05	0,35	1,04
		(31,22)	(29,64)	(9,77)	(29,37)
Índia	5,37	2,16	0,81	0,67	1,74
		(40,14)	(15,07)	(12,40)	(32,39)
Indonésia	4,05	1,40	1,03	0,65	0,95
		(34,72)	(25,55)	(16,15)	(23,58)
México	2,86	1,11	1,08	0,23	0,44
		(38,71)	(37,81)	(8,18)	(15,30)
Nigéria	3,73	1,94	1,15	0,26	0,40
		(51,83)	(30,67)	(6,86)	(10,64)
Tailândia	4,38	1,92	0,56	0,46	1,44
		(43,80)	(12,86)	(10,55)	(32,79)
Uruguai	2,29	0,79	0,41	0,21	0,88
		(34,41)	(18,03)	(9,00)	(38,55)
Média	4,09	1,50	0,82	0,41	1,36
		(36,68)	(20,05)	(10,02)	(33,25)

Fonte: Resultado da pesquisa. Os números em parênteses indicam a contribuição de cada fator para o crescimento.

No Grupo 2, no período de 1990-2004 no modelo de Solow com capital humano (Tabela 22), a taxa de crescimento anual do produto foi de 0,04% ao ano; as taxas dos fatores capital físico, trabalho e capital humano foram de -0,08%, -0,07% e -0,04% ao ano, respectivamente; enquanto a PTF foi da ordem 0,23% ao ano. Mais uma vez, a taxa média da PTF contribuiu para o crescimento do produto do grupo, e os demais fatores impediram a expansão do mesmo. Dentre os sete países que compõem o Grupo 2, a Tanzânia apresentou o maior crescimento do PIB (4,13%) e as contribuições dos fatores PTF, capital físico, trabalho e capital humano para o crescimento do produto foram de 85,30%, 16,44% , -1,12% e -0,63%, respectivamente (Tabela 22). Embora seja relativamente alta a contribuição da PTF na Tanzânia, resultados tão expressivos são encontrados na literatura. Em Nabende *et al.* (2000), a contribuição da PTF para o crescimento do produto no Japão foi de 61,0% no período 1990-97 e, em Solow (1957), o percentual foi de mais de 80% para a economia americana.

Tabela 22 - Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico dos países do Grupo 2, no modelo de Solow com capital humano, 1990 a 2004

Países	Crescimento anual do PIB (%)	Capital físico (%)	Trabalho (%)	Capital humano (%)	PTF (%)
Bolívia	0,52	-0,14 (-27,06)	0,13 (25,64)	0,08 (14,46)	0,45 (86,96)
Guatemala	0,62	0,08 (13,32)	0,29 (47,15)	0,16 (26,60)	0,08 (12,94)
Paquistão	0,78	0,55 (70,19)	-0,12 (-15,65)	-0,07 (-8,83)	0,43 (54,29)
Paraguai	-0,76	-0,26 (35,04)	0,18 (-24,08)	0,10 (-13,58)	-0,67 (89,04)
Tanzânia	4,13	0,68 (16,44)	-0,05 (-1,12)	-0,03 (-0,63)	3,52 (85,30)
Venezuela	-1,27	-0,77 (60,50)	0,02 (-1,80)	0,01 (-1,02)	-0,54 (42,31)
Zimbábue	-4,02	-0,14 (3,36)	-0,46 (11,44)	-0,26 (6,45)	-3,17 (78,75)
Media	0,04	-0,08 (-200,00)	-0,07 (-175,00)	-0,04 (-100,00)	0,23 (575,00)

Fonte: Resultado da pesquisa. Os números entre parênteses indicam a contribuição de cada fator para o crescimento.

A partir dos resultados desta pesquisa, pode-se concluir que a utilização da abordagem tradicional da contabilidade de crescimento, a PTF, mesmo incluindo o

capital humano, continua sendo de grande importância para explicar o crescimento dos países do Bloco G-20 composto pelos dois grupos homogêneos. A diferença entre os dois grupos analisados é de que, além da PTF, os demais fatores de produção têm impacto positivo para o crescimento do PIB anual no Grupo 1, mas no Grupo 2 apenas a PTF tem impacto positivo. Uma explicação para estes resultados é a de que muitos países que compõem o Grupo 2 passaram por guerras civis e agora que estão se reestruturando, mas não têm grande investimento nos fatores de produção. Outro fator seria as políticas adotadas pelos governantes desses países (Tabela 23).

Tabela 23 - Contribuição dos fatores de produção para o crescimento econômico do Grupo 1 e Grupo 2, no modelo de Solow sem capital e com capital humano, 1990 a 2004

		Crescimento anual do PIB (%)	Capital físico (%)	Trabalho (%)	Capital humano (%)	PTF (%)
Grupo 1	Modelo de Solow sem capital humano	4,09	1,52 (37,17)	0,77 (18,83)		1,80 (44,00)
	Modelo de Solow com capital humano	4,09	1,50 (36,68)	0,82 (20,05)	0,41 (10,02)	1,36 (33,25)
Grupo 2	Modelo de Solow sem capital humano	0,04	-0,08 (-215,53)	-0,06 (-166,84)		0,18 (482,37)
	Modelo de Solow com capital humano	0,04	-0,08 (-200,00)	-0,07 (-175,00)	-0,04 (-100,00)	0,23 (575,00)

Fonte: Resultado da pesquisa. Os números entre parênteses indicam a contribuição de cada fator para o crescimento.

4.2.2. Produtividade Total dos Fatores - Índice de Malmquist

As fronteiras de produção para os período de 1990 a 2004 para os países do Bloco G-20 (Grupo 1 e Grupo 2) foram calculadas utilizando-se a metodologia DEA, admitindo retornos constantes à escala. Após obtidas as fronteiras, foi calculado o índice de Malmquist com o fim de analisar a mudança na produtividade total dos fatores. Este índice é decomposto em índice de mudança de eficiência técnica, que reflete os deslocamentos dos países em relação a fronteira tecnológica, e índice de mudança tecnológica, que reflete o deslocamento da própria fronteira tecnológica.

Como mencionado anteriormente, na interpretação usual do índice de Malmquist, valores maiores que 1 indicam crescimento na Produtividade Total dos Fatores; valores menores que 1 indicam queda na Produtividade Total dos Fatores; além disso, não há mudança neste indicador se o valor estimado for igual a 1. As mudanças na eficiência e tecnologia estimadas pelo índice de Malmquist têm a mesma interpretação. Assim, foi feita análise para o modelo de Solow sem capital humano e o modelo de Solow com capital humano.

Modelo de Solow sem capital humano

Os índices de mudança na eficiência técnica, no progresso tecnológico e na PTF sem capital humano encontram-se na Tabela 24. Os resultados demonstram que sete países do Grupo 1 – Egito, Índia, Argentina, África do Sul, México, Nigéria e Brasil – não apresentaram nenhuma mudança na eficiência, durante todo o período analisado, enquanto que quatro países – China, Chile, Tailândia e Filipinas – apresentaram taxas de crescimento da eficiência e dois países - Indonésia e Uruguai - obtiveram decréscimo na eficiência.

No geral, a média do Grupo 1 sobre o índice de mudança na eficiência foi de 1,002, valor indicativo de que a eficiência nos países do Grupo 1 cresceu apenas 0,20% durante o período de 1990 a 2004. A Tailândia, China e Chile apresentaram as maiores taxas de crescimento de eficiência, 1,40%, 1,30%, e 0,70%, respectivamente. As maiores quedas foram verificadas no Uruguai e Indonésia, -0,40% e -0,20%, respectivamente.

Tabela 24 – Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004

País	Mudança na eficiência técnica	Mudança na tecnológica	Mudança na PTF
China	1,013	1,058	1,072
Chile	1,007	1,017	1,025
Egito	1,000	1,023	1,023
Índia	1,000	1,021	1,021
Tailândia	1,014	1,006	1,019
Filipinas	1,002	1,015	1,017
Argentina	1,000	1,015	1,015
Indonésia	0,998	1,016	1,013
África do Sul	1,000	1,009	1,009
Uruguai	0,996	1,014	1,009
México	1,000	1,006	1,006
Nigéria	1,000	1,006	1,006
Brasil	1,000	1,004	1,004
Média 1990-2004*	1,002	1,016	1,018
Média 1990-95*	1,010	1,012	1,023
Média 1996-2000*	0,997	1,021	1,018
Média 2001-04*	0,999	1,015	1,013

* Refere-se a média geométrica

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados da análise das mudanças tecnológicas indicam que a média do Grupo 1 para o índice de mudança na tecnologia durante o período analisado foi de 1,016, isto implica que o progresso tecnológico cresceu, em média ,1,60%.

Todos os países analisados apresentaram progresso tecnológico, sendo que China, Egito e Índia foram os que obtiveram as maiores taxa de progresso tecnológico, 5,80%, 2,30% e 2,10%, respectivamente (Tabela 24).

O índice Malmquist de produtividade total dos fatores foi obtido pelo produto entre o deslocamento da unidade em relação à fronteira tecnológica (ou mudança no indicador de eficiência) e a mudança tecnológica. No caso dos países do Grupo 1, observa-se que, em média, o componente mudança tecnológica teve uma magnitude

superior ao componente mudança no indicador de eficiência, ou seja, os ganhos de produtividade existentes foram obtidos, em média, sob maior influência do progresso tecnológico do que da mudança na eficiência.

O índice médio da produtividade total dos fatores, no período em análise, foi de 1,018, indicando um crescimento médio de 1,80% na produtividade total dos fatores do Grupo 1. Apesar da PTF durante todo o período ter aumentado, no Grupo 1 vem ocorrendo a queda da PTF, esta queda está sendo influenciada pelo índice de eficiência, ou seja, os fatores de produção não estão sendo empregados de forma eficiente (Tabela 24).

Todos os países do Grupo 1 apresentaram aumento na produtividade total dos fatores, sendo que dos trezes, doze obtiveram este aumento determinado pelo crescimento do progresso tecnológico, e apenas na Tailândia o aumento de produtividade total dos fatores foi determinado pelo aumento na eficiência. China, Chile e Egito apresentaram a maior taxa no índice de produtividade total dos fatores, 7,20%, 2,50% e 2,30%, respectivamente. O Brasil foi o país que apresentou o menor ganho de PTF (0,4%), sendo o progresso tecnológico o responsável por este ganho, uma vez que a eficiência durante todo o período analisado permaneceu constante (Tabela 24).

A Tabela 25 contém os índices de Malmquist referentes ao período de 1990 a 2004 para os países pertencentes ao Grupo 2 do Bloco G-20, considerando os índices de PTF sem capital humano, variações de eficiência técnica e mudanças de tecnologia. Em relação à mudança de eficiência técnica, apenas na Venezuela ocorreu aumento deste índice (0,30%). No Zimbábue e Paquistão ocorreram as maiores reduções no índice de eficiência técnica, ficando abaixo da unidade. Na análise da mudança de tecnologia, 71% dos países apresentaram aumento no progresso tecnológico. Em relação à PTF verifica-se que o progresso tecnológico foi o fator que mais contribuiu para o seu aumento, uma vez que, em média, durante o período analisado, a mudança da eficiência apresentou resultado negativo de 0,50% e a mudança tecnológica foi de 1,10% e a PFT foi de 0,60%. A Bolívia foi o país que obteve a maior PTF durante o período, 4,40%, em média.

Tabela 25 – Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores sem capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004

País	Mudança na eficiência técnica	Mudança na tecnológica	Mudança na PTF
Bolívia	1,000	1,044	1,044
Tanzânia	1,000	1,024	1,024
Venezuela	1,003	1,006	1,008
Paraguai	1,000	1,008	1,008
Paquistão	0,995	0,999	0,994
Guatemala	1,000	0,992	0,992
Zimbábue	0,970	1,001	0,971
Média 1990-2004	0,995	1,011	1,006
Média 1990-95*	0,997	1,006	1,003
Média 1996-2000*	1,000	1,021	1,021
Média 2001-2004*	0,988	1,003	0,991

* Refere-se a média geométrica

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, pode-se verificar que nos dois grupos homogêneos desta pesquisa a mudança tecnológica, ou seja, o progresso tecnológico, foi o fator que mais contribuiu para o crescimento da PTF.

Modelo de Solow com capital humano

Na Tabela 26 encontram-se os índices de mudança na eficiência técnica, no progresso tecnológico e na PTF com capital humano, para o Grupo 1. Os resultados demonstram que três países - Egito, África do Sul e Nigéria - não apresentaram nenhuma mudança na eficiência, durante todo o período analisado, enquanto que três países – China, Chile e Tailândia - apresentaram taxas de crescimento da eficiência e sete países – Argentina, Índia, Indonésia, Filipinas, Uruguai, Brasil e México - obtiveram decréscimo na eficiência.

No geral, a média do índice de mudança na eficiência do Grupo 1 foi de 1,000, valor indicativo de que a eficiência nos países do Grupo 1 permaneceu a mesma, ao

longo do período analisado. No entanto, ao analisar subperíodos, percebe-se que a eficiência deste grupo vem decrescendo ao longo do tempo, sendo a maior eficiência obtida nos primeiros anos da década de 1990 (0,4%). Nos demais subperíodos, 1996-2000 e 2001-2004, a mudança de eficiência apresentou valores menores que a unidade. A China, Tailândia e Chile apresentaram as maiores taxas de crescimento da eficiência, 2,50%, 1,40%, e 0,70%, respectivamente. As maiores quedas de eficiência foram verificadas no México, Índia e Brasil, -1,50%, -1,00% e -1,00%, respectivamente.

Os resultados da análise das mudanças tecnológicas indicam que a média do Grupo 1 para o índice durante o período analisado foi de 1,015, indicando que o progresso tecnológico cresceu em média 1,50% ao ano. Dos treze países analisados, doze (92%) apresentaram progresso tecnológico, sendo que China, Egito e Índia foram os países que obtiveram as maiores taxa de progresso tecnológico, 2,30% nos três países. Na Nigéria, o progresso tecnológico permaneceu o mesmo durante todo o período analisado (Tabela 26).

O índice Malmquist de produtividade total dos fatores no caso dos países do Grupo 1, mostra que, em média, o componente mudança tecnológica teve uma magnitude superior ao componente mudança no indicador de eficiência, ou seja, os ganhos de produtividade existentes foram obtidos, em média, com maior influência do progresso tecnológico do que pela mudança na eficiência.

O índice médio da produtividade total dos fatores, no período em análise, foi de 1,015, o que indica crescimento médio de 1,5% na produtividade total dos fatores dos países que compõem o Grupo 1. Apesar da PTF ter aumentado durante todo o período, no Grupo 1 do Bloco G-20 vem ocorrendo a queda da mesma.

Doze países do Grupo 1 apresentaram aumento na produtividade total dos fatores, sendo que destes, dez países – Chile, Egito, Argentina, Índia, Indonésia, Filipinas, Uruguai, África do Sul, Brasil e México – obtiveram este aumento determinado pelo crescimento do progresso tecnológico, e em dois países – China e Tailândia – o aumento de produtividade total dos fatores foi determinado pelo aumento na eficiência. China, Chile e Egito apresentaram a maior taxa no índice de produtividade total dos fatores, 4,80%, 2,40% e 2,30%, respectivamente. Os 0,4% de crescimento médio anual da PTF para o Brasil têm como principal fator o progresso tecnológico (1,5%) (Tabela 26).

Tabela 26 – Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004

País	Mudança na eficiência técnica	Mudança tecnológica	Mudança na PTF
China	1,025	1,023	1,048
Chile	1,007	1,017	1,024
Egito	1,000	1,023	1,023
Tailândia	1,014	1,007	1,021
Argentina	0,991	1,022	1,013
Índia	0,990	1,023	1,013
Indonésia	0,999	1,014	1,013
Filipinas	0,998	1,013	1,011
Uruguai	0,996	1,014	1,009
África do Sul	1,000	1,008	1,008
Brasil	0,990	1,015	1,004
México	0,985	1,018	1,003
Nigéria	1,000	1,000	1,000
Média1990-2004*	1,000	1,015	1,015
Média 1990-95*	1,004	1,015	1,019
Média 1996-2000*	0,998	1,016	1,014
Média 2001-2004*	0,996	1,014	1,010

* Refere-se a média geométrica

Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se que durante todo o período analisado ocorreu um aumento da PTF no Grupo 1, e o progresso tecnológico foi o fator primordial para o aumento da PTF. No entanto, fazendo-se uma análise por subperíodo, percebe-se que a PTF vem decrescendo, em média, ao longo do período analisado. O pior índice de PTF foi encontrado no subperíodo que compreende os anos de 2001 a 2004.

Constata-se, ainda, que os resultados obtidos nesta pesquisa para a PTF está em conformidade com os estudos empíricos que utilizaram a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento. O estudo de Loayza, Fajnzylber e Calderón (2004) aponta para um crescimento médio da PTF, no período de 1960 a 1990, muito pequeno, cerca de 0,1%, numa amostra de vinte e um países da América Latina. Desses países, a

Argentina obteve PFT de 2,49%, Chile 2,39%, Brasil -0,25% México, 0,06%, Uruguai 1,45%.

Ao realizar a análise do Grupo 2, incluindo a variável capital humano no modelo no que diz respeito à variação de eficiência técnica (Tabela 27) as estimativas obtidas revelam que a Bolívia apresentou a maior variação acumulada em ordem decrescente de importância (0,30%). Zimbábue, Paraguai, e Paquistão apresentaram perda de eficiência da ordem de 3,00%, 0,50% e 0,30%, respectivamente. Dos sete países analisados, apenas a Bolívia apresentou crescimento de eficiência. Sendo assim, os países do Grupo 2 não estão empregando os seus fatores produtivos de forma eficaz.

Quanto aos índices de progresso tecnológico, verifica-se, como no caso da eficiência, uma relativa heterogeneidade no desempenho acumulado dos países. Se for tomada a média do Grupo 2, o resultado é de crescimento do progresso tecnológico na ordem de 0,70% no período. Dentre os sete países, cinco – Tanzânia, Bolívia, Guatemala, Paquistão e Zimbábue – apresentaram progresso tecnológico, e dois – Paraguai e Venezuela – obtiveram regresso tecnológico. A Tanzânia apresentou maior variação positiva em termos acumulados, 3,90% durante o período analisado, e a Venezuela foi o país com pior desempenho, tendo uma queda de progresso tecnológico da ordem de 0,80%.

Os resultados obtidos para a PTF, revelaram que a variação acumulada média da região foi positiva (0,20%) no período de 1990 a 2004. Os piores desempenhos ficaram por conta do Zimbábue (-2,90%) e Venezuela (-0,80%), enquanto que os países com as mais elevadas taxas de crescimento acumuladas foram a Tanzânia (3,90%) e Bolívia (0,80%).

Tabela 27 – Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores com capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004

País	Mudança na eficiência técnica	Mudança tecnológica	Mudança na PTF
Tanzânia	1,000	1,039	1,039
Bolívia	1,003	1,006	1,008
Guatemala	1,000	1,007	1,007
Paquistão	0,997	1,009	1,006
Paraguai	0,995	0,999	0,994
Venezuela	1,000	0,992	0,992
Zimbábue	0,970	1,001	0,971
Média 1990-2004*	0,995	1,007	1,002
Média 1990-95*	0,997	1,004	1,000
Média 1996-2000*	0,997	1,021	1,017
Média 2001-2004*	0,991	0,997	0,987

* Refere-se à média geométrica

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, pode-se verificar que para os dois grupos analisados o progresso tecnológico foi o fator que mais contribuiu para o crescimento da PTF, seja quando se inclui ou não a variável do capital humano nos modelos estimados. A análise por subperíodos demonstra que o intervalo de 1996 a 2001 foi o subperíodo de maior progresso tecnológico nos dois grupos analisados (Tabela 28). Desta forma, conclui-se que o fator primordial para o crescimento da PTF dos grupos homogêneos do Bloco G-20, no período analisado, é o progresso tecnológico.

Tabela 28 – Índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores do Grupo 1 e Grupo 2, 1990 a 2004

País	Mudança na eficiência técnica		Mudança na tecnológica		Mudança na PTF		
	Solow Sem capital humano	Solow com capital Humano	Solow Sem capital humano	Solow com capital Humano	Solow Sem capital humano	Solow com capital Humano	
Grupo1	Média 1990-2004*	1,002	1,000	1,016	1,015	1,018	1,015
	Média 1990-95*	1,010	1,004	1,012	1,015	1,023	1,019
	Média 1996-2000*	0,997	0,998	1,021	1,016	1,018	1,014
	Média 2001-04*	0,999	0,996	1,015	1,014	1,013	1,010
Grupo2	Média 1990-2004	0,995	0,995	1,011	1,007	1,006	1,002
	Média 1990-95*	0,997	0,997	1,006	1,004	1,003	1,000
	Média 1996-2000*	1,000	0,997	1,021	1,021	1,021	1,017
	Média 2001-2004*	0,988	0,991	1,003	0,997	0,991	0,987

* Refere-se à média geométrica

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.2.3. Análise comparativa: Método tradicional da PTF e Índice de Malmquist de PTF

Modelo de Solow sem capital humano

A Tabela 29 apresenta os resultados da PTF nos modelos de Solow sem capital humano, em que os valores indicam o crescimento anual. Pode-se constatar que os resultados referentes ao índice de Malmquist, apresentam consistência em relação aos valores obtidos por meio da abordagem tradicional da contabilidade de crescimento. Os resultados da PTF apontam para um crescimento médio da PTF, no período de 1990 a 2004, de cerca de 1,80%, tanto na metodologia tradicional quanto na metodologia de Malmquist, para os treze países que compõem o Grupo 1. Desses países, os piores desempenhos, materializados por taxas de crescimento médias anuais, foram da Nigéria (0,70%), México (0,73%) e Brasil (0,73%) no método tradicional e, no índice de Malmquist, estes países também apresentaram os piores valores, com 0,60%, 0,60% e

0,40%, respectivamente. Os países com os maiores crescimentos médios foram China (5,05%), Egito (2,55%) e Índia (2,43%), de acordo com o método tradicional, e no índice de Malmquist, China, Chile e Egito, com 7,20 %, 2,50% e 2,39%, respectivamente.

Assim, independente do método utilizado para estimar a PTF do Grupo 1, os resultados são semelhantes.

Tabela 29 – Comparação entre o modelo tradicional e índice de Malmquist para o cálculo da PTF, no modelo de Solow sem capital humano, Grupo 1 , 1990 a 2004

Países	Modelo de Solow sem Capital Humano	
	Método Tradicional (%)	Índice de Malmquist (%)
África do Sul	0,96	0,90
Argentina	1,81	1,50
Brasil	0,73	0,40
Chile	2,38	2,50
China	5,05	7,20
Egito	2,55	2,30
Filipinas	1,44	1,70
Índia	2,43	2,10
Indonésia	1,66	1,30
México	0,73	0,60
Nigéria	0,70	0,60
Tailândia	1,91	1,90
Uruguai	1,10	0,90
Média	1,80	1,80

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para o Grupo 2, os resultados da PTF nos modelos de Solow sem capital humano encontram-se na Tabela 30. Verifica-se que há discrepância dos valores obtidos para a PTF no índice de Malmquist em relação aos valores encontrados para a PTF que utilizam a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento. Os resultados apontam que, no período de 1990 a 2004, na metodologia tradicional, o crescimento da PTF foi de 0,18% e 0,60% na metodologia de Malmquist. Dos países pertencentes ao

Grupo 2, os piores desempenhos, materializados por taxas de crescimento médias anuais negativas, foram da Zimbábue (-3,51%), Paraguai (-0,62%) e Venezuela (-0,47%) no método tradicional. No índice de Malmquist, os piores resultados referiram-se ao Zimbábue (-2,90), Guatemala (-0,80%) e Paquistão (-0,60%). O país com o maior crescimento médio anual foi a Tanzânia (3,44%) no método tradicional, e a Bolívia (4,40%) no índice de Malmquist.

A Tabela 30 mostra as estimativas da PTF para o Grupo 2 utilizando os métodos tradicional e de Malmquist.

Tabela 30 – Comparação entre o modelo tradicional e índice de Malmquist para o cálculo da PTF, no modelo de Solow sem capital humano, Grupo 2, 1990 a 2004

Países	Modelo de Solow sem Capital Humano	
	Método Tradicional (%)	Índice de Malmquist (%)
Bolívia	0,56	4,40
Guatemala	0,30	-0,80
Paquistão	0,29	-0,60
Paraguai	-0,62	0,80
Tanzânia	3,44	2,40
Venezuela	-0,47	0,80
Zimbábue	-3,51	-2,90
Média	0,18	0,60

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com os resultados acima, pode-se concluir que os índices calculados para a PTF do Grupo 1 no dois métodos estimados foram consistentes, ocorrendo poucas diferenças no crescimento anual dos países. Já no Grupo 2, apesar dos dois métodos terem apresentado crescimento da PTF, os valores do crescimento da PTF anuais dos países ficaram bem discrepantes nos modelos estimados, o crescimento do método de Malmquist, no grupo como um todo, foi superior em 30% ao método tradicional.

Modelo de Solow com capital humano

Comparando os resultados apresentados na Tabela 31, pode-se afirmar que, para o Grupo 1, o comportamento da PTF tanto no modelo tradicional quanto no modelo de Malmquist, mostram evidências de que o comportamento da PTF segue a mesma trajetória. A variação média anual da PTF para o período de 1990 a 2004, para os dois modelos foi de crescimento da PTF de 1,36% e 1,50% ao ano.

As maiores taxas de crescimento da PTF, anual, foram encontradas na China e no Chile nas duas metodologias, e com valores bem semelhantes, sendo na China, 4,81% e 4,80%, Chile 2,35% e 2,40%, no método tradicional e no índice de Malmquist, respectivamente (Tabela 31).

Tabela 31 – Média dos índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 1 , 1990 a 2004

Países	Modelo de Solow com Capital Humano	
	Método Tradicional (%)	Índice de Malmquist (%)
África do Sul	0,60	0,80
Argentina	1,50	1,30
Brasil	0,10	0,40
Chile	2,35	2,40
China	4,81	4,80
Egito	1,73	2,30
Filipinas	1,04	1,10
Índia	1,74	1,30
Indonésia	0,95	1,30
México	0,44	0,30
Nigéria	0,40	0,00
Tailândia	1,44	2,10
Uruguai	0,88	0,90
Média	1,36	1,50

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, a estimação da PTF para os países do Grupo 1, tanto no método tradicional quanto no método de Malmquist apresentam valores semelhantes.

Na comparação dos métodos para o Grupo 2, verifica-se que os resultados da PTF indicam o crescimento anual, na metodologia tradicional, superior ao encontrado na metodologia de Malmquist. Percebe-se que há algumas discrepâncias dos resultados encontrados para a PTF do índice de Malmquist em relação aos valores obtidos da PTF que utilizam a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento. Os resultados da PTF apontam para um aumento, em média, da PTF, no período de 1990 a 2004, de 0,23% ao ano na metodologia tradicional e de 0,20% na metodologia de Malmquist. Dos países pertencentes ao Grupo 2 os piores desempenhos foram do Zimbábue (-3,17%), Paraguai (-0,67%) e Venezuela (-0,54%) no método tradicional. Para a PTF calculada pelo índice de Malmquist, os piores resultados também foram encontrados nestes países, com queda de PTF na ordem de -2,90%, -0,60% e -0,80%, respectivamente. O país com o maior crescimento médio anual tanto no modelo tradicional quanto no método de Malmquist foi a Tanzânia com o crescimento de 3,52% e 3,90 %, respectivamente (Tabela 32).

Tabela 32 – Média dos índices de mudança na eficiência técnica, mudança tecnológica e mudança na produtividade total dos fatores, Grupo 2, 1990 a 2004

Países	Modelo de Solow com Capital Humano	
	Método Tradicional (%)	Índice de Malmquist (%)
Bolívia	0,45	0,80
Guatemala	0,08	0,70
Paquistão	0,43	0,60
Paraguai	-0,67	-0,60
Tanzânia	3,52	3,90
Venezuela	-0,54	-0,80
Zimbábue	-3,17	-2,90
Média	0,23	0,20

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com os resultados acima, pode-se concluir que os índices calculados para a PTF do Grupo 1 e do Grupo 2, nos dois métodos estimados, foram consistentes, ocorrendo

poucas diferenças no crescimento, ou seja, no geral o resultado de um método está compatível com o outro nos dois grupos analisados.

4.3. Determinantes do Crescimento Econômico do Bloco G-20

O modelo estimado, em painel, para determinar o crescimento econômico dos países que compõem os dois grupos homogêneos do Bloco G-20 foi o logaritmo da taxa de crescimento do PIB, que é determinado pelas variáveis risco país (RP), energia elétrica (EN), taxa de câmbio (TXC), linha telefônica (TEL), taxa de inflação (INF)⁸, mortalidade infantil (MI), expectativa de vida (EXPV), educação (EDU), abertura comercial (AC), computadores (COMP), telefone celular (CEL) e números de patentes (PAT), sendo todas estas variáveis tomadas no seu logaritmo natural.

Antes de estimar os modelos, foi feita a análise da estacionariedade das variáveis utilizadas, os resultados desta análise encontram-se nas tabelas 1C e 2C anexadas. Em relação a escolha do melhor método a ser utilizado, ou seja, se deveria estimar o modelo de Efeitos Fixos (EF) ou Efeitos Aleatórios (EA), os resultados demonstraram que o modelo de Efeitos Fixos foi o mais adequado (Tabela 3C anexada).

A partir daí foram ajustados quatro modelos: i) GMM com variáveis instrumentais; ii) Mínimos Quadrados de dois Estágios - MQ2E; iii) GMM diferença (Arellano e Bond (1991)) e; iv) GMM sistema (Blundell e Bond (1998)). Os resultados das estimativas encontram-se na Tabela 4C anexa.

Dentre os quatro modelos estimados, para o Grupo 1, o modelo GMM sistema foi o mais robusto e condizente com os resultados empíricos apresentados na literatura do crescimento econômico que utiliza dados em painel. Assim, nesta seção, os resultados do modelo GMM sistema com variáveis instrumentais foram analisados. As variáveis instrumentais apresentam duas propriedades: estão fortemente correlacionadas com os regressores, mas não correlacionadas com o termo de erro. O conjunto de variáveis instrumentais usado como instrumento é formado pelos valores defasados das variáveis indicadas como sendo relacionadas com o termo de erro.

Em relação ao modelo GMM sistema, cujos coeficientes encontram-se na segunda coluna da Tabela 33 pelo modelo de EF, não se rejeita a hipótese nula de que as condições de momentos utilizadas no GMM sistema são válidas (Teste de Sargan), assim como não existe correlação serial de 2ª ordem, ou seja, o teste de Arellano-Bond

⁸ A variável inflação foi incluída no modelo com $\ln(1 + \text{INF})$

aponta para a probabilidade de 17% para a não ocorrência de autoregressão de 2ª ordem. Desta forma, a especificação do modelo não foi rejeitada.

Tabela 33 – Coeficientes estimados por GMM sistema para o crescimento econômico, Grupo 1, 1990-2004

Variável	GMM sistema ⁹
PIB ₋₁	0,014*** (1,67)
Risco	-0,0025** (-2,09)
Energia	-1,175 ^{NS} (-1,10)
Telefone	0,0029*** (1,91)
Inflação	-0,0047** (-2,10)
Tx_Câmbio	-0,00821** (-2,03)
Mort_Inf	-0,0044** (-2,32)
Exp_Vida	0,0075** (-2,45)
EDU	0,0089** (2,08)
Ab_Comercial	0,241 ^{NS} (1,23)
Computador	0,830 ^{NS} (1,37)
Cel	0,0032** (2,20)
Patente	0,0373*** (1,91)
Teste de Sargan	p-valor 1,000
Teste Arellano-Bond AR(1) em diferença	2,797
H0: Nenhuma correlação de 1ª ordem nos resíduos	p-valor 0,005
Teste Arellano-Bond AR(2) em diferença	1,378
H0: Nenhuma correlação de 2ª ordem nos resíduos	p-valor 0,1683

Obs.: valores entre parênteses são os erros padrão. NS não significativo, ** significativo a 5% e *** significativo a 10%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

⁹ Os instrumentos usados para estimar GMM sistema foram as variáveis exógenas defasadas de 2 a 3 períodos para a regressão em diferença, incluindo PIB₋₁.

A regressão GMM sistema evidencia a importância da variável do crescimento do PIB defasado em um período. Os resultados mostram que, caso ocorra um aumento de 10% no PIB do período anterior ($t-1$), o PIB do próximo ano (t) irá aumentar em 0,14%, mantido tudo o mais constante.

O Risco país e a inflação têm influência negativa no crescimento dos países, como indicado na literatura, e neste estudo, verificou-se que quanto maior for o risco e a inflação dos países que compõem o Grupo 1, menor será o seu crescimento. Os coeficientes dessas variáveis indicaram que se o risco país aumentar em 10%, o crescimento dos países irá reduzir em aproximadamente 0,03%. Já para o coeficiente da variável inflação, um aumento de 10% irá produzir uma retração do crescimento em aproximadamente 0,05%. Estes valores estão próximos dos encontrados por Loayza, Fajnzylber e Calderón (2004), quando estes encontraram uma elasticidade de $-0,0102$ e $-0,0048$, para as respectivas variáveis, para 20 países da América Latina.

A relação negativa encontrada entre a taxa de câmbio e crescimento econômico mostra que um aumento de 10% nesta variável reduz o crescimento dos países em 0,08%. Esse resultado é condizente com o estudo realizado por Calderon e Serven (2003), para 121 países, em que os autores utilizaram a mesma metodologia, GMM sistema, e encontraram uma elasticidade do impacto da taxa de câmbio no crescimento de $-0,0078$.

O impacto da taxa de mortalidade infantil na taxa de crescimento do PIB é negativo, indicando que o estado de saúde da população afeta diretamente o crescimento econômico. Assim, um aumento de 10% na taxa de mortalidade infantil faz com que o crescimento dos países seja reduzido em 0,04%, resultado que corrobora os encontrados por Figueiredo, Noronha e Andrade (2003).

Verificou-se, neste estudo, uma relação positiva entre a expectativa de vida e o crescimento econômico dos países que compõem o Grupo 1, na ordem de 0,008. Bloom *et al.* (2001), utilizando dados em painel para diferentes países, fazem uma estimação do modelo de crescimento tradicional utilizando dados de painel para o período de 1960/1990 com observações decenais para cada país, encontrando uma relação positiva entre a expectativa de vida ao nascer e crescimento econômico, no qual o aumento de 1 ano na expectativa de vida da população gera um aumento de 4% no produto.

Para a variável educação, os resultados encontrados mostram que um aumento de 10% na média dos anos de estudo, implica em uma elevação de aproximadamente 0,09% no crescimento econômico dos países do Grupo 1. Calderón e Schmidt-Hebbel

(2003), numa análise de crescimento econômico de 56 países em desenvolvimento, encontraram uma elasticidade de 0,011 para a variável educação.

As variáveis telefone e telefone celular obtiveram impacto positivo no crescimento econômico, sendo que uma aumento de 10% nestas variáveis implicaram em um aumento de 0,03% no crescimento do PIB dos países que compõem o Grupo 1.

Em relação à variável patente, representando a inovação dos países, a elasticidade encontrada foi positiva, 0,04, sendo esta variável a mais expressiva para explicar o crescimento econômico dos países do Grupo 1, ou seja, o aumento de 10% nesta variável gera um aumento de 4% no crescimento do PIB. Devinney (1994) estimou a relação entre patente e crescimento econômico da Austrália e verificou que entre estas variáveis existe um impacto positivo. Nessa mesma linha, Crosby (2000) constatou que o número de patentes requerida na Austrália teve uma relação positiva com a produtividade do trabalho e com o crescimento econômico desse país entre 1901 e 1997.

Já as variáveis energia, computador e abertura comercial não foram significativas neste modelo. No trabalho de Calderón e Servén (2003), a variável energia também não foi significativa para explicar o crescimento econômico de 121 países.

Para explicar o crescimento econômico do Grupo 2, o modelo de MQ2E foi o mais robusto. A estatística J de Hansen, que testa a restrição de sobre-identificação do modelo, apresentou em nível descritivo (p-valor) de 0,548. Este valor não rejeita a hipótese nula e fornece a evidência de que os instrumentos escolhidos são aceitáveis do ponto de vista estatístico.

Assim, com os dados da Tabela 34, verifica-se que a variável educação apresentou o maior impacto no crescimento dos países que compõem o Grupo 2, sendo que com um aumento de 10% nesta variável, mantendo tudo o mais constante, os países irão aumentar seu crescimento em aproximadamente 7%, informação que evidencia a importância da variável ao crescimento do PIB. Na maioria dos estudos que analisam o crescimento econômico dos países, a variável que representa o capital humano sempre tem grande relevância para explicar o crescimento dos países. Ourives (2003), analisou o crescimento econômico de 23 países da América Latina no período de 1990 a 2000, usando o método de GMM sistema, encontrando a elasticidade da variável educação da ordem 0,823.

As variáveis risco país e inflação apresentaram elasticidades negativas para explicar o crescimento dos países e neste estudo verificou-se que quanto maior for o risco e a inflação dos países que compõem o Grupo 2 menor será o seu crescimento. Os coeficientes estimados dessas variáveis indicaram que se o risco país aumentar em 10% o crescimento dos países irá reduzir em aproximadamente 0,02%. Já na variável inflação um aumento de 10% irá produzir uma retração no crescimento em aproximadamente 1%. A negatividade da inflação está de acordo com os trabalhos de Blyde e Fernández-Arias (2004), De Gregorio (1992), Corbo e Rojas (1993), e Easterly, Loayza e Montiel (1997), sendo que neste último estudo, os autores utilizaram o método de GMM diferença para analisar 70 países no período de 1960 a 1993, obtendo a variável inflação a elasticidade de -0,533.

O impacto da taxa de mortalidade infantil no crescimento do PIB foi negativo, indicando que um aumento de 10% na taxa de mortalidade infantil faz com que o crescimento dos países seja reduzido em 0,45%. Este resultado está de acordo com Moura (1999), cuja elasticidade encontrada foi de -0,289 para a análise do crescimento econômico de 139 países no período de 1965 a 1990.

A variável expectativa de vida apresentou sinal negativo (-0,010), resultado que não está de acordo com o que se esperava. No entanto, no trabalho de Machado (2004), também foi encontrado um impacto negativo desta variável para explicar o crescimento econômico de 29 países (23 países da OCDE e 6 da América Latina) na ordem de -0,2125. Segundo este autor uma possível interpretação desse resultado sugere que com o aumento da expectativa de vida, ocorre um aumento da parcela de idosos na população, o que não é considerado como capital humano produtivo, desta forma o impacto desta variável no crescimento do PIB é negativa.

A variável energia, *proxy* de infra-estrutura, foi significativa e apresentou elasticidade positiva, indicando que um aumento de 10% nesta variável vai impactar em 0,07% no aumento do PIB dos países do Grupo 2.

Já as variáveis telefone, taxa de câmbio, computador, celular e patente não foram significativas neste modelo. Park (1999) utilizando dados em painel para uma amostra de 60 países no período entre 1960 e 1990 constatou que P&D não explicou a taxa de crescimento *per capita*.

Tabela 34 – Coeficientes estimados por MQ2E para o crescimento econômico, Grupo 2, 1990-2004

Variável	MQ2E ¹⁰
Intercepto	0,0652*** (1,73)
Risco	-0,0169*** (-1,86)
Eletricidade	0,007*** (1,75)
Telefone	0,0198 ^{NS} (0,61)
Inflação	-0,098* (-3,02)
Tx_Câmbio	0,006 ^{NS} (1,33)
Mort_Inf	-0,045*** (-1,84)
Exp_Vida	-0,010** (2,20)
Escol	0,733** (2,30)
Ab_Comercial	0,005*** (1,85)
Computador	0,002 ^{NS} (0,11)
Cel	-0,005 ^{NS} (-0,91)
Patente	-0,0006 ^{NS} (-1,36)
Teste de Hansen (J)	1,203 P-valor 0.548

Obs.: valores entre parênteses são os erros padrão. NS não significativo, ** significativo a 5% e *** significativo a 10%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir dos resultados apresentados nas Tabelas 33 e 34, pode-se concluir que as variáveis analisadas neste estudo conseguiram explicar o crescimento do PIB dos países do Bloco G-20. Além disso, demonstrou-se que estes resultados estão coerentes com resultados empíricos apresentados na literatura do crescimento econômico que utiliza dados em painel.

¹⁰ Variáveis instrumentais utilizadas: Risco-1, Risco-2, Energia-1 Energia-2, Telefone Telefone_1, Telefone_2, Inflação_1, Inflação_2, Inflação_3, Mortalidade Infantil, Mortalidade Infantil_1, Mortalidade Infanti_2, Mortalidade Infantil_3, Exp_vida_1, Exp_vida_2, Exp_vida_3, Abertura, Abertura_ , Abertura_2

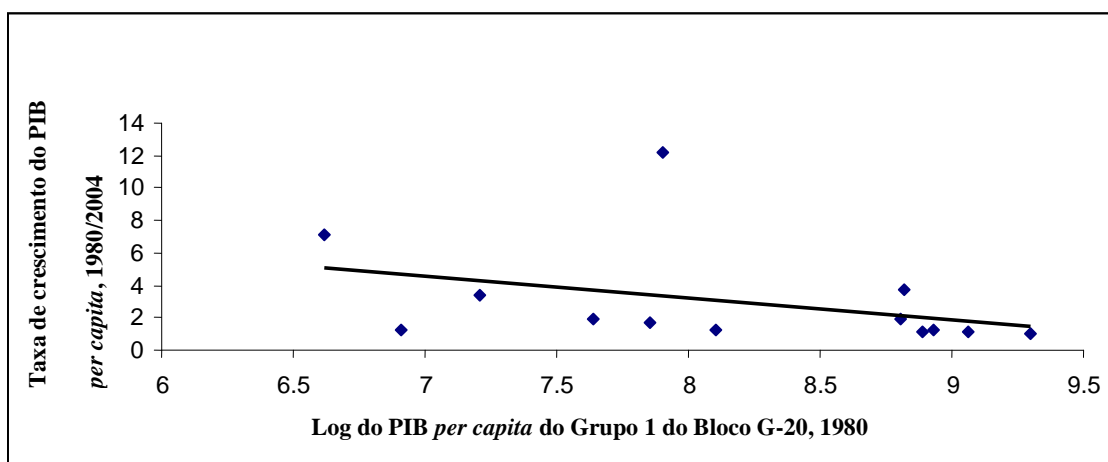
4.3 - Convergência de Renda

Dada a exigência de uma análise de convergência de renda dos países do Bloco G-20, fez-se necessária a ampliação do período analisado a fim de abranger os anos de 1980 a 2004. Esta decisão justifica-se pelo fato de que, em um estudo de convergência, 15 anos apresenta-se como um período muito curto, sendo preciso, então ampliá-lo para 25 anos.

Como foi descrito anteriormente, os países que compõem o Bloco G-20, apresentam características socioeconômicas distintas, que permanecem mesmo entre os grupos homogêneos (Grupo 1 e Grupo 2) embora de forma menos acentuados. O Bloco G-20 é composto de países de quase todos os continentes. Mesmo com a separação do bloco em dois grupos homogêneos, as disparidades de níveis de desenvolvimento entre os países dos grupos formados permanecem elevadas. Este fato pode ser verificado ao se analisar o PIB *per capita*, em 1980, no Grupo 1 a Argentina apresentava o maior PIB *per capita*, calculadas as paridades do poder de compra, equivalente a US\$ 10920,88 e a China apresentava o menor PIB *per capita* US\$ 749,19. No Grupo 2, a Venezuela apresentava o melhor PIB *per capita* (US\$ 8925,36) e a Tanzânia obteve o pior PIB *per capita* (US\$570,45) (*PENN WORLD TABLE*, 2001) .

A análise de convergência de renda, no entanto, tem diferentes conceitos que são rotineiramente discutidos e frequentemente confundidos. A título de exemplificação, pode-se citar: convergência na renda entre países pobres e ricos; nas atividades econômicas entre diferentes regiões dentro do mesmo país; nos retornos dos ativos e na taxa de inflação entre países numa área de livre comércio; nas atitudes políticas entre diferentes grupos; na produtividade total dos fatores; e nos salários entre indústrias, profissões e áreas geográficas. Esses exemplos mostram que convergência é um assunto de extrema importância e que reflete – além de outras coisas – distribuição de renda, polarização e desigualdade.

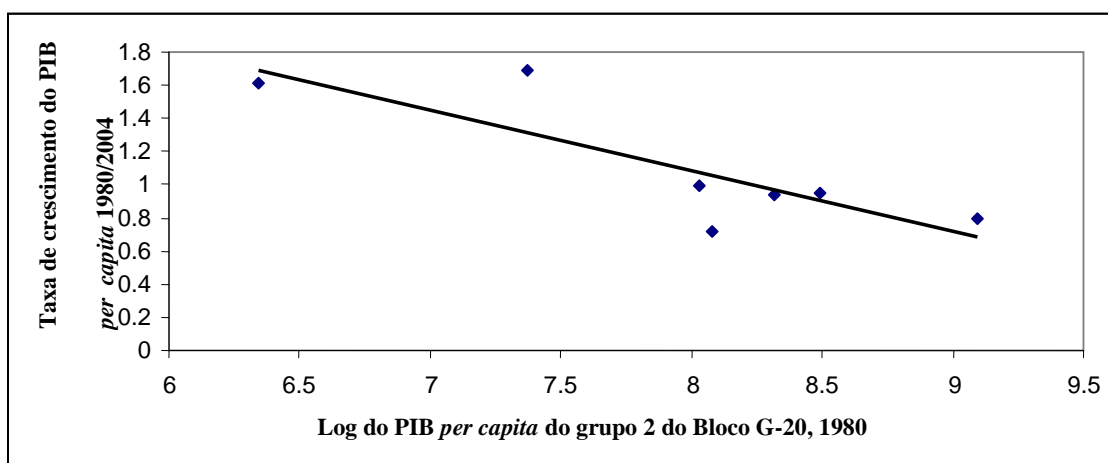
Levando-se em consideração a taxa de crescimento do PIB *per capita* entre 1980-2004 e o logaritmo do PIB *per capita* em 1980, verifica-se que a inclinação da nuvem de dispersão, apresenta tendência negativa, desta forma há indícios de convergência de renda nos países do Grupo 1 do Bloco G-20 (Figura 7).



Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 7 – Dispersão do log do PIB *per capita*, do Grupo 1, 1980/2004.

Os países que compõem o Grupo 2 também apresentaram uma tendência negativa entre a taxa de crescimento do PIB *per capita* e o logaritmo do PIB *per capita* no ano de 1980 (Figura 8).



Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 8 – Dispersão do log do PIB *per capita*, do Grupo 2, 1980/2004.

Faz-se necessário, entretanto, que as evidências desse processo de convergência entre os países que compõem o Grupo 1 e o Grupo 2 do Bloco G-20 em termos da renda *per capita*, sejam comprovadas formalmente com base na aplicação dos testes de convergência, neste caso o β -convergência e o σ -convergência.

Teste de β -convergência

Inicialmente foi realizado o teste de regressão linear proposto por Barro e Sala-I-Martin (1992) para os países do Bloco G-20 tanto para o Grupo 1 quanto para o Grupo 2, no período compreendido entre 1980 e 2004, utilizando-se a relação entre a variável dependente taxa de crescimento do PIB *per capita* e a variável explicativa PIB *per capita* de 1980.

A Tabela 35 apresenta os resultados da regressão estimada para os treze países que compõem o Grupo 1 no período 1980/2004, podendo-se constatar uma relação negativa de 1,68% e significativa, ao nível de 10%. Esse resultado indica a existência de um processo de convergência da renda *per capita* entre os países do Grupo 1, ou seja, os países mais pobres, em relação a renda *per capita*, cresceram mais que os mais ricos, no período analisado. Assim, a hipótese de β -convergência absoluta da renda *per capita* pode ser aceita como verdadeira para os países que compõem o Grupo 1 do Bloco G-20.

A velocidade de convergência ficou em torno de 2% gerando uma meia-vida de aproximadamente 14 anos, o que significa que os países do Grupo 1 levarão cerca de 14 anos para reduzir as disparidades de renda existentes entre eles, caso permaneçam as mesmas condições vigentes.

Tabela 35 - Teste de β -convergência absoluta para o Grupo 1 no período de 1980 -2004

Variável explicativa	Coefficiente
Constante	0,16626* (2,268)
Log do PIB <i>per capita</i> em 1980	-0,01675** (-1,972)
R ²	0,221
Estatística F	5,652*
n° de observações	13
Velocidade	0,0217
Meia Vida	13,87 anos

Estatística t entre parêntese, * significativo a 5% e ** significativo a 10%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 36 apresenta os resultados da regressão estimada para os sete países que compõem o Grupo 2 no período 1980/2004, em que pode-se verificar que a estimativa do coeficiente associado ao nível inicial do PIB *per capita* é negativa e significativa, conduzindo a uma taxa de convergência estimada β de aproximadamente 1,23%, em média, por ano, no período 1980 a 2004. O ritmo em que o processo se verifica é muito lento, os países que compõem o Grupo 2 levarão cerca de 20 anos para reduzir as disparidades de renda existentes entre eles, isto se permanecer as mesmas condições observadas no período analisado.

Tabela 36 - Teste de β -convergência absoluta para o Grupo 2 período de 1980 -2004

Variável explicativa	Coefficiente
Constante	0,10995* (3,232)
Log do PIB <i>per capita</i> em 1980	-0,01227* (-3,189)
R ²	0,67
Estatística F	5,652*
n° de observações	7
Velocidade	0,0147
Meia Vida	20,48 anos

Estatística t entre parêntese, * significativo a 1% .

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir dos resultados obtidos quanto à hipótese de β -convergência absoluta passa-se a assumir a possibilidade dos países do Grupo 1 e Grupo 2 apresentarem convergência para valores de *steady state* distintos, de acordo com a metodologia desenvolvida por BARRO e SALA-I-MARTIN (1991; 1995). Nesta perspectiva, é necessário testar se os níveis do PIB *per capita* a longo prazo são iguais para todas as economias dos países que compõem esses grupos. Para esta análise deve-se considerar fatores no modelo que afetam a determinação dos níveis de *steady state*. Dada a

impossibilidade de identificação de todas as variáveis relevantes e indisponibilidade de informação estatística, foram utilizadas a relação investimento/PIB como *proxy* de capital físico; e educação, número médio de anos de estudo da população com idade de 25 anos ou mais em cada país.

Na convergência condicional, pressupôs-se que outras variáveis poderiam contribuir para a desigualdade, destacando-se o capital humano. Neste modelo, admitem-se valores distintos de equilíbrios estacionários, é mantida a hipótese de rendimentos decrescentes e são acrescentadas outras variáveis. Uma variável que tem uma influência significativa e positiva sobre a taxa de crescimento é o percentual de educação universitária. As diferenças nas rendas das regiões são observadas pelas desigualdades nas taxas de investimento em capital humano e físico e pela taxa de crescimento populacional. Também Mankiw *et al.* (1992) realizam estudo com base na convergência condicional assumindo que cada país apresente características específicas.

Alves (2001) defende que a introdução de variáveis como educação, taxas de poupança e variáveis políticas levam Sala-i-Martin (1996) a concluir pela existência de β -convergência condicional entre 110 países. No entanto, o autor chama a atenção para o fato de que as economias mais pobres não estão necessariamente crescendo mais rápido que as economias mais ricas, ou que a desigualdade no mundo esteja reduzindo. O que se pode inferir é que as economias se aproximam de algum nível de renda de longo prazo que é captado pelo valor de variáveis adicionadas, e que a taxa de crescimento cai quando as economias se aproximam deste nível de renda.

De fato, as evidências de convergência internacional são variáveis. Porém, para as nações desenvolvidas e em desenvolvimento, a evidência mostra que a tendência para convergência está presente, mas é relativamente fraca.

Como explicitado anteriormente, a hipótese da existência de convergência condicional β é verificada por meio da verificação da negatividade β_2 na equação (95). A Tabela 37 mostra os valores dos coeficientes calculados para o Grupo 1 para o teste de β -convergência condicional. O valor estimado deste coeficiente é de -0,0173, sendo que o verdadeiro valor do mesmo é estatisticamente diferente de zero ao nível de 5,0%, o que fornece suporte para a hipótese de que a taxa de crescimento do PIB *per capita* dos países do Grupo 1 está convergindo para uma taxa de crescimento uniforme para todos os países desse grupo.

No tocante às variáveis explicativas da taxa de crescimento do PIB *per capita* do Grupo 1, o coeficiente da variável educação mostrou-se não significativo e, portanto,

esta variável não auxilia na explicação da taxa de crescimento dos países; a variável Investimento foi significativa ao nível de 10%.

Tabela 37 - Teste de β -convergência condicional para o Grupo 1 do Bloco G-20 no período de 1980 -2004

Variável explicativa	Coefficiente
Constante	0,3066* (3,771)
Log do PIB <i>per capita</i> em 1980	-0,0173** (-2,426)
Log(educação) em 1980	-0,0219 ^{NS} (-1,147)
Log (Investimento/PIB) em 1980	0,6028*** (2,029)
R ²	0,547
Estatística F	3,624***
n° de observações	13
Velocidade	0,0227
Meia Vida	13,28 anos

Estatística t entre parêntese, NS não significativo; * significativo a 1%; ** significativo a 5% e *** significativo a 10%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com o teste de β -convergência condicional, a velocidade de convergência ficou em torno de 1,7% gerando uma meia-vida encontrada de aproximadamente 13 anos, o que significa que os países do Grupo 1 levarão cerca de 13 anos para reduzir as disparidades de renda existentes entre eles. O tempo de redução das disparidades neste grupo não foi muito diferente da encontrada no teste β -convergência absoluta, esperava-se que a introdução de outras variáveis reduzisse esse tempo.

Os resultados da regressão estimada para o Grupo 2 do teste de β -convergência condicional encontram-se na Tabela 38. Introduzindo-se as variáveis anos de educação

e investimento por PIB na equação padrão, o coeficiente da renda inicial manteve-se negativo e significativo ao nível de significância de 5%, conduzindo a uma taxa de convergência estimada β de aproximadamente 2,64%, em média, por ano, no período 1980 a 2004. Esta velocidade indica que os países que compõem o Grupo 2 levarão cerca de 11 anos para reduzir as disparidades de renda existentes entre eles, permanecendo as mesmas condições observadas no período analisado. A variável investimento foi positivamente significativa, indicando que países com investimentos similares apresentam convergência entre si. Já a variável anos de educação apesar de ter apresentado sinal positivo não foi significativa para a diminuição das disparidades entre os países desse grupo.

Tabela 38 - Teste de β -convergência condicional para o Grupo 2 do Bloco G-20 no período de 1980 -2004

Variável explicativa	Coeficiente
Constante	0,1515* (6,439)
Log do PIB <i>per capita</i> em 1980	-0,01932** (-4,574)
Log(educação) em 1980	0,0097 ^{NS} (1,139)
Log (Investimento/PIB) em 1980	0,0052** (3,214)
R ²	0,860
Estatística F	6,146***
n° de observações	7
Velocidade	0,0264
Meia Vida	11,41 anos

Estatística t entre parêntese, NS não significativo;* significativo a 1% e ** significativo a 5%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir desses dados, pode-se concluir, pela ocorrência predominante de convergência condicional da renda *per capita* dos países do Bloco G-20, para os dois grupos homogêneos, no período de 1980 a 2004. Com base nos dados, pode-se afirmar que o investimento foi uma variável importante, mesmo não havendo influência da variável educação na redução das disparidades regionais. Estas últimas foram reduzidas em ambos os grupos, no entanto, a redução foi maior no Grupo 2, já que o tempo do teste de β -convergência condicional em relação ao tempo do β -convergência absoluta reduziu em 44%. Assim, levando-se em consideração outros fatores além da renda *per capita* inicial, as disparidades existentes no Grupo 2 serão eliminadas em um tempo menor. Já o Grupo 1 a diferença foi de apenas 5%.

Deve-se ressaltar que as estimativas de β obtidas no presente trabalho apresentam-se consistentes com relação aos valores já encontrados em outros estudos empíricos sobre a convergência de renda com relação à variável educação, que neste estudo não foi significativa para explicar a convergência de renda. No trabalho de Machado (2004), esta variável também não explicou a convergência de renda nos países da América Latina no período de 1970 a 2000.

Teste de σ -convergência

O teste de σ -convergência permite analisar a dispersão, no tempo, da renda *per capita* relativa entre economias. Segundo este teste, ocorreria convergência se o desvio-padrão da renda dentro de um conjunto de economias tendesse a decrescer ao longo do tempo. A medida mais usada para avaliar σ -convergência é o coeficiente de variação, assim, para qualquer grupo dado de economias, σ -convergência indica que a variação na sua renda referente à média, ao longo do tempo, tem reduzido, ou seja, ocorre convergência se há um contínuo declínio no coeficiente de variação.

Na Tabela 39 são apresentados os resultados do teste de σ -convergência para a renda *per capita* dos países do Grupo 1, no período de 1980 a 2004. A hipótese de σ -convergência da renda *per capita* foi verdadeira para o período analisado, indicando que as desigualdades entre os países reduziram e que, de forma geral, os países do Bloco G-20 que compõem o Grupo 1 possuidores de menor renda *per capita* cresceram mais que os países de maior renda. Tendo em vista que a média do PIB aumentou no período

analisado e o coeficiente de variação diminuiu, pode-se concluir que as disparidades intra-países diminuíram.

Tabela 39 - Teste de σ -convergência do PIB *per capita*, Grupo 1 , no período de 1980 a 2004

Coeficiente de Variação	
1980	2004
0,108	0,0972
Nº de observações: 13	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados do teste de σ -convergência da renda *per capita* dos países pertencentes ao Grupo 2 do Bloco G-20 (Tabela 40), no período de 1980 a 2004, mostram que a hipótese de σ -convergência da renda *per capita* é verdadeira para o período analisado. Indicam, além disso, que as desigualdades entre os países reduziram-se, ou seja, os países do Bloco G-20 que compõem o Grupo 2 possuidores de menor PIB *per capita* no ano de 1980 apresentaram maior crescimento de renda do que os de maior PIB *per capita* ao longo do período analisado. Tendo em vista que a média do PIB aumentou no período analisado e o coeficiente de variação diminuiu, pode-se concluir que as disparidades intra-países diminuíram.

Tabela 40 - Teste de σ -convergência do PIB *per capita*, Grupo 2, no período de 1980 a 2004

Coeficiente de Variação	
1980	2004
0,717	0,559
Nº de observações: 07	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Como o indicador de coeficiente de variação é um indicador de dispersão, quanto maior seu valor, maior é a heterogeneidade entre os países que compõem os grupos. Na presente pesquisa, o valor do coeficiente de variação diminuiu, tanto no Grupo 1 quanto no Grupo 2, indicando que os países do Bloco G-20 estão se tornando mais homogêneos.

A existência de σ -convergência também confirma a existência de um processo de β -convergência da renda *per capita* entre os países do Bloco G-20, uma vez que a segunda é condição de existência da primeira.

Assim, pode-se constatar que para os países do Bloco G-20 houve, em geral, uma tendência dos menos desenvolvidos, em relação à renda *per capita*, crescerem mais que os mais desenvolvidos em todo o período estudado.

Os testes apresentados demonstram as tendências gerais em que as rendas *per capita* tenderam a se aproximar, de forma que o grau de desigualdade entre os países do Bloco G-20 seguiu uma tendência de redução. No entanto, estes testes não permitem identificar se todas as economias consideradas estão seguindo a mesma tendência, ou se há alguma excluída do processo. Também não permitem verificar se a redução nas desigualdades será um processo contínuo, de modo que as desigualdades seja superadas ou se restará ainda certo nível de disparidade regional, a longo prazo, o que exigirá um processo contínuo de análise e verificação da validade dessa hipótese.

5 – RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar os principais componentes do crescimento econômico e a convergência de renda dos grupos homogêneos dos países do Bloco G-20, no período de 1990 a 2004.

No primeiro momento, utilizou-se a análise fatorial e análise de *cluster* para ordenar os países que compõem o Bloco G-20 em grupos homogêneos. Foram criados dois grupos de acordo com o Índice de Competitividade Global (GCI), o Grupo 1, composto pela África do Sul, Argentina, Brasil, Chile, China, Egito, Filipinas, Índia, Indonésia, México, Nigéria, Tailândia e Uruguai e o Grupo 2 pela Bolívia, Guatemala, Paquistão, Paraguai, Tanzânia, Venezuela e Zimbábue. Assim, as demais análises foram realizadas considerando estes dois grupos.

Como resultado da análise de Produtividade Total dos Fatores (PTF) referente aos dois grupos homogêneos no período de 1990 a 2004, são apresentadas as seguintes principais conclusões.

Utilizando-se a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento, foi realizada uma decomposição dos fatores produtivos capital físico, trabalho, capital humano e PTF que afetaram o crescimento das economias analisadas no período de 1990 a 2004. Verificou-se que a PTF, nos modelos de Solow sem capital humano ou com a inclusão do capital humano, foi de grande importância para explicar o crescimento dos países do Bloco G-20 que compõem os dois grupos homogêneos. Isto porque, na decomposição do crescimento da produtividade dos fatores de produção, a PTF foi o principal fator contribuinte para o crescimento dos países que compõem o Grupo 2, tanto com exclusão do capital humano quanto com sua inclusão. No Grupo 1, a PTF também foi considerada como o principal fator, no modelo de Solow sem a inclusão do capital humano, para o crescimento dos países que compõem este grupo,

pois quando incluído o capital humano, o principal fator foi o capital físico, contribuindo com aproximadamente 37%. A PTF ficou em segundo lugar contribuindo com aproximadamente 33% no crescimento do PIB.

O Brasil, no Grupo 1, foi o país que obteve o menor crescimento anual do PIB (2,05%). No modelo em que não se introduziu o capital humano, a PTF foi o fator que mais contribuiu para o crescimento do PIB brasileiro, ou seja, a PTF foi responsável por aproximadamente 36% do crescimento do PIB. No entanto, após a inclusão do capital humano, a PTF deixou de ser o fator primordial para o crescimento, e o capital humano contribuiu com 29%. Este resultado mostra que o investimento em capital humano é de suma importância para o crescimento econômico brasileiro, uma vez que as condições do mercado de trabalho exigem trabalhador qualificado, já que este é mais produtivo. Para atender esta exigência o nível médio de escolaridade do trabalhador brasileiro vem aumentando nos últimos anos.

Em relação ao Índice de Malmquist de produtividade total dos fatores que desdobra as alterações de produtividade em mudança na eficiência técnica e mudança na tecnologia (progresso técnico), os resultados relativos à mudança de eficiência estão mais relacionados ao processo de difusão das tecnologias já existentes nos países analisados. O progresso técnico ou deslocamento da fronteira está vinculado ao surgimento de inovações tecnológicas. Desta forma, os resultados demonstraram que nos dois grupos homogêneos analisados a mudança tecnológica, isto é, o progresso tecnológico, foi o fator que mais contribuiu para o crescimento da PTF.

De acordo com os resultados, ficou evidente que a fronteira tecnológica dos países que compõem o Grupo 1 evoluiu a taxas mais expressivas do que a do Grupo 2, no período em análise. Também ficou claro que a evolução tecnológica não foi distribuída de modo uniforme entre os países.

Quanto à distribuição espacial da evolução tecnológica, pôde-se observar que no Grupo 1 a China, no modelo de Solow sem a inclusão de capital humano e no modelo de Solow com o capital humano, foi o país que mais participou do processo de inovações. E, no Grupo 2, a Bolívia, no modelo de Solow sem capital humano, e a Tanzânia, no modelo de Solow com capital humano, foram os que mais participaram do processo de inovações, apresentando resultados expressivos de evolução anual. Em consequência, também foram estes países, que apresentaram os maiores indicadores de produtividade total dos fatores.

O Brasil, mais uma vez , não apresentou resultados significantes, sendo que a sua PTF no índice de Malmquist foi de apenas 0,4% ao ano, tanto no modelo de Solow sem capital humano quanto no modelo que inclui o capital humano, e este aumento, apesar de ser pequeno, foi influenciado pelo progresso tecnológico.

Verificou-se ainda que os países que compõem o Grupo 2 apontaram resultados bem aquém daqueles apresentados pelos países que compõem o Grupo 1. No Grupo 2, destaca-se o resultado de Zimbábue, país que apresentou regresso técnico. Os indicadores de produtividade total dos fatores para estas unidades seguiram o comportamento do indicador de mudança técnica e foram, na maioria, negativos.

Genericamente, pode-se concluir que os indicadores de PTF, baseados no índice de Malmquist, foram influenciados, com maior intensidade, pelo componente evolução tecnológica do que em função do deslocamento das unidades em relação à fronteira.

As conclusões obtidas dos resultados que buscaram identificar os determinantes do crescimento econômico dos países pertencentes ao Grupo 1 do Bloco G-20 (1990 a 2004), indicam que a variável “patente” foi a mais expressiva para explicar o crescimento econômico dos países que compõem este grupo, indicando que cada nova patente registrada nos Estados Unidos faz com que o PIB *per capita* dos países que compõem o Grupo 1 aumente em aproximadamente 0,04%, tudo o mais permanecendo constante. Para o Grupo 2, a variável anos de estudos foi a que obteve o maior impacto no crescimento dos países que compõem este grupo, sendo que se esta variável aumentar em 10%, o PIB *per capita* irá aumentar em 7%, *ceteris paribus*.

Com relação à investigação da existência de convergência de renda, a partir de testes realizados, verificou-se a presença de convergência de renda nos dois grupos analisados. Para a realização do teste de convergência condicional, utilizou-se como variáveis de controle educação e investimento. A variável educação não foi significativa para explicar a redução das disparidades de renda para os dois grupos analisados. No Grupo 1, as reduções das disparidades vão levar aproximadamente 13 anos, e no Grupo 2 , 12 anos, isto se permanecerem as mesmas condições observadas no período analisado.

Portanto, constatou-se que, para os países do Bloco G-20 ,houve, em geral, uma tendência de os países que apresentaram maior PIB *per capita* no início do período analisado (1980) estariam crescendo menos que os países de menor PIB *per capita* inicial, em todo o período estudado.

Assim, os resultados têm grande importância para a análise dos determinantes do crescimento econômico do Bloco G-20, de forma a trazer uma perspectiva de atuação política de melhoria de condições econômico-sociais para este conjunto de países com grandes disparidades de renda e divergentes em condições no que se referem a variáveis estruturais e institucionais, de estabilização e de condições externas.

Por fim, ressalta-se a relevância desta pesquisa, especialmente frente ao fato de não existir na literatura especializada, nenhum outro estudo analítico a respeito dos determinantes do crescimento econômico do Bloco G-20. Dentre as limitações desta pesquisa, pode-se citar a ausência de informações referentes a alguns países – principalmente africanos – o que não impediu, no entanto, sua realização.

Assim, os resultados encontrados têm importância para a análise das condições econômicas dos países que compõem o Bloco G-20, no sentido de que revelar as necessidades particulares dos grupos homogêneos do Bloco G-20 subsidiando a implementação de políticas públicas voltadas para a promoção do crescimento econômico com base em critérios que atendam às características específicas de cada país, considerando as suas diferenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARELLANO, M.; O. BOVER. Another Look at the Instrumental-Variable Estimation of Error-Components Models. **Journal of Econometrics** 68(1):.p.29-52. 1995
- ARELLANO, M.; S. BOND. Some Tests of Specification for Panel Data: Montecarlo Evidence and an Application to Employment Equations. **Review of Economic Studies** 58(2): p.277-297. 1991.
- BABATUNDE, M.A.; ADEFABI, R. A. **Long Run Relationship between Education and Economic Growth in Nigeria: Evidence from the Johansen's Cointegration Approach.** 2005. disponível em: <www.saga.cornell.edu/saga/educonf/babatunde.pdf>. Acesso em 02 de mar. 2008
- BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **Crescimento da América Latina oferece condições para nova onda de investimentos.** Disponível em: <<http://www.iadb.org/news/article/detail.cfm?artID=2699&language=PO&arttype=W>> S.> Acesso em 01 de mar. 2007
- BANCO MUNDIAL. **Global Economic Prospects 2007: Managing the Next Wave of Globalization.** Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2006/12/06/000112742_20061206155022/Rendered/PDF/381400GEP2007.pdf>. Acesso em 26 de fev. 2007. 2007a
- BANCO MUNDIAL. **World development report: relatório sobre o desenvolvimento mundial 1992: desenvolvimento e meio ambiente.** Washigton: Oxford University Press; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1992. 322p.
- BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators 2001.** 2001. Disponível em: <http://www.worldbank.org/data/wdi2001/pdfs/tab3_8.pdf> . Acesso em 14 de mar. 2007.

- BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators**. 2007 Disponível em: <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/DATASTATISTICS>>. Acesso em 14 de mar. 2007.
- BARBOSA FILHO, F.H.; PESSÔA, S.A.; VELOSO, F.A. **Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano – 1992-2006**. 2008 Disponível em : <www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/200807211433140-.pdf>. Acesso em 05 de dez. 2008
- BARRO, R., J., Economic Growth in a Cross Section of Countries. **Quarterly Journal of Economics**, vol. 106 p. 407 – 440, 1991.
- BARRO, R e SALA-I-MARTIN, X. Convergence. **Journal of Political Economy**, vol. 100, n. 2, p. 223-251. 1992.
- BARRO, R. J. **Determinants of economic growth: a cross-country empirical study**. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- BARRO, R. J. Notes on Growth Accounting. **Journal of Economic Growth**, Amsterdam, North-Holland, v. 4, n. 1, p. 137-199, 1998.
- BARRO, R. J. and J. W. LEE. International Data on Educational Attainment Updates and Implications. **National Bureau of Economic Research**. Working Paper No. W7911. 2000.
- BAUMOL, W. J. Productivity growth, convergence, and welfare: What the long-run data show. **American Economic Review**, v. 76, n. 5. p. 1072-85. 1986.
- BENDE-NABENDE, A.; SEN, S.; FORD, J.; SLATER, J. **Productivity analysis in Asia-Pacific economic cooperation region: a multi-country translog comparative analysis, 1965-97**. Birmingham: University of Birmingham, 2002. (Pacific Asia Research Programme of the ERSC. Working paper N° 43) Disponível em: <<http://economicsbulletin.vanderbilt.edu/2002/volume15/EB-01O10002A.pdf>>. Acesso em 12 de jan. 2008.
- BERNANKE, B. and R. GURKAYNAK. Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously. **National Bureau of Economic Research** Working Paper No. W8365. 2001.
- BLOOM, D. E., CANNING, D. E SEVILLA, J. The Effect Of Health On Economic Growth: Theory And Evidence. Cambridge: **National Bureau of Economic Research**. Working Paper 8587. 2001. 26 p.
- BLUNDELL, R. and S. BOND. Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. **Journal of Econometrics**, v. 87, n. 1, p. 115-143. 1998.

- BLYDE, JUAN S. AND E. FERNANDEZ-ARIAS "Why Does Latin America Grow More Slowly?" in Sources of Growth in Latin America, edited by E. Fernández-Arias, R. Manuelli, J. S. Blyde. Washington, D.C. Inter-American Development Bank. 2004.
- BOISIER, S. Técnicas de análisis regional con información limitada. Santiago de Chile, ILPES, 1980.
- CALDERÓN, C.; SCHMIDT-HEBBEL, K. Macroeconomic Policies and Performance in Latin America. **Journal of International Money and Finance** 22: p.895-923. 2003.
- CALDERÓN, C.; SERVÉN L.. **Macroeconomic Dimensions of Infrastructure in Latin America**. The World Bank, Mimeo, October. 2003.
- CAVES, D.W., CHRISTENSEN, L.R., DIEWERT, W.E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393-1414. 1982.
- CHRISTENSEN, L. R.; CUMMINGS, D. ; JORGENSON D. W. Economic growth, 1947- 73: an international. In: KENDRICK, J. W.; VACCARA, B. N. (Ed.). **New Development in Productivity Measurement and Analysis**. Chicago: University of Chicago Press, p. 595-698. 1980.
- COLLINS, S. M. ; BOSWORTH, B. P. Economic Growth in East Asia: accumulation versus assimilation. **Brookings Papers on Economic Activity**, Washington DC, v.2, p. 135-203. 1996.
- Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) - **Estudio económico de América Latina y el Caribe 2005-2006** –Disponível em: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/26135/lcg2314e.pdf>>.Aceso em: 01 de mar. 2007.
- CORBO, V.; ROJAS, P. Investment, Macroeconomic Stability and Growth: The Latin American Experience. **Revista de Análisis Económico** p. 19-35. 1993.
- CROSBY, M. Patents, Innovation and Growth. **Economic Record**. p.255 – 262, 2000.
- DE LONG, B., Productivity Growth, Convergence and Welfare: Comment, **American Economic Review**, n. 78, p. 1138-1154. 1988.
- DENISON, E. F. **The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us**, Committee for Economic Development (NY).1962
- DEVINNEY, T. **Characterising International Patent Behaviour**, Working Paper 94,024, Australian Graduate School of Management, 1994

- DIAS, J. E. DIAS, M. H. A. Crescimento Econômico e as Políticas de Distribuição de Renda e Investimento em Educação nos Estados Brasileiros: Teoria e Análise Econométrica . In: **Encontro de Economia Da Região Sul**, 2005. Disponível em: <ww.ppge.ufrgs.br/anpecsul2005/artigos/area5-04.pdf >. Acesso em 06 de jun. 2007.
- EASTERLY, W., LOAYZA, N. e MONTIEL, P. Has Latin America.s post-reform growth been disappointing? Policy Research Working Papers, n. 1708. Washington, D.C.: World Bank, 1996.
- EASTERLY, W.. The Lost Decades: Developing Countries' Stagnation in Spite of Policy Reform 1980-1998. **Journal of Economic Growth**, 6(1): p. 135-157. 2001.
- ELIAS, J. V. **Sources of growth**: a study of seven Lan America economiesti. San Francisco: ICS Press, 1990.
- ENDERS, W. Applied econometric time series. 2 ed. Wiley e Sons, 2004.
- FARE, R., GROSSKOPF, S., NORRIS, M., ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **American Economic Review**, v. 84, p. 66-83. 1994a.
- FARE, R., GROSSKOPF, S., LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994b. 295 p.
- FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 252-290, 1957.
- FELIPE, J.; MCCOMBIE, J. S. L. Some methodological problems with the neoclassical analysis of the East Asian miracle. **Cambridge Journal of Economics**. Oxford: Sep 1, Vol. 27, Iss. 5; p. 695. 2003.
- FERNÁNDEZ-ARIAS, E. e MONTIEL, W. Reform and growth in Latin America: all pain, no gain? Inter-American Development Bank, Office of the Chief Economist, Working Paper, n. 351. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 1997.
- FERRAUDO, Antônio. **Análise multivariada**. São Paulo: StatSoft South América, 2005.
- FIGUEIREDO, L.; NORONHA, K. V. ; ANDRADE, M. V.**Os impactos da saúde sobre o crescimento econômico na década de 90: uma análise para os estados brasileiros**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2003. (Texto para discussão)
- GALOR, O., Convergence? Inferences From Theoretical Models, **Economic Journal**,106, p. 1056-1069, 1996.

- GLAESER, E. et al. Do institutions cause growth? **Journal of Economic Growth**, v. 9, p. 271-303, 2004.
- GOMES, A.P., DIAS, R.S. Medidas de produtividade na agropecuária brasileira: 1985-1995. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39, 2001, Recife. **Anais...** Brasília: SOBER, 2001.
- GOMES, V.; PESSÔA, S.; VELOSO, F.. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n. 3, p. 389-434. 2003.
- GREENE, W. H.. **Econometric Analysis**. 5ª edição. Pearson Education, Inc. Singapura. 2003.
- GRIFFELL-TATJÉ, E., LOVELL, C.A.K. A note on the Malmquist productivity index. **Economics Letters**, v. 47, p. 169-175, 1995.
- GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- HADRI, K. Testing for stationarity in heterogeneous panel data. **The Econometrics Journal**, 3, p. 148-161, 2000.
- HADRI, K.). Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data. **Econometrics Journal**, 3(1):148-161. 2000
- HOLTZ-EAKIN, D., NEWEY, W., ROSEN, H. S.. Estimating Vector Autoregressions with Panel Data. **Econometrica** 56:1371-1395.1988.
- IM, K. S.; PESARAN, M. H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115, p. 53-74, 2003.
- JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus.2000.
- JONES, C. I. Time Series Tests of Endogenous Growth Models. **Quarterly Journal of Economics**, 110(3):495-525. 1995
- JORGENSEN,D.W., GRILICHES, Z. The Explanation of Productivity Change. **Review of Economic Studies**, Vol. 34, p.249-83, 1967.
- KENDRICK, J. W. **Productivity Trends in the Unites States**. Princeton, NJ: Princeton University Press.1961.
- KHASNOBIS-GUHA, B.; BARI, F. **Sources of growth in South Asian economics**. Birmgham: University of Birmgham, 2000. (Asia Research Programme of the ERSC. Working paper N° 43)

- KIM, J.O; MUELLER, C.W. **Introduction to factor analysis**: What it is and how to do it. Beverly Hills: SAGE, 1978. 79 p. (Series quantitative Applications in the Social Science, 7-13).
- KRUEGER, A. O. Why trade liberalization is good for economic growth. *Economic Journal*, v. 108, p. 1513-1522, Sept. 1998. Disponível em: <http://uclibs.org/PID/895>
- KRUGMAN, P. The myth of Asia's miracle **Foreign Affairs**, New York, v. 73, p. 62-78, 1994.
- KUZNETS, S.S. **Teoria do crescimento econômico moderno**. Rio de Janeiro. Zahar. 1974. 336p.
- LACERDA, A.C. **O papel da política externa**. Disponível em <<http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI1498919-EI7095,00.html>>. Acesso em 10 de jun. 2007
- LEVIN, A.; LIN, C.; CHIA-SHANG, James Chu. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties. *Journal of Econometrics*, 108, p. 1-24, 2002.
- LOAYZA, N.; FAJNZYLBER, P.; CALDERÓN, C. **Economic growth in Latin America and the Caribbean: stylized facts, explanations, and forecasts**. Working Papers N° 265. Central Bank of Chile. 2004. Disponível em <<http://www.bcentral.cl/estudios/documentos-trabajo/pdf/dtbc265.pdf>> Acesso em 01 de mar. 2007
- LORA, E. e BARRERA, F. A decade of structural reform in Latin America: growth, productivity, and investment are not what they used to be. Office of the Chief Economist Working Paper Green Series, n. 350. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 1997.
- LUCAS, R. On the Mechanics of Economic Development. **Journal of Monetary Economics** 22: p. 3-42. 1988.
- MACHADO, G. C. **Convergência, Crescimento e Progresso Tecnológico**. 2004. 86p. Dissertação (Mestrado em Economia). Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais/CEDEPLAR. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- MADDALA, G.S. Recent Developments in econometrics of panel data analysis. **Transportation Research**. Vol21A, n. 4/5, p. 303-326. 1987
- MALMQUIST, S. Index numbers and indifference curves. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 1, p. 209-242, 1953.
- MANKIW, G., ROMER, P., WEIL, D. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics** May: p.407-443. 1992.

- MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods** – a primer. New York: Chapman and Hall, 1986. 159 p.
- MARINHO, E.L.L., BARRETO, F.A.F.D. **Análise da produtividade e progresso tecnológico dos estados do Nordeste**. Ceará: CAEN, 2000. 30 p.
- MAROCO, J. **Análise Estatística – Com Utilização do SPSS** (1ª Ed.). Lisboa: Edições Sílabo. 2003
- MORRISON, D. G. On the Interpretation of Discriminant Analysis. **Journal of Marketing research** 6(2): p.156-163. 1979
- NEHRU, V. and A. DARESHWAR. A New Database on Physical Capital Stocks: Sources, Methodology and Results. **Revista de Análisis Económico** 8(1): p.37-60. 1993.
- PARK, W. **Impact of the International Patent System on Productivity and Technology Diffusion**, in Owen Lippert (ed.) *Competitive Strategies for Intellectual Property Protection*, Fraser Institute, Vancouver, B.C., 1999.
- PEREIRA, M. F **Evolução da fronteira tecnológica múltipla e da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro de 1970 a 1996**. 1999.85p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.
- PINHEIRO, A.C.; GILL, I.S.; SERVÉN,L.; THOMAS, M.R. Brazilian economic growth, 1900-2000: lessons and policy implications. **Economic and Social Study Series**. IAB, Washington, D.C. May 2004. Disponível em <<http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/eco02237/crescimento-economico-brasil-1900-2000.pdf>>. Acesso em 20 de nov. 2007.
- PSACHAROPOULOS, G. **Returns to Investment in Education: A Global Update**. *World Development* v22, n9: p.1325-1343.1994
- Quah, D.T., Empirics for Economic Growth and Convergence, **European Economic Review**,40, p. 1353-1375, 1996.
- RENCHER, A.C. **Methods of multivariate analysis**. New York: John Wiley e Sons, 1995. 27p.
- RODRIK, D. Getting institutions right. CES-DICE Report, **Journal of International Comparisons**, p. 10-15, Summer 1994. 2004. Disponível em: <http://ksghome.harvard.edu/~drodrik/ifo-institutions%20article%20_April%202004_.pdf>. Acesso em 20 de nov. 2007.
- ROMER, P. Increasing Returns and Long Run Growth, **Journal of Political Economy**,v.94, p.1002–1037, 1986.

- ROMER, P. The origins of Endogenous Growth. **Journal of Economics Perspectives**, volume 8, n. 1 – Winter, 1994.
- SACHS, J. D. **Tropical underdevelopment**. Washington, DC: NBER, Feb. 2001.
- SALA-I-MARTIN, X., The Classical Approach to Convergence Analysis, **The Economic Journal**, 106, p. 1019-1036, 1996.
- SENHADJI, A. **Sources of economic growth**: na economic growth accounting exercise. International Monetary Funf. Working paper : Cambridge, 1999.
- SHEPHARD, R.W. **The theory of cost and production functions**. Princeton: Princeton University, 1970.
- SOLOW, R. 1956. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**. Quaterly
- SOUKI, G.Q.; GONÇALVES FILHO, C. **Análise estatística no SPSS**. Faculdade de Estudos Administrativos- FEAD – Belo Horizonte. 2003. 63p.
- STOCK, J.H.; WATSON, N.W. **Econometria**. São Paulo: Pearson Education, 2004.
- SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. **Economic Record**, v. 32, n. 63, p.334-361 1956.
- TAVARES, J. M. **Mensuração da produtividade total dos fatores para os estados brasileiros, sua contribuição ao crescimento do produto e influência da educação: 1986-1998**. Disponível em: <<http://www.caen.ufc.br/wp%20ataliba/artigo%20flavio%20Ivan%20Jean%20encounter%20regional1.pdf>> Acesso em 15 de jun. 2007.
- THIRLWALL, A.P. **A natureza do crescimento econômico: um referencial alternativo para compreender o desempenho das nações**. Brasília: IPEA, 2005. 112p.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **The Least Developed Countries 2000 Report**. Geneva, United Nations Conference on Trade and Development. 2000
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMM (2001). **Human Development Report 2001**. Oxford and New York, Oxford University Press Disponível em: <<http://www.undp.org/hdr2001/completnew.pdf>>. Acesso em 05 de mar. 2007.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMM). **Human Development Report 1999**. New York, United Nations Development Programme. Disponível em: <<http://www.undp.org/hdro/E1.html>>. Acesso em 15 de mar. 2007.

UNITED NATIONS POPULATION DIVISION. **World Population Prospects 1950-2050 (The 2000 Revision)**. New York, United Nations.2001. Disponível em: <www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/wpp2000h.pdf> Acesso em 15 de mar. 2007.

UNITED NATIONS. **We the Peoples** — The Role of the United Nations in the 21st Century. New York, United Nations 2000. Disponível em: <<http://www.un.org/millennium/sg/report/key.htm>> Acesso em 15 de mar. 2007.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE (USPTO) Disponível em: <http://www.uspto.gov/web/menu/intro.html>. Acesso em 26 de fev. 2007.

VALLEJOS, L.; VALDIVIA, L. **Productivity growth in Peru: 1950 – 1998**. Santiago: Interamerican Development Bank, 2000. (Serie de Documentos de Trabajo nº 355)

WONG, T. S.; SENG, B. S. S. **Total factor productivity growth in Singapore: methodology and trends**. Londres: Agjp, 1996.

ANEXO

ANEXO A - Deduções de Algumas fórmulas utilizadas

Equação (4)

$$\dot{k} = sy - (n + d)k$$

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \rightarrow \text{Taxa de crescimento populacional}$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \rightarrow \text{Equação de capital } per\ capita \text{ logaritmizada e derivada em relação ao}$$

tempo

$$\dot{K} = sY - dK \rightarrow \text{Equação de acumulação de Capital}$$

Substituindo a equação de crescimento populacional e a de acumulação de capital na equação de capital *per capita* logaritmizada e derivada em relação ao tempo tem-se:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{sY - dK}{K} - n = \frac{sY}{K} - \frac{dK}{K} - n$$

$$\dot{k} = \left(\frac{sY}{K} - d - n \right) k = \frac{sYk}{K} - (d + n)k, \text{ mas}$$

$$k = \frac{K}{L} \rightarrow \dot{k} = \frac{sY}{K} \frac{K}{L} - (d + n)k$$

Sendo $\frac{Y}{L} = y$ tem-se:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k$$

$$\text{Equação (5)} \quad y^* = \left(\frac{s}{n + d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Substituindo a equação (2) na equação (4) e igualando essa equação a zero, obtém-se a equação do produto *per capita* do estado estacionário

$$y = k^\alpha \quad (2)$$

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \quad (4)$$

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n + d)k = 0$$

$$sk^\alpha - (n + d)k = 0 \rightarrow sk^\alpha = (n + d)k = \frac{s}{n + d} = \frac{k}{k^\alpha}$$

$$\frac{s}{n + d} = k^{1-\alpha} \rightarrow k^* = \left(\frac{s}{n + d} \right)^{1/(1-\alpha)}$$

Substituindo k^* na equação (2) tem-se:

$$y^* = \left(\frac{s}{n+d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Equação (10) $\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n+g+d)\tilde{k}$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = g$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{k}}{k} = s \frac{Y}{K} - (n+d) \rightarrow \text{verificar dedução da equação (4)}$$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s \frac{Y}{K} - (n+g+d) \rightarrow \dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n+g+d)\tilde{k}$$

Equação (11) $\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n+g+d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$

No estado estacionário, a razão produto-tecnologia é determinada pela função de produção (2) e pela condição $\dot{\tilde{k}} = 0$ (equação (10)), assim tem-se:

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n+g+d} \right)^{1/(1-\alpha)}$$

Substituindo na equação (2) tem-se:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n+g+d} \right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

ANEXO B – Dados utilizados no estudo

Tabela 1B – Produto Interno Bruto – PIB dos países do Grupo 1

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	286915377743	270623533440	1032073147005	93467944591	1904117798145	192138489378	206690780888	1597764394620	548684301261	578605772716	98198174326	3259958656938	24635609776
1991	286493074702	303791586288	1040309667533	100398649225	2066664381418	203323247456	209469661055	1599355562976	598104265495	603884249278	103022600191	3563121789119	25818090350
1992	280954616166	340776704892	1038026319389	112488462033	2305614818650	211682709810	212683273512	1656255872091	645883046185	626085486102	106277115304	3973916403178	28606271717
1993	285721395448	362252848741	1072174299178	120439435388	2512278784438	217601605985	216518350910	1717213303775	688256522313	638100891031	109315596008	4316031767281	29773221566
1994	290580996957	382453144757	1122413342098	127438626163	2926326246187	227276228018	230698802810	1790002523850	723452860013	666189663150	110586655902	4624285283548	32141256507
1995	295319912272	373048178162	1127511057750	140868060816	3259958656938	237858129724	234839474454	1942308759618	761439054021	624364537899	101511551152	5052194903226	31712628535
1996	307237854994	389892541414	1154713348379	151535260512	3563121789119	265400662568	245273825174	2046488226543	819257011132	653821585625	115663641995	5441516126490	33563012220
1997	316006782234	420158530961	1185117721541	161390290983	3973916403178	270797431891	263950458303	2142602902703	844746975136	696863135647	118969016811	5923052168274	35401760009
1998	320629744336	437344860701	1190757661430	166411804654	4316031767281	287458504387	254088954382	2298513816674	781026139214	731250488560	121832626224	6395804774731	37351261939
1999	332822549073	429548145791	1216110927578	166784924090	4624285283548	305614710662	270216786250	2558723907852	792301598464	759502980873	127106883170	6904802900717	36442385757
2000	348384746181	424922776451	1262856406272	173210813222	5052194903226	319741270542	305054250188	2651010312517	845418816298	808919415711	132898397189	192138489378	35807044942
2001	359613458619	405355326323	1263505012391	178744675531	5441516126490	331428710599	296527642950	2774701161176	871445749652	809561500032	136153018673	203323247456	34556345672
2002	369701761947	366506453681	1250365977516	182642800885	5923052168274	343717873178	300129334311	2944340958478	919717834927	816001623570	142050533230	211682709810	29664456721
2003	377919025518	394010696248	1311533961044	190186579802	6395804774731	355613667968	302524854747	3138676837808	968249592376	828243550365	163774805976	217601605985	30225378483
2004	393559160004	427861830880	1375799125135	200753722187	6904802900717	370549442023	339347189213	3388201646414	966724995849	863056405302	165619559056	227276228018	33928031724

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 2B – Estoque de Capital Físico, Grupo 1

Capital	África do sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	516437833106	1137467524528	3851258825360	308923116007	6633774064903	250147899294	574606767360	2628463238137	1618161175658	2149619447007	65065792241	9052942665532	78915565373
1991	519414072916	1139517456810	3886701497467	316596130238	6930817768637	253262762775	582868154849	2708047397856	1676568226448	2185985353710	67378993613	9813146253882	79359887533
1992	521472954524	1153607552754	3919601678161	327725969446	7282892287703	255874056459	592876066647	2804856298219	1738933905527	2234697895246	69652569100	10659433673288	80573881270
1993	524679078676	1175045698515	3957877876566	342880639031	7763990745742	259928589031	604758438544	2890706592079	1806715829026	2280991334593	72308387202	11573348504515	82051141513
1994	531032018512	1203499927402	4008406415586	357772851376	8355908007254	264405722848	618838235473	3008176115640	1892456115400	2337599421667	74653240592	12524524235150	83981712557
1995	540053141393	1222762695211	4073313290280	380827680955	9052942665532	269509495281	633638987936	3166822642662	1993921473065	2349008969171	77066708171	13514902009928	86053155646
1996	548955042484	1246348925052	4141552139023	405168932992	9813146253882	274991176985	652153040064	3294064546639	2100164677133	2380999614475	79834282098	14656477984391	88064566506
1997	558022801429	1279878039532	4223475293691	432129521365	10659433673288	283016844293	674483690386	3442241799168	2213678705374	2437484900967	84741436116	15959323013018	90415008624
1998	567542682869	1317041213061	4301671595285	459119669720	11573348504515	291630441763	689327548842	3595726128813	2254873145005	2505718396771	90967854726	17535210651253	93293535891
1999	576310964609	1343553293134	4361971807578	477266621876	12524524235150	299782327560	703039356753	3793650153043	2278732695362	2577595596211	93031293257	19208688726746	95524080405
2000	585916938076	1364775512370	4439357674745	498993793451	13514902009928	306967766023	724564254802	3986297440579	2303620409938	2664154801948	95383522430	250147899294	97033978885
2001	595094671255	1375758264301	4494565541850	520166153040	14656477984391	313998739862	742324809198	4178307457761	2335860938325	2742499431146	99356898295	253262762775	98114217443
2002	605966961024	1367469682785	4525521617190	541527694910	15959323013018	320114891808	757575588954	4393915312164	2361797131522	2816330482169	104317618598	255874056459	97766270868
2003	619415013577	1372039936025	4578602704210	565679456715	17535210651253	326905062920	772402262111	4623009474493	2386097677079	2881684359392	108869630764	259928589031	97828989836
2004	634870554407	1392183111323	4633545936660	595596677142	19208688726746	330827923675	787850307353	4863405967166	2416589604332	2947441173041	113054820792	264405722848	98788713085

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 3B – População economicamente ativa, Grupo 1

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	14508386	12386633	66914975	5002989	672856920	19763674	25322057	357281841	82590763	31062946	36563208	719037681	1357506
1991	14910828	12653122	68349468	5127628	682964548	20414985	26014193	364898076	84919634	32067823	37667538	726835444	1371001
1992	15317932	12921384	69811676	5251935	692337320	21009377	26682132	372590877	87304617	33089887	38793215	734539305	1384478
1993	15682339	13186670	71299468	5375498	701338533	21614329	27366164	380435442	89744106	34125031	39947960	741981428	1398013
1994	16001086	13454182	72811267	5498944	710297497	22236834	28085433	388427592	92240443	35167747	41132759	749004324	1411934
1995	16323647	13721878	74346421	5621099	719037681	22878101	28851937	396492307	94796548	36213604	42347473	755337377	1425722
1996	16601018	14011112	75842643	5735920	726835444	23618652	29702259	405039065	97437335	37215137	43645999	761176827	1439830
1997	16882228	14306157	77322526	5850361	734539305	24386345	30543776	413611539	100119940	38216027	44968634	766703407	1454535
1998	17162303	14600340	78783514	5963871	741981428	25179215	31367148	422198840	102830596	39217048	46313803	772081191	1469591
1999	17413604	14893297	80221098	6076226	749004324	25981504	32195878	430793511	105566176	40219987	47677358	779497039	1485077
2000	17630861	15186585	81632078	6187298	755337377	26780033	33052196	439386935	108393281	41226197	49054299	19763674	1500999
2001	17741824	15530617	82713774	6316709	761176827	27675633	34001213	448498163	111121762	42301746	50504859	20414985	1517324
2002	17820242	15876754	83778804	6445696	766703407	28586008	34959207	457621446	113872690	43381243	51965018	21009377	1533913
2003	17861047	16224647	84825407	6574219	772081191	29508667	35927995	466748978	116645756	44463269	53432125	21614329	1550710
2004	17995731	16428002	86090630	6666497	779497039	30540240	36743508	476049289	119156147	45556312	54878979	22236834	1571236

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 4B – Anos de estudo médio para pessoas com 25 anos e mais, Grupo 1, 1990 - 2004

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	5.40	8.13	4.02	6.96	5.85	4.26	7.28	4.10	4.01	6.72	3.79	6.11	7.09
1991	5.53	8.20	4.11	7.02	5.90	4.40	7.40	4.18	4.12	6.77	3.82	6.16	7.13
1992	5.65	8.26	4.19	7.08	5.95	4.55	7.52	4.27	4.23	6.82	3.86	6.21	7.18
1993	5.78	8.33	4.28	7.13	6.01	4.69	7.64	4.35	4.33	6.86	3.89	6.25	7.22
1994	5.90	8.39	4.36	7.19	6.06	4.84	7.76	4.44	4.44	6.91	3.92	6.30	7.27
1995	6.03	8.46	4.45	7.25	6.11	4.98	7.88	4.52	4.55	6.96	3.95	6.35	7.31
1996	6.05	8.53	4.54	7.31	6.16	5.09	7.95	4.63	4.64	7.01	3.99	6.40	7.36
1997	6.07	8.61	4.62	7.37	6.21	5.19	8.01	4.74	4.73	7.07	4.02	6.45	7.41
1998	6.10	8.68	4.71	7.43	6.25	5.30	8.08	4.84	4.81	7.12	4.05	6.49	7.46
1999	6.12	8.76	4.79	7.49	6.30	5.40	8.14	4.95	4.90	7.18	4.08	6.54	7.51
2000	6.14	8.83	4.88	7.55	6.35	5.51	8.21	5.06	4.99	7.23	4.11	6.59	7.56
2001	6.16	8.90	4.97	7.61	6.40	5.62	8.28	5.17	5.08	7.28	4.15	6.64	7.61
2002	6.18	8.98	5.05	7.67	6.45	5.72	8.34	5.28	5.17	7.34	4.18	6.69	7.66
2003	6.21	9.05	5.14	7.73	6.49	5.83	8.41	5.38	5.25	7.39	4.21	6.74	7.71
2004	6.23	9.13	5.22	7.79	6.54	5.93	8.47	5.49	5.34	7.45	4.24	6.79	7.76

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 5B – Produto Interno Bruto – PIB dos países do Grupo 2

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	16919246430	33796394202	251025885066	21686466809	12806080126	143881673962	35037057228
1991	17592319091	34713596822	264219328868	22281553846	13608448918	159522773000	39905219669
1992	17910561790	35293622358	271235339380	22938447019	13565151986	169538229815	33772774995
1993	18667768217	36926397043	278072355796	23938459711	13846083940	168046714367	33724841502
1994	19534019134	38395663905	292788361051	24490925053	13845107951	161979947596	35280270554
1995	20342320900	40181403713	307340169568	25705430674	14586656834	167874115815	32414656922
1996	21056378243	41952254864	308776615430	26236188576	15084579913	164757689734	35181644193
1997	21878278382	43068756325	318728632583	27065933438	24183260778	174947447296	36458585887
1998	22599468293	45378262858	329884929672	27120808475	25702714404	175249038856	37014065640
1999	23326506162	47677265850	344229162354	27519838303	26970845070	166610496730	38705445170
2000	23880572978	49479563241	350647090280	27735936140	27576623716	172402119671	39676535065
2001	24532175539	50459406169	354328121997	28640423741	29334329608	178615759610	38008179332
2002	25094197087	51227549883	370212891890	28084493509	31736952314	164160118653	33351780884
2003	25812384199	52926442744	390751460820	28471408887	32772051135	154174159165	30670518536
2004	26819067183	54302530256	412916082245	28756122976	33653619311	177403907599	29413027276

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 6B – Estoque de Capital Físico, Grupo 2

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	37298874407	47505966234	486425827489	55746386740	14078838435	508730758092	80373567629
1991	37753559225	48452724754	504206681574	57220212955	14604870179	512978947952	82806828921
1992	38276788705	50069976553	522693451759	58444072722	15237409630	524547787891	84640595437
1993	38783610923	51466343279	540377165171	59698158750	15917005819	530748097232	85987398483
1994	39100747992	52863709054	558776339078	61049083480	16681810765	530317435246	90115114040
1995	39589291972	54184208566	578653351524	62588942412	17419360319	535571240880	92747483213
1996	40375417349	55029278989	596546424871	64069046371	18187411170	538320702902	94114723843
1997	41734200117	56245524397	614975732233	65438709955	18451990948	547392438105	95799510927
1998	43787959606	57452742782	629518069074	66609159159	18821227805	556549809848	98257579868
1999	45159385882	58565675930	645302679600	67626039183	19162645448	561578025576	99913530839
2000	46345497270	59762635578	660973243531	68598286298	19563978564	568470456687	101843950569
2001	46902987090	61078055930	677675275603	69012006278	20082963433	578405184264	102346197638
2002	47453205327	62570426183	693805896489	69149258412	20797162495	576337850774	103276290550
2003	47653067710	63762821189	711270003947	69427631019	21568786092	569266241830	103838845400
2004	48224904523	64527975043	732937900427	70121907329	21827611525	571986390604	104046523090

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 7B – População economicamente ativa, Grupo 2

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	2615103	3303746	41544069	1536842	13174437	7206371	4599790
1991	2682095	3415775	42553220	1584504	13546676	7449973	4715001
1992	2751036	3531859	43176040	1633409	13935702	7692402	4831647
1993	2820216	3652101	43817213	1683598	14395413	7928153	4937643
1994	2889208	3776577	44749704	1735062	14943613	8163584	4980732
1995	2958005	3905487	45650026	1787770	15415877	8398178	5013348
1996	3030973	4048023	46910853	1849073	15734411	8643326	5103012
1997	3103742	4195481	48195170	1911869	16085178	8888906	5194382
1998	3176054	4347526	49503878	1976159	16514421	9134514	5281130
1999	3247817	4503706	50836420	2041939	16947447	9379759	5361533
2000	3318936	4664029	52190888	2109208	17393672	9624236	5433705
2001	3399037	4836631	53641216	2180119	17844460	9875733	5516771
2002	3478551	5013246	55099157	2252582	18246759	10128933	5593187
2003	3557360	5193765	56564654	2326622	18599559	10383567	5662298
2004	4030279	5387596	58405711	2410266	19037918	10675128	5729666

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 8B – Anos de estudo médio para pessoas com 25 anos ou mais, Grupo 2

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	5.02	3.04	4.15	6.14	2.79	4.96	5.03
1991	5.08	3.08	4.10	6.13	2.77	5.31	5.06
1992	5.14	3.12	4.06	6.12	2.75	5.65	5.09
1993	5.19	3.17	4.01	6.12	2.72	6.00	5.13
1994	5.25	3.21	3.97	6.11	2.70	6.34	5.16
1995	5.31	3.25	3.92	6.10	2.68	6.69	5.19
1996	5.36	3.30	3.91	6.12	2.69	6.68	5.22
1997	5.42	3.35	3.90	6.13	2.69	6.67	5.25
1998	5.47	3.39	3.90	6.15	2.70	6.66	5.29
1999	5.53	3.44	3.89	6.16	2.70	6.65	5.32
2000	5.58	3.49	3.88	6.18	2.71	6.64	5.35
2001	5.63	3.54	3.87	6.20	2.72	6.63	5.38
2002	5.69	3.59	3.86	6.21	2.72	6.62	5.41
2003	5.74	3.63	3.86	6.23	2.73	6.61	5.45
2004	5.80	3.68	3.85	6.24	2.73	6.60	5.48

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 9B – Risco país, Grupo 1, 1990 - 2004

Ano	África do												
	Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	0.1136	96954.1190	157.7050	0.3225	0.0340	0.0590	0.0683	0.0747	0.0587	0.2926	0.1040	0.0017	0.4509
1991	0.1133	0.6564	8.4185	0.1666	-0.0106	0.1431	0.0997	0.1366	0.0922	0.1789	0.0981	-0.0017	0.4015
1992	0.1059	0.1159	15.7076	0.1477	0.0029	0.1488	0.1306	0.1171	0.0847	0.1535	0.1398	-0.0096	0.3911
1993	0.0781	0.0329	32.8142	0.0494	0.0098	0.1348	0.1075	0.0562	0.0564	0.1437	0.2298	0.0015	0.3815
1994	0.0603	0.0345	48.1643	0.0968	0.0123	0.0979	0.0978	0.0293	0.0553	0.1226	0.0929	0.0078	0.3561
1995	0.0724	0.0363	0.4754	0.0213	0.0017	0.0767	0.0610	0.0974	0.0781	0.5509	0.0767	0.0089	0.3098
1996	0.1024	0.0093	0.2215	0.0645	-0.0017	0.0770	0.0747	0.0574	0.0866	0.2831	0.0820	-0.0119	0.2317
1997	0.1013	0.0117	0.1954	0.0250	-0.0096	0.0679	0.1070	-0.0017	0.2236	0.1645	0.0804	-0.0017	0.1797
1998	0.1176	0.0146	0.2415	0.0377	0.0015	0.0665	0.0855	0.0365	0.5744	0.2154	0.0815	-0.0106	0.1513
1999	0.0809	0.0202	0.2129	0.0247	0.0078	0.0703	0.0519	0.0303	0.1861	0.1913	0.1303	-0.0122	0.0899
2000	0.0330	0.0191	0.1135	0.0385	0.0089	0.0576	0.0460	0.0176	0.0408	0.1072	0.0776	0.0590	0.0858
2001	0.0461	0.2102	0.1359	0.0293	-0.0119	0.0712	0.0587	0.0262	0.1115	0.0901	0.1662	0.1431	0.1822
2002	0.0944	0.3968	0.1744	0.0241	-0.0017	0.0833	0.0548	0.0458	0.1187	0.0650	0.1483	0.1488	0.8443
2003	0.0980	0.0261	0.2224	0.0159	-0.0106	0.0887	0.0584	0.0487	0.0663	0.0570	0.1387	0.1348	0.1963
2004	0.0580	0.0061	0.1489	0.0053	-0.0122	0.0865	0.0570	0.0465	0.0403	0.0580	0.1365	0.0979	0.0222

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 10B – Consumo de energia, Grupo 1, 1990 - 2004

Ano	África do												
	Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	165473	51743	247617	18372	623040	39425	24658	290815	48897	121012	13789	1002340	4906
1991	168325	54923	261446	19961	680400	44532	24067	317084	51452	125313	14305	1077722	5226
1992	168108	58865	265745	22362	759420	45110	23336	333919	54940	128916	14834	1127356	5514
1993	174855	63330	284249	24004	843842	48510	23845	357781	58888	133762	14505	1159050	5736
1994	182757	66854	293553	25250	926037	49500	28674	386980	64351	144989	15531	1230520	5957
1995	188688	69207	310953	29906	1002340	52500	30875	419565	68399	151497	14483	1347268	6261
1996	198701	73265	327802	30790	1077722	54898	33352	438372	78117	162405	14991	1463262	6633
1997	207530	78184	348450	33292	1127356	57075	36715	466889	84096	171613	15338	1633077	7003
1998	208106	82457	361152	35503	1159050	59593	38404	498039	76017	183234	15081	1900021	7413
1999	210184	86531	374677	38389	1230520	65171	41328	537791	95944	190419	16089	2187660	7716
2000	216732	90427	393247	41268	1347268	70267	45327	562144	99511	204519	14727	39425	7974
2001	217811	92079	366357	43918	1463262	76631	47059	579805	95097	209215	15453	44532	7996
2002	225815	90974	382244	45483	1633077	85442	48484	597888	113245	214830	21544	45110	7877
2003	238283	97644	401484	50730	1900021	91060	52897	634965	101381	217001	20183	48510	7874
2004	247680	103729	424836	53887	2187660	100600	55957	667568	103536	223118	20224	49500	8265

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 11B – Linhas telefônicas em uso, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	9.00	9.30	6.30	6.70	0.60	3.00	1.00	0.60	0.60	6.60	0.30	3.60	13.60
1991	9.10	9.70	6.60	8.20	0.70	3.40	1.10	0.70	0.70	7.00	0.30	5.00	14.70
1992	8.90	11.10	7.00	9.90	1.00	3.70	1.10	0.80	0.90	7.90	0.30	6.70	16.00
1993	9.10	12.30	7.30	11.70	1.50	4.00	1.50	0.90	1.00	8.80	0.40	8.90	17.20
1994	10.10	15.20	8.10	12.20	2.40	4.30	1.90	1.10	1.30	9.80	0.40	12.00	18.90
1995	10.80	17.10	9.00	14.10	3.60	4.70	2.80	1.30	1.80	10.10	0.40	18.10	21.10
1996	12.20	19.70	10.80	17.10	5.00	5.10	3.90	1.60	2.40	10.40	0.40	25.30	23.60
1997	14.90	24.80	13.00	21.20	6.70	5.80	4.70	1.90	2.90	11.50	0.40	32.50	27.10
1998	19.00	27.10	16.20	27.10	8.90	6.60	5.80	2.30	3.30	13.80	0.40	41.00	30.60
1999	23.70	30.40	23.40	35.80	12.00	8.30	7.70	2.80	4.00	19.20	0.50	49.40	38.10
2000	29.20	39.10	31.10	44.10	18.10	10.80	12.40	3.50	5.00	26.70	0.50	3.00	41.90
2001	34.10	40.00	37.50	55.70	25.30	14.70	19.80	4.30	6.60	35.80	0.90	3.40	45.80
2002	39.80	38.00	41.20	64.50	32.50	18.20	23.50	5.20	9.20	40.60	1.90	3.70	45.30
2003	46.20	43.40	47.20	70.70	41.00	21.20	31.90	7.10	12.30	45.50	3.30	4.00	44.40
2004	54.40	58.30	57.20	83.60	49.40	24.40	44.00	9.10	18.10	53.90	8.00	4.30	49.30

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 12B – Taxa de inflação, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	0.15	13.44	16.21	0.27	0.04	0.21	0.18	0.13	0.10	0.30	0.03	0.10	1.29
1991	0.16	0.84	5.62	0.19	0.05	0.21	0.13	0.14	0.10	0.19	0.23	0.07	0.81
1992	0.10	0.18	11.19	0.13	0.09	0.10	0.08	0.08	0.05	0.12	0.49	0.00	0.59
1993	0.10	0.13	24.77	0.13	0.19	0.15	0.08	0.08	0.10	0.08	0.61	-0.01	0.53
1994	0.10	0.04	9.16	0.09	0.26	0.06	0.06	0.09	0.10	0.07	0.77	-0.01	0.44
1995	0.07	0.02	0.22	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.09	0.52	0.52	0.01	0.35
1996	0.09	0.00	0.10	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.05	0.28	0.14	0.00	0.24
1997	0.06	0.00	0.05	0.06	0.00	0.05	0.07	0.05	0.10	0.16	0.10	-0.01	0.15
1998	0.09	0.01	0.02	0.05	-0.01	0.05	0.10	0.16	0.78	0.19	0.12	0.03	0.09
1999	0.02	-0.02	0.09	0.02	-0.01	0.03	0.04	0.00	0.02	0.12	0.00	0.03	0.04
2000	0.07	-0.01	0.06	0.05	0.01	0.03	0.07	0.03	0.09	0.09	0.15	0.21	0.05
2001	0.05	-0.02	0.08	0.03	0.00	0.02	0.05	0.05	0.13	0.04	0.17	0.21	0.04
2002	0.12	0.41	0.13	0.03	-0.01	0.03	0.03	0.04	0.10	0.06	0.12	0.10	0.26
2003	0.00	0.04	0.09	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.24	0.15	0.10
2004	0.04	0.06	0.08	0.02	0.03	0.12	0.09	0.05	0.06	0.05	0.10	0.06	0.08

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 13B – Taxa de Câmbio, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	2.59	0.49	0.00	304.90	98.87	1.55	24.31	17.50	1842.81	2.81	8.04	84.72	1.17
1991	2.76	0.95	0.00	349.22	88.20	3.14	27.48	22.74	1950.32	3.02	9.91	93.21	2.02
1992	2.85	0.99	0.00	362.58	79.27	3.32	25.51	25.92	2029.92	3.09	17.30	100.36	3.02
1993	3.27	1.00	0.03	404.17	70.09	3.35	27.12	30.49	2087.10	3.12	22.07	105.69	3.94
1994	3.55	1.00	0.64	420.18	76.04	3.39	26.42	31.37	2160.75	3.38	22.00	99.97	5.04
1995	3.63	1.00	0.92	396.77	84.72	3.39	25.71	32.43	2248.61	6.42	21.90	100.00	6.35
1996	4.30	1.00	1.01	412.27	93.21	3.39	26.22	35.43	2342.30	7.60	21.88	104.30	7.97
1997	4.61	1.00	1.08	419.30	100.36	3.39	29.47	36.31	2909.38	7.92	21.89	101.89	9.44
1998	5.53	1.00	1.16	460.29	105.69	3.39	40.89	41.26	10013.62	9.14	21.89	95.21	10.47
1999	6.11	1.00	1.81	508.78	99.97	3.40	39.09	43.06	7855.15	9.56	92.34	92.70	11.34
2000	6.94	1.00	1.83	539.59	100.00	3.47	44.19	44.94	8421.78	9.46	101.70	1.55	12.10
2001	8.61	1.00	2.36	634.94	104.30	3.97	50.99	47.19	10260.85	9.34	111.23	3.14	13.32
2002	10.54	3.06	2.92	688.94	101.89	4.50	51.60	48.61	9311.19	9.66	120.58	3.32	21.26
2003	7.56	2.90	3.08	691.43	95.21	5.85	54.20	46.58	8577.13	10.79	129.22	3.35	28.21
2004	6.46	2.92	2.93	609.37	92.70	6.20	56.04	45.32	8938.85	11.29	132.89	3.39	28.70

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 14B – Mortalidade Infantil, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul												
	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai	
1990	45	26	50	18	38	76	41	84	60	37	120	37	21
1991	45	25	48	17	38	72	40	82	58	36	120	36	21
1992	45	25	46	16	38	68	39	80	55	34	120	35	20
1993	45	24	45	15	37	64	37	78	53	33	120	35	20
1994	45	24	43	14	37	60	36	76	50	31	120	34	19
1995	45	23	41	13	37	56	35	74	48	30	120	33	19
1996	46	22	40	12	36	53	34	73	46	29	117	31	18
1997	47	21	39	12	35	50	33	72	43	28	115	29	17
1998	48	19	37	11	35	46	32	71	41	27	112	27	16
1999	49	18	36	11	34	43	31	70	38	26	110	25	15
2000	50	17	35	10	33	40	30	69	36	25	107	25	14
2001	51	17	34	10	31	38	29	66	34	24	106	25	14
2002	52	16	33	9	29	35	28	64	33	24	104	25	14
2003	53	16	33	9	27	33	27	61	31	23	103	25	14
2004	54	15	32	8	25	30	26	59	30	23	101	25	14

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 15B – Expectativa de Vida ao nascer, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul												
	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai	
1990	61	71	65	73	67	60	64	59	60	70	47	69	72
1991	61	71	66	73	68	61	65	59	61	70	47	69	72
1992	61	71	66	73	68	61	65	59	61	70	47	69	72
1993	61	71	66	73	68	62	66	60	62	71	47	70	72
1994	62	72	67	74	68	63	66	60	62	71	47	70	73
1995	62	72	67	74	69	64	67	60	63	72	48	70	73
1996	62	72	68	74	69	64	67	61	63	72	48	71	73
1997	61	72	68	75	69	65	67	61	64	72	48	71	73
1998	61	73	68	75	70	66	68	61	65	73	48	71	74
1999	61	73	69	75	70	67	68	61	65	73	48	72	74
2000	60	73	69	76	70	67	69	62	66	74	48	60	74
2001	59	74	70	76	71	68	69	62	67	74	47	61	74
2002	57	74	70	77	71	68	69	62	67	74	47	61	75
2003	56	74	70	77	71	69	70	62	68	74	47	62	75
2004	55	74	71	77	72	69	70	63	68	75	47	63	75

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 16B – Números de computadores, Grupo 1 , 1990 - 2004

Ano	África do Sul												
	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai	
1990	0.70	0.70	0.30	0.90	0.00	0.00	0.30	0.00	0.10	0.80	0.00	0.20	0.80
1991	0.90	0.90	0.40	1.30	0.10	0.00	0.40	0.00	0.10	1.00	0.00	0.40	0.80
1992	1.20	1.00	0.60	1.70	0.10	0.00	0.50	0.00	0.20	1.50	0.00	0.60	0.80
1993	1.50	1.40	0.90	2.10	0.10	0.00	0.60	0.10	0.30	1.80	0.40	0.90	0.80
1994	2.30	3.40	1.20	2.60	0.20	0.30	0.80	0.10	0.40	2.30	0.40	1.20	0.80
1995	2.80	3.50	1.70	3.30	0.20	0.40	1.00	0.10	0.50	2.60	0.50	1.60	2.20
1996	3.50	4.20	2.20	3.90	0.40	0.60	1.20	0.20	0.70	3.10	0.50	1.90	3.80
1997	4.40	4.80	2.60	4.50	0.60	0.70	1.30	0.20	0.80	3.40	0.60	2.80	6.30
1998	5.50	5.30	3.00	6.30	0.90	1.00	1.50	0.30	0.80	3.70	0.60	3.90	9.40
1999	6.00	5.80	3.60	7.70	1.20	1.20	1.70	0.30	0.90	4.40	0.60	4.10	10.30
2000	6.60	7.00	5.00	9.30	1.60	1.30	1.90	0.50	1.00	5.80	0.70	0.00	10.90
2001	7.00	7.80	6.30	10.60	1.90	1.50	2.20	0.60	1.10	7.00	0.70	0.00	11.50
2002	7.30	8.00	7.50	11.90	2.80	1.70	2.80	0.70	1.20	8.30	0.70	0.00	12.10
2003	7.60	8.00	8.90	13.10	3.90	2.90	3.50	0.90	1.30	9.80	0.70	0.00	12.70
2004	8.30	8.00	10.70	13.90	4.10	3.30	4.50	1.20	1.40	10.70	0.70	0.30	13.30

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 17B – Números de telefones celulares, Grupo 1, 1990 - 2004

Ano	África do												
	Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.30	0.00
1991	0.00	0.10	0.00	0.30	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.60	0.00
1992	0.00	0.10	0.00	0.50	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.40	0.00	1.10	0.10
1993	0.10	0.30	0.10	0.60	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	1.90	0.20
1994	0.80	0.70	0.40	0.80	0.10	0.00	0.30	0.00	0.00	0.60	0.00	3.40	0.20
1995	1.30	1.10	0.80	1.40	0.30	0.00	0.70	0.00	0.10	0.70	0.00	6.70	1.30
1996	2.20	1.90	1.50	2.20	0.60	0.00	1.40	0.00	0.30	1.10	0.00	11.30	2.50
1997	4.20	5.60	2.70	2.80	1.10	0.10	1.90	0.10	0.50	1.80	0.00	15.90	3.10
1998	7.50	7.40	4.40	6.50	1.90	0.20	2.40	0.10	0.50	3.50	0.00	20.80	4.80
1999	11.50	10.60	8.80	15.10	3.40	0.80	3.80	0.20	1.10	7.90	0.00	25.60	10.00
2000	18.30	17.60	13.30	22.40	6.70	2.10	8.40	0.40	1.80	14.20	0.00	0.00	12.80
2001	23.40	18.10	16.30	33.10	11.30	4.30	15.50	0.60	3.10	21.90	0.30	0.00	16.20
2002	29.40	17.50	19.50	41.50	15.90	6.70	19.40	1.20	5.50	25.80	1.30	0.00	15.90
2003	35.90	20.70	25.60	49.40	20.80	8.40	27.80	3.10	8.60	29.50	2.50	0.00	15.40
2004	44.10	35.40	35.70	62.10	25.60	10.90	39.90	4.80	13.60	36.60	7.20	0.00	18.50

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 18B – Números de patentes, Grupo 1, 1990 - 2004

Ano	África do												
	Sul	Argentina	Brasil	Chile	China	Egito	Filipinas	Índia	Indonésia	México	Nigéria	Tailândia	Uruguai
1990	185	56	88	13	111	3	9	58	4	76	2	144	5
1991	186	59	124	12	126	4	10	51	11	106	3	142	2
1992	207	59	112	12	129	10	10	64	11	105	2	117	3
1993	246	56	105	11	135	4	9	54	7	82	2	181	8
1994	238	75	156	11	100	6	7	70	5	105	1	257	6
1995	187	65	115	10	144	2	12	91	4	99	1	469	6
1996	189	78	145	23	142	2	9	115	11	97	2	626	1
1997	174	77	134	17	117	10	15	137	3	110	4	888	4
1998	211	119	165	17	181	11	13	180	9	141	0	1034	1
1999	179	96	186	16	257	16	20	271	12	147	1	1655	3
2000	209	137	220	24	469	20	32	438	9	190	6	3	4
2001	231	137	219	23	626	16	51	643	5	196	6	4	7
2002	241	95	243	38	888	11	58	919	27	157	4	10	8
2003	224	125	259	33	1034	12	42	1164	8	185	2	4	11
2004	246	103	287	51	1655	19	82	1303	16	179	2	6	9

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 19B – Risco país, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	0.1573	0.1040	-0.0081	-0.0810	0.0740	0.0860	0.0058
1991	0.1809	0.1081	0.0195	0.0670	0.0981	0.1101	0.1180
1992	0.1970	0.0692	0.0399	0.1807	0.1098	0.1318	0.3125
1993	0.1916	0.0961	0.0798	0.1953	0.1148	0.1368	0.3116
1994	0.1422	0.0548	0.0415	0.1443	0.6329	0.1249	0.2669
1995	0.1659	0.0204	0.0569	0.1435	0.4207	0.1087	0.2381
1996	0.1497	0.0235	0.0610	0.1105	0.1370	0.1140	0.2088
1997	0.0851	0.0231	0.0664	0.0702	0.1074	0.0701	0.1969
1998	0.0722	0.0127	0.0541	0.1539	0.1225	0.1323	0.3187
1999	0.0852	0.0426	0.0407	0.1229	0.1523	0.0251	0.4816
2000	0.0116	0.0309	0.0233	0.0446	0.0446	0.0190	0.5874
2001	0.0311	0.0670	0.0461	0.0957	0.0482	0.0945	0.1764
2002	0.0674	0.0744	0.0386	0.1152	0.0751	0.2720	0.3068
2003	0.0294	0.0552	0.0101	0.1189	0.1121	0.1210	1.0892
2004	0.0270	0.0481	0.0135	-0.0002	0.1307	0.0303	1.2823

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 20B – Consumo de energia, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	2142	2330	37660	2425	1629	59,507.00	10433
1991	2284	2493	41042	2593	1833	60,037.00	10589
1992	2423	2748	45466	2523	1852	65,710.00	9818
1993	2467	2952	48751	3334	1967	71,611.00	9586
1994	2859	3165	50640	3820	1715	71,221.00	10345
1995	3012	3448	53555	4486	1849	75,446.00	10686
1996	3218	3673	56946	4793	2086	75,588.00	11533
1997	3478	4044	59125	5330	1819	78,066.00	11819
1998	3716	4418	62104	5666	2290	82,004.00	11506
1999	3889	4932	65402	5934	2434	80,588.00	12366
2000	3891	5344	65751	6152	2534	85,211.00	12090
2001	3990	5615	68117	6179	2806	90,117.00	11972
2002	4197	5806	72406	6438	2896	87,406.00	12597
2003	4279	6164	75682	6589	2741	90,235.00	11974
2004	4547	6586	85699	6925	2591	98,482.00	11948

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 21B – Linhas telefônicas em uso, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	2.70	2.10	0.80	2.70	0.30	7.70	1.22
1991	3.00	2.20	1.00	2.80	0.30	8.20	1.21
1992	3.00	2.30	1.10	2.90	0.30	9.30	1.18
1993	3.30	2.50	1.30	3.10	0.30	10.80	1.16
1994	3.40	2.60	1.50	3.40	0.30	12.40	1.21
1995	3.40	3.20	1.70	3.80	0.30	13.30	1.36
1996	5.00	3.70	1.90	4.20	0.30	14.30	1.53
1997	6.40	4.70	2.10	5.90	0.40	16.90	1.82
1998	8.70	5.80	2.20	9.40	0.50	19.80	2.00
1999	11.30	8.60	2.30	13.10	0.60	26.70	1.99
2000	13.20	13.50	2.40	20.10	0.80	33.00	2.05
2001	15.40	16.30	2.80	25.50	1.30	37.10	2.06
2002	18.60	20.20	3.60	33.60	2.10	37.20	2.31
2003	21.40	24.20	4.30	34.60	5.70	38.80	2.43
2004	26.90	34.00	6.20	34.10	5.60	45.00	2.51

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 22B – Taxa de inflação, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	0.18	0.61	0.14	0.44	0.19	0.37	0.16
1991	0.15	0.10	0.13	0.12	0.38	0.31	0.47
1992	0.11	0.14	0.14	0.18	0.21	0.32	0.46
1993	0.09	0.12	0.10	0.20	0.26	0.46	0.19
1994	0.09	0.12	0.12	0.18	0.38	0.69	0.21
1995	0.13	0.09	0.12	0.11	0.27	0.57	0.26
1996	0.08	0.11	0.10	0.08	0.16	1.03	0.16
1997	0.07	0.07	0.13	0.06	0.15	0.38	0.20
1998	0.04	0.08	0.07	0.15	0.11	0.30	0.47
1999	0.03	0.05	0.04	0.05	0.07	0.20	0.57
2000	0.03	0.05	0.05	0.09	0.06	0.13	0.55
2001	0.01	0.09	0.03	0.08	0.05	0.12	1.12
2002	0.02	0.06	0.03	0.15	0.04	0.31	1.99
2003	0.04	0.06	0.02	0.09	0.05	0.27	5.99
2004	0.05	0.09	0.09	0.03	0.04	0.19	1.33

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 23B – Taxa de Câmbio, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	3.17	4.49	21.71	1229.81	195.06	46.90	2.45
1991	3.58	5.03	23.80	1325.18	219.16	56.82	3.62
1992	3.90	5.17	25.08	1500.26	297.71	68.38	5.10
1993	4.27	5.64	28.11	1744.35	405.27	90.83	6.48
1994	4.62	5.75	30.57	1904.76	509.63	148.50	8.15
1995	4.80	5.81	31.64	1963.02	574.76	176.84	8.67
1996	5.07	6.05	36.08	2056.81	579.98	417.33	10.00
1997	5.25	6.07	41.11	2177.86	612.12	488.63	12.11
1998	5.51	6.39	45.05	2726.49	664.67	547.56	23.68
1999	5.81	7.39	49.50	3119.07	744.76	605.72	38.30
2000	6.18	7.76	53.65	3486.35	800.41	679.96	44.42
2001	6.61	7.86	61.93	4105.92	876.41	723.67	55.05
2002	7.17	7.82	59.72	5716.26	966.58	1160.95	55.04
2003	7.66	7.94	57.75	6424.34	1038.42	1606.96	697.42
2004	7.94	7.95	58.26	5974.58	1089.33	1891.33	5068.66

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 24B – Mortalidade Infantil, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	89	60	100	33	102	27	53
1991	86	58	99	32	102	26	54
1992	84	56	97	31	101	26	56
1993	81	53	96	30	101	25	57
1994	79	51	94	29	100	25	59
1995	76	49	93	28	100	24	60
1996	73	47	91	27	98	23	63
1997	71	45	90	26	95	23	65
1998	68	43	88	25	93	22	68
1999	66	41	87	24	90	22	70
2000	63	39	85	23	88	21	73
2001	61	38	84	22	86	20	75
2002	59	36	83	22	83	20	76
2003	56	35	81	21	81	19	78
2004	54	33	80	21	78	19	79

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 25B – Expectativa de Vida ao nascer, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	57	61	58	67	52	70	62
1991	58	61	59	68	51	70	62
1992	58	62	59	68	51	71	62
1993	59	62	60	68	51	71	61
1994	59	63	60	68	51	71	61
1995	60	63	61	68	50	71	60
1996	60	64	61	68	50	71	58
1997	61	65	61	69	50	72	55
1998	61	65	61	69	49	72	52
1999	62	66	62	69	49	72	50
2000	62	66	62	69	49	72	47
2001	62	67	62	70	49	72	45
2002	63	67	63	70	49	72	44
2003	63	68	63	70	49	73	43
2004	64	68	63	71	49	73	41

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 26B – Números de computadores, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.00	0.00
1991	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	1.30	0.00
1992	0.30	0.00	0.20	0.00	0.00	1.50	0.10
1993	0.30	0.10	0.20	0.00	0.00	1.90	0.20
1994	0.30	0.20	0.30	0.40	0.00	2.30	0.20
1995	0.30	0.30	0.40	0.40	0.00	2.80	0.30
1996	0.40	0.50	0.40	0.40	0.00	3.10	0.70
1997	0.40	0.70	0.40	0.40	0.20	3.50	1.00
1998	0.80	0.80	0.40	1.00	0.20	3.90	1.20
1999	1.20	1.00	0.40	1.10	0.30	4.20	1.30
2000	1.70	1.10	0.40	1.30	0.30	4.60	1.70
2001	2.10	1.30	0.40	2.70	0.40	5.30	1.70
2002	2.30	1.40	0.40	3.50	0.40	6.10	5.20
2003	2.30	1.60	0.40	4.50	0.60	7.10	5.30
2004	2.30	1.80	0.40	5.90	0.70	8.20	8.40

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 27B – Números de telefones celulares, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
1992	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
1993	0	0.00	0.00	0.10	0.00	0.90	0.00
1994	0.1	0.10	0.00	0.20	0.00	1.50	0.00
1995	0.1	0.30	0.00	0.30	0.00	1.90	0.00
1996	0.4	0.40	0.10	0.70	0.00	2.60	0.00
1997	1.5	0.60	0.10	1.70	0.10	4.70	0.10
1998	3	1.00	0.20	4.40	0.10	8.70	0.20
1999	5.2	3.00	0.20	8.10	0.20	16.00	1.60
2000	7	7.50	0.20	14.90	0.30	22.50	2.30
2001	9.2	9.80	0.50	20.40	0.80	26.20	2.70
2002	11.8	13.20	1.20	28.80	1.70	25.90	2.90
2003	14.5	16.50	1.60	29.90	5.30	27.30	3.10
2004	20	25.00	3.30	29.10	5.20	32.20	3.60

Fonte: Banco Mundial.

Tabela 28B – Números de patentes, Grupo 2, 1990 - 2004

Ano	Bolívia	Guatemala	Paquistão	Paraguai	Tanzânia	Venezuela	Zimbábue
1990	185	56	88	13	111	3	9
1991	186	59	124	12	126	4	10
1992	207	59	112	12	129	10	10
1993	246	56	105	11	135	4	9
1994	238	75	156	11	100	6	7
1995	187	65	115	10	144	2	12
1996	189	78	145	23	142	2	9
1997	174	77	134	17	117	10	15
1998	211	119	165	17	181	11	13
1999	179	96	186	16	257	16	20
2000	209	137	220	24	469	20	32
2001	231	137	219	23	626	16	51
2002	241	95	243	38	888	11	58
2003	224	125	259	33	1034	12	42
2004	246	103	287	51	1655	19	82

Fonte: Banco Mundial.

ANEXO C – Resultados do estudo

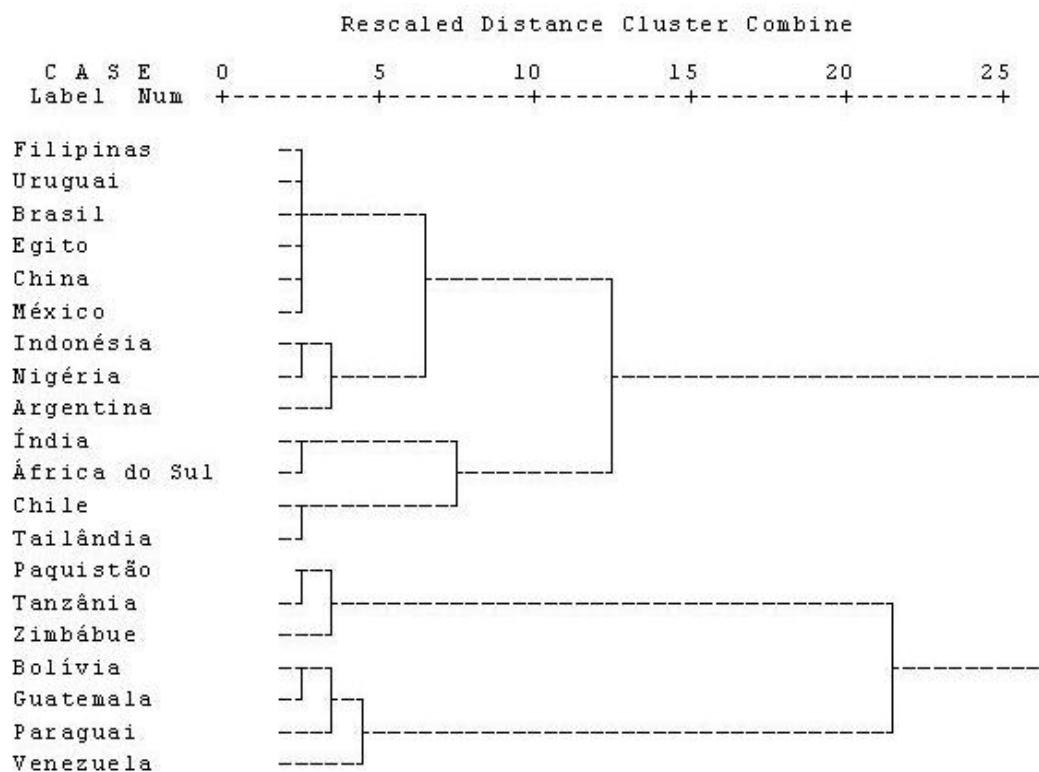


Figura 1C – Dendograma

Fonte: Resultado da Pesquisa

Tabela 1C – Resultados do Teste de Hadri, raiz unitária, para as variáveis utilizadas para determinar o crescimento econômico no Bloco G20, 1990-2004

Variável	Estatística da Estadística da Hipótese da estacionariedade com intercepto (Z_{μ})		Estatística da Estadística da Hipótese da estacionariedade com intercepto e Tendência (Z_{τ})		Variância
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	
Risco	3.76246 (0.0001)	5.10998 (0.0000)	5.58499 (0.0000)	3.73187 (0.0001)	Hetero.
Eletricidade	10.0245 (0.000)	8.02737 (0.0000)	6.80240 (0.0000)	5.13060 (0.0000)	Hetero.
Telefone	9.47371 (0.0000)	6.84180 (0.0000)	8.35344 (0.0000)	5.85418 (0.0000)	Hetero.
Inflação	6.52913 (0.0000)	3.76891 (0.0001)	4.45111 (0.0000)	3.89219 (0.0000)	Hetero.
Tx_Câmbio	8.60696 (0.0000)	6.38960 (0.0000)	2.53828 (0.0056)	5.46189 (0.0000)	Hetero.
Mort_Inf	10.4562 (0.0000)	7.73080 (0.0000)	7.14753 (0.0000)	5.39905 (0.0000)	Hetero.
Exp_Vida	10.2501 (0.0000)	7.41422 (0.0000)	8.51151 (0.0000)	3.78921 (0.0001)	Hetero.
Escol	10.6382 (0.0000)	5.79987 (0.0000)	8.04802 (0.0000)	5.90564 (0.0000)	Hetero.
Ab_Comercial	9.16127 (0.0000)	4.52385 (0.0000)	5.44283 (0.0000)	2.53596 (0.0056)	Hetero.
Computador	9.94131 (0.0000)	6.74987 (0.0000)	6.09249 (0.0000)	5.62424 (0.0000)	Hetero.
Cel	8.66274 (0.0000)	6.46518 (0.0000)	8.47300 (0.0000)	5.63985 (0.0000)	Hetero.
Patente	5.77608 (0.0000)	4.27637 (0.0000)	4.85757 (0.0000)	2.43929 (0.0074)	Hetero.

Obs.: valores entre parêntese representam o valor da probabilidade da Hipótese Nula.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 2 C – Resultados do Teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) e Fischer ADF para as variáveis utilizadas na determinação do crescimento, 1990-2004

Variável	Teste IPS			Teste Fischer ADF			
	Estatística <i>t</i>	Valor da Prob. de H0	Especificar modelo	Estatística do Valor $-p$ calculada	Valor da Prob. de H0	Especificar modelo	
Grupo 1	Risco	-3.157	0.0008	Modelo 1, hetero.	8.173	0.0003	Modelo 1, hetero.
	Eletricidade	-3.485	0.0002	Modelo 1, hetero	104.576	0.0000	Modelo 3 Hetero
	Telefone	-3.397	0.0003	Modelo 1, Hetero.	4.690	0.0008	Modelo 1, Hetero.
	Inflação	-2.452	0.0071	Modelo 2, hetero	2.336	0.0227	Modelo 2, hetero
	Tx_Câmbio	-3.259	0.0006	Modelo 2, hetero	50.846	0.0025	Modelo 2, hetero
	Mort_Infantil	-2.924	0.0017	Modelo 2, hetero	6.984	0.0071	Modelo 2, hetero
	Exp_Vida	-2.573	0.0050	Modelo 2, hetero	1.388	0.0000	Modelo 2, hetero
	Ab_Comercial	-1.625	0.0521	Modelo 1, hetero	0.190	0.0374	Modelo 3, hetero
	Computador	-3.027	0.0012	Modelo 1, hetero	3.065	0.0013	Modelo 3, hetero
	Cel	-3.669	0.0001	Modelo 2, hetero	4.435	0.0000	Modelo 2, hetero
	Patente	-20.154	0.0000	Modelo 2, hetero	47.803	0.0027	Modelo 2, hetero

Continua

						continuação		
		Teste IPS			Teste Fischer ADF			
Variável	Estatística <i>t</i>	Valor da Prob. de H0	Especificar modelo	Estatística do		Valor da Prob. de H0	Especificar modelo	
				Valor_p	calculada			
Grupo 2	Risco	-2.37837	0.0087	Modelo 2, hetero	28.070	0.0139	Modelo 1, hetero.	
	Eletricidade	-1.498	0.0671	Modelo 2, hetero	45.430	0.0000	Modelo 3 Hetero	
	Telefone	-3.341	0.0004	Modelo 2, hetero	26.595	0.0217	Modelo 3, Hetero.	
	Inflação	-1.748	0.0402	Modelo 2, hetero	47.803	0.0027	Modelo 1 hetero	
	Tx_Câmbio	-19.039	0.025	Modelo 2, hetero	27.617	0.0160	Modelo 2, hetero	
	Mort_Infantil	-1.867	0.0310	Modelo 2, hetero	45.135	0.0000	Modelo 3 hetero	
	Exp_Vida	-2.881	0.0020	Modelo 2, hetero	33.083	0.0028	Modelo 2, hetero	
	Ab_Comercial	-1.669	0.0480	Modelo 1 hetero	26.367	0.0232	Modelo 2, hetero	
	Computador	-1.865	0.0311	Modelo 2, hetero	24.856	0.0360	Modelo 2, hetero	
	Cel	-1.957	0.0252	Modelo 2, hetero	27.485	0.0166	Modelo 2, hetero	
	Patente	-1.819	0.0344	Modelo 2, hetero	44.321	0.0001	Modelo 3 hetero	

Obs.: Modelo 1: Com intercepto e tendência, Modelo 2 : Com intercepto individual; Modelo 3: Sem intercepto e tendência.

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 3C – Resultado dos testes de especificação do modelo de crescimento econômico grupos 1 e 2, 1990-2004

Tipo de teste	Grupo 1	Grupo 2
Heteroscedasticidade	$\chi^2(13) = 884.89$	$\chi^2(7) = 7312.76$
H0: $\sigma_i^2 = \sigma^2$ para todo i	Prob> $\chi^2(13) = 0,000$	Prob> $\chi^2(7) = 0,000$
Efeitos aleatórios	$\chi^2(1) = 46.98$	$\chi^2(1) = 3.56$
H0: variância do componente de seção cruzada é zero ($\sigma_\alpha^2 = 0$)	Prob> $\chi^2(1) = 0,000$	Prob> $\chi^2(1) = 0.0593$
Hausman	$\chi^2(2) = 4.44$	$\chi^2(2) = 10.614$
H0: diferença entre os coeficientes são aleatórias	Prob> $\chi^2(2) = 0.040$	Prob> $\chi^2(2) = 0.000$
Autocorrelação	$F(1,12) = 12.040$	$F(1,6) = 101.45$
H0: ausência de correlação serial de 1ª ordem	Prob> $F(1,12) = 0,030$	Prob> $F(1,6) = 0,000$

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 4C – Coeficientes estimados por MQ2E, GMM, GMM diferença e GMM Sistema para o crescimento econômico, Grupo 1, 1990-2004

Variável	MQ2E	GMM	GMM diferença	GMM sistema
Intercepto	0,0805*** (1,70)	-3,404** (-1,99)	-3,357** (-2,02)	
PIB_1			-0,061 ^{NS} (-0,69)	0,0014*** (1,67)
Risco	-0,009** (-2,42)	-0,031*** (-1,73)	0,022 ^{NS} (0,56)	-0,0025** (-2,09)
Eletricidade	0,014* (3,93)	0,097*** (1,75)	0,108* (3,18)	-1,175 ^{NS} (-1,10)
Telefone	0,0103 ^{NS} (1,42)	-0,019 ^{NS} (-1,39)	0,024* (2,89)	0,0029*** (1,91)
Inflação	0,010 ^{NS} (0,73)	0,036 ^{NS} (1,42)	0,370 ^{NS} (0,51)	-0,0047** (-2,10)
Tx_Câmbio	-0,004** (-1,99)	0,006 ^{NS} (1,09)	-0,043 ^{NS} (-1,28)	-0,0082** (-2,03)
Mort_Inf	-0,041** (-1,96)	-0,0241* (-3,38)	-0,044 ^{NS} (-0,25)	-0,0044** (-2,32)
Exp_Vida	0,208** (2,04)	0,398 ^{NS} (1,34)	0,371 ^{NS} (1,19)	0,0075** (-2,45)
Escol	0,049*** (1,91)	0,226 ^{NS} (1,63)	-0,199 ^{NS} (-0,16)	0,0089** (2,08)
Ab_Comercial	0,0008 ^{NS} (0,12)	0,0036** (1,94)	0,0045* (2,88)	0,241 ^{NS} (1,23)
Computador	-0,013 ^{NS} (-0,092)	0,047* (2,57)	-0,018 ^{NS} (-0,68)	0,830 ^{NS} (1,37)
Cel	-0,012 ^{NS} (-1,60)	0,021** (2,00)	0,032 ^{NS} (1,34)	0,0032** (2,20)
Patente	0,0634*** (1,88)	-0,3169 ^{NS} (-0,42)	0,2174 ^{NS} (0,48)	0,0373*** (1,91)
Teste de Sargan		0,1636		1,000
Teste de Hansen (J)	3,956 P-valor 0,138			
Teste Arellano-Bond AR(1) em diferença H0: Nenhuma correlação de 1ª ordem nos resíduos			-2,681 p_valor 0,007	2,797 p_valor 0,005
Teste Arellano-Bond AR(2) em diferença H0: Nenhuma correlação de 2ª ordem nos resíduos			-2,089 p_valor 0,0367	1,378 p_valor 0,1683

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 5C – Coeficientes estimados por MQ2E, GMM, GMM diferença e GMM Sistema para o crescimento econômico, Grupo 2, 1990-2004

Variável	MQ2E	GMM	GMM diferença	GMM sistema
Intercepto	0,0652*** (1,73)	-4,215** (-1,98)	7,346** (2,34)	-2,007* (-2,29)
PIB_1			-0,161*** (-1,89)	-0,0603** (-1,62)
Risco	-0,0169*** (-1,86)	-0,018** (-2,18)	-0,014** (1,96)	-0,005 ^{NS} (-,98)
Eletricidade	0,007*** (1,75)	-0,053 ^{NS} (-0,75)	-0,141 ^{NS} (-0,66)	-0,022 ^{NS} (-1,25)
Telefone	0,0198 ^{NS} (0,61)	-0,015 ^{NS} (-0,97)	0,141* (2,82)	-0,0066 ^{NS} (0,51)
Inflação	-0,098* (-3,02)	0,092* (-6,61)	0,038 ^{NS} (0,73)	-0,048* (-4,23)
Tx_Câmbio	0,006 ^{NS} (1,33)	0,002 ^{NS} (0,22)	-0,062 ^{NS} (-1,24)	0,0058* (2,57)
Mort_Inf	-0,045*** (-1,84)	-0,306*** (-1,64)	-0,524 ^{NS} (-0,60)	-0,705*** (-1,60)
Exp_Vida	-0,010** (2,20)	-0,447** (-2,17)	-0,318* (-4,55)	-0,0301* (-5,54)
Escol	0,733** (2,30)	0,224** (1,96)	0,116 ^{NS} (0,89)	-0,123** (-2,42)
Ab_Comercial	0,005*** (1,85)	0,021 ^{NS} (0,65)	0,021*** (1,72)	-0,055 ^{NS} (-1,29)
Computador	0,002 ^{NS} (0,11)	0,023 ^{NS} (0,46)	0,009 ^{NS} (0,11)	0,011 ^{NS} (0,40)
Cel	-0,005 ^{NS} (-0,91)	-0,024 ^{NS} (-1,28)	-0,052 ^{NS} (-1,24)	0,0122 ^{NS} (0,86)
Patente	-0,0006 ^{NS} (-1,36)	-0,002 ^{NS} (-0,06)	0,123 ^{NS} (0,35)	0,303 ^{NS} (158)
Teste de Sargan		0,612		1,000
Teste de Hansen (J)	1,203 p-valor 0,548			
Teste Arellano-Bond AR(1) em diferença H0: Nenhuma correlação de 1ª ordem nos resíduos			-1,643 p_valor 0,100	-2,082 p-valor 0,037
Teste Arellano-Bond AR(2) em diferença H0: Nenhuma correlação de 2ª ordem nos resíduos			4,022 P_valor 0,6875	-0,878 p-valor 0,380

Fonte: Resultados da pesquisa.