

Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa



IMPACTOS DA TECNOLOGIA NO MUNDO GLOBALIZADO – UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Jorge Emerson Farias Santana

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau de  
Mestre em Gestão de Empresas

Orientador:

Professor Doutor Paulo Bento, ISCTE-IUL, Departamento de Marketing, Estratégia e Operações

Setembro de 2010

**IMPACTOS DA TECNOLOGIA NO MUNDO GLOBALIZADO – UMA ANÁLISE  
EXPLORATÓRIA**

**Jorge Emerson Farias Santana**

-Lombada-

## Resumo

Este trabalho aborda o tema tecnologia por meio de uma análise exploratória em que são apresentados e discutidos muitos de seus aspectos, desde aqueles ligados às necessidades humanas, passando pelos impactos positivos e negativos da tecnologia para sociedade e para o meio ambiente e até sua relação e interferência no desenvolvimento das economias, na variedade de produtos e nos salários e na qualificação de trabalhadores.

Agentes de incentivo, como governos e empresas multinacionais, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico: o primeiro trabalhando no sentido de criar condições favoráveis para que o segundo possa contribuir com o desenvolvimento e difusão tecnológicos, por meio da sua presença em diversos países em atividades como a customização de produtos e serviços ou mesmo subcontratando profissionais e empresas locais para desenvolvimento de suas atividades.

Outros aspectos, como a crescente competitividade entre empresas devido a cada vez maior interdependência entre economias e empresas, também colaboram para a adoção de tecnologia – o que por um lado pode causar impactos positivos, como o avanço vigoroso de novas tecnologias que impulsionam o desenvolvimento de economias em diversas áreas, por outro lado, também há impactos negativos, como o desemprego de profissionais sem a qualificação exigida em função de sua reduzida capacidade de absorção de novas tecnologias, a poluição excessiva resultante emissões de gases estufa, entre outros.

Por meio desse trabalho podem-se verificar como muitas dessas questões estão vinculadas, sua importância e possíveis impactos.

Palavras-chave – Mudança Tecnológica, Empresas multinacionais, Políticas governamentais e Meio Ambiente.

JEL Classification System- O30 e O33.

## **Abstract**

This work deals with technological issues by promoting an exploratory analysis in which many aspects are presented and discussed. Among them are analyzed the human necessities, the positive and negative impacts of technology on society and environment as well as the relation between the technology, the development of economies, the variety of products and its impact on the wages and skills of workers.

Agents that promote incentives such as governments and multinational corporations play a key role in technological development: the first by promoting favorable conditions to the latter enabling it to contribute to the development and diffusion of technologies via its presence in several countries acting in customization of products and services or even subcontracting professionals and local enterprises to carry out their own activities.

Other aspects such as the growing competition among firms which emerges from a higher degree of interdependency between economies and firms also collaborate to the adoption of technology. From one perspective, this can lead to positive impacts such as the vigorous adoption of technologies that promote the development. From another, there are also negative impacts such as the unemployment of unskilled workers who do not have the absorptive capacity to deal with the new technologies, the pollution and the emissions of green house gases, among other factors.

This works verifies many of the connections among these several questions stressing their importance and impacts.

Keywords – Technological change, Multinational enterprises, Government policy and Environment.

JEL Classification System- O30 e O33.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao Professor Doutor Paulo Bento pelo apoio e contínuo incentivo durante a execução de toda a dissertação, sua atenção e orientação foram determinantes para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também à Professora Doutora Carla Winter Afonso (FGV), pelo apoio logístico fornecido no Brasil, a Philip Ueno, Erika Mendes Caldin, Martha Hiroko Ueno, Gary Galiano Williams, Maíra Carcelen de Souza e a minha irmã Cátia Santana pela ajuda na revisão do texto, a Daniela Bacchi Bartholomeu pesquisadora do CEPEA – ESALQ/USP, por sua atenção quanto às questões que surgiram sobre sua obra publicada na *Ecological Economics*, ao meu irmão Robson Santana pela impressão de todos os papers lidos e ao restante de minha família pelo apoio.

## Índice Geral

Introdução.....	1
Parte I – Situação.....	2
1. Alguns desafios atuais .....	2
1.1. Mudanças de estilo de vida e impactos ambientais.....	2
1.2. Relação entre as mudanças climáticas e a agricultura.....	8
1.3. Impactos da tecnologia no mercado de trabalho .....	10
1.4. Algumas barreiras à adoção de tecnologia.....	11
Parte II – Complicação .....	13
2. Fatores que contribuem para a poluição ambiental e o subdesenvolvimento.....	13
2.1. Ausência de direcionamento no desenvolvimento tecnológico .....	13
2.2. Mudanças no mercado de trabalho decorrentes das novas tecnologias .....	15
2.3. Implicações da qualificação dos trabalhadores na poluição e subdesenvolvimento.....	17
2.4. A inexistência de novas tecnologias: causas e impactos.....	19
Parte III – Investigação.....	22
3. Relações entre tecnologia, desenvolvimento econômico e degradação ambiental.....	22
3.1. Avanços da tecnologia de queima de carvão impulsionada pela maior necessidade energética .....	22
3.2. Relação entre desenvolvimento econômico, aumento de renda e degradação do meio ambiente .....	24
3.3. As inovações tecnológicas geram maior produtividade e menor degradação ambiental.....	26
4. Difusão de tecnologia, benefícios e produtividade.....	29
4.1. Impacto dos investimentos de multinacionais estrangeiras.....	29
4.2. Formas de difusão de conhecimento e tecnologias .....	31
4.3. Padrão de inovação em empresas.....	34
4.4. Tecnologia e impactos econômicos.....	35
4.5. Definição de padrões de desenvolvimento tecnológico .....	36
4.6. Efeito do TFP nas indústrias e economias .....	38

4.7. Alguns benefícios do desenvolvimento tecnológico para a sociedade .....	39
5. Impacto das políticas governamentais .....	43
5.1. Políticas de incentivo a tecnologias verdes .....	43
5.2. Cooperação, incentivos e direcionamento governamentais .....	46
5.3. Características governamentais que podem colaborar ou dificultar os investimentos.....	48
6. Desenvolvimento econômico e nível de profissionalização de empresas e trabalhadores .....	50
6.1. Qualificação e empregabilidade .....	50
6.2. Absorção de novas tecnologias por empresas e trabalhadores.....	51
6.3. Relação entre patentes e desenvolvimento econômico .....	54
6.4. Relações entre abertura do comércio global, a competitividade das empresas e empregabilidade dos trabalhadores .....	56
6.5. Melhora da competitividade empresarial por meio da terceirização.....	57
Parte IV – Seleção dos dados, discussão e resultados .....	59
7. Modelo e metodologia .....	59
8. Resultados e discussão .....	60
8.1. Apresentação de alguns impactos da adoção tecnológica no desenvolvimento e na estabilidade econômica.....	60
8.2. Impacto tecnológico na produção de grãos na Alemanha.....	65
9. Conclusões.....	70
10. Bibliografia.....	72
11. Anexos.....	79

## Índice de Quadros

Quadro 1. Percentual de produção de eletricidade por matriz energética (2006).....	5
Quadro 2. Preço kWh por tipo de matriz energética (2005).....	6
Quadro 3. Percentual total das emissões de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O originárias da produção agrícola (2005).....	9
Quadro 4. Expectativa de vida na América Latina, África Subsaariana, Leste Asiático e Sul Asiático .....	41
Quadro 5. Expectativa de vida em alguns países desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos (2007) .....	42
Quadro 6. Canais de aquisição de novas tecnologias .....	52
Quadro 7. Painel de dados com alguns indicadores de desenvolvimento econômico....	63
Quadro 8. Descrição das variáveis. ....	65
Quadro 9. Regressão linear e múltipla, produção de grãos da Alemanha .....	66
Quadro 10. PIB da Alemanha, EUA, Canadá, Brasil e China.....	79
Quadro 11. PIB da Índia, África do Sul, Bangladesh e Quênia .....	79
Quadro 12. Dados de P&D da Alemanha, EUA e Canadá em dólares .....	80
Quadro 13. Dados de importação de máquinas e equipamentos da Alemanha, EUA e Canadá em dólares.....	80
Quadro 14. Dados de importação de máquinas e equipamentos do Brasil, China e Índia .....	81
Quadro 15. Dados da Alemanha sobre produção de grãos, número de tratores agrícolas, empregos na agricultura e importação de matéria-prima .....	82

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Análise de resíduos da produção de grãos vs. tratores .....	66
Gráfico 2. Análise de resíduos da produção de grãos vs. empregos na agricultura .....	67
Gráfico 3. Análise de resíduos da produção de grãos vs. importações de matéria-prima.....	67

## **Introdução**

Existem alguns estudos sobre os avanços tecnológicos restritos a algumas áreas e países no mundo. Entretanto, apesar de sua importância, a tecnologia ainda é uma área pouco estudada – provavelmente em função das diversas interações e interdependências e da dificuldade de observar e analisar as relações reais e casuais.

Nesse sentido, este trabalho faz uma análise exploratória de relações já estudadas por outros pesquisadores e apresenta como alguns avanços tecnológicos estão vinculados a diversas interações, tais como as necessidades das pessoas, a diminuição de custo e o aumento da produtividade por parte das empresas e o desenvolvimento econômico de países.

E na mesma medida em que o desenvolvimento tecnológico é afetado diretamente pelas interações supracitadas, estas também são afetadas pela tecnologia (Schot e Geels, 2007). Nesse sentido, a tecnologia tem sido uma importante força de mudança do mundo e um de seus grandes impactos diz respeito ao meio ambiente, afetado com o excesso de poluição. Isto reforça a importância de entender as relações entre as novas tecnologias e seus impactos, a fim de mitigar os problemas que possam ser criados em relação ao meio ambiente, ao desenvolvimento econômico e às necessidades das pessoas e empresas.

Cabe ressaltar que as mudanças no meio ambiente também afetam as economias e a sociedades em geral, por exemplo, por causar alterações climáticas, como mudanças na precipitação de chuvas e afetar a capacidade de produção de alimentos (Kabubo-Mariara, 2009); prejudicar a saúde das pessoas mais sensíveis a alterações de temperatura, ou até mesmo interferir em cidades litorâneas devido ao aumento crescente do nível dos oceanos (Ansuategi e Escapa, 2002).

Um grande e complexo número de interações pode ser apontado como direcionador tecnológico – geralmente envolvendo os governos e as empresas multinacionais. Todavia existem vários outros fatores, como desejos e necessidades da população.

Portanto, uma complexa rede de interações possibilita o desenvolvimento tecnológico com desdobramentos muito significativos para sociedade e o mundo.

## **Parte I – Situação**

### **1. Alguns desafios atuais**

Devido às mudanças tecnológicas, especialmente as que surgiram a partir da segunda metade do século XX, as pessoas, as empresas e a sociedade como um todo enfrentam novos desafios. Entre estes se podem citar desde mudanças no estilo de vida, o surgimento de novos tipos de empregos para os trabalhadores, e na produtividade, na qualificação e possibilidade de treinar sua força de trabalho para as empresas, e para a sociedade no combate à destruição do meio ambiente.

Serão verificadas em países como: África do Sul, Alemanha, Bangladesh, Brasil, Canadá, China, EUA, Índia, e Quênia que as tecnologias impõem mudanças, em diversas áreas – e verificar-se-á em momento oportuno como algumas delas são indiscutivelmente positivas. Mas, para ter acesso a esses benefícios algumas barreiras devem ser superadas como a corrupção, a expropriação de propriedades intelectuais e não intelectuais, a falta de incentivo à qualificação dos profissionais e empresas.

#### **1.1. Mudanças de estilo de vida e impactos ambientais**

Desde o início do processo de industrialização, o mundo vem mudando em uma velocidade fantástica. A humanidade tem alterado sua forma de viver por meio da adoção de tecnologias em diversas áreas como: médica, agrícola, comunicações, entre outras.

A tecnologia muda consideravelmente o estilo de vida humano e tende a mudá-lo cada vez mais e seus efeitos são sentidos desde as relações pessoais e trabalhistas até o bem-estar. Nas relações pessoais observa-se que são cada vez menos frequentes as conversas com os amigos, com os vizinhos; este contato está sendo substituído pela televisão, por jogos eletrônicos entre outros. Os efeitos no trabalho têm referência com os tipos e as horas de trabalho, e no bem-estar esses efeitos são decorrentes de novos

entretenimentos e melhorias significativas na qualidade de vida com os avanços da área médica.

Por volta da segunda metade do século XX, com a intensificação processo de mecanização das fábricas e a implantação crescente de novas tecnologias em diversas partes do mundo, o mercado de trabalho tem sido profundamente alterado. Há alguns anos era muito comum trabalhar por volta de 50 horas semanais, mas esta média vem caindo sucessivamente, e atualmente ela é de 37 ½ horas nos Estados Unidos. Com o advento da tecnologia, a maior parte dos trabalhos pesados e manuais é agora realizado pelas máquinas, e os trabalhadores têm mais tempo para atividades de lazer (Day, 2008).

Essas mudanças e acontecimentos, além do bem-estar para a sociedade, são acompanhados de um crescimento econômico. Mas, ao mesmo tempo, existem fatores negativos, como as maiores pressões sobre o consumo de recursos naturais e de energia em razão da mudança de estilo de vida das pessoas e maiores necessidade das empresas.

Neste sentido muitos pesquisadores têm identificado que o crescimento econômico gera inúmeros malefícios para o meio ambiente (Carraro *et al.*, 2003).

As máquinas e equipamentos que fazem uso de energia, muitas vezes utilizam fontes energéticas não renováveis, o que contribui com danos ao meio ambiente. Alguns desses danos são decorrentes das emissões de gases que interferem no efeito estufa GHG<sup>1</sup>. De acordo com o estudo de Kemfert (2005), o nível de investimento em alguns países, entre eles, Alemanha, EUA e Canadá, no que diz respeito a energia é baixo, o que prolonga o uso dos combustíveis fósseis emissores desse gases.

Outro fator que contribui para aumentar as pressões sobre o consumo de recursos naturais e de energia está relacionado com o aumento populacional no mundo nos últimos anos. Entre os anos de 1960-2008 a população<sup>2</sup> do Brasil e Índia quase triplicou, da China dobrou; e a de países como Canadá, EUA, África do Sul, Bangladesh e Quênia também aumentou. A exceção é a Alemanha, que teve um crescimento muito baixo durante esse período. Com o aumento populacional há uma maior necessidade de

---

<sup>1</sup> Aumento na concentração de gases CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono, CH<sub>4</sub> – metano e N<sub>2</sub>O – óxido nitroso na atmosfera gerando aquecimento global.

<sup>2</sup> Fonte de dados: World Bank (WDI).

consumo de energia para diversas finalidades, como agricultura, transportes, iluminação particular e pública entre outros.

No quadro 1 é demonstrado o percentual de energia elétrica gerada a partir de cada tipo de matriz energética nos países usados nesse estudo. Os países são divididos em três grupos: desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos.

As fontes de energias pesquisadas são: carvão, gás natural, hídrica, nuclear e óleo.

Quadro 1. Percentual de produção de eletricidade por matriz energética (2006)

<u>Países / Tipos de energia</u>	<u>Países desenvolvidos</u>			<u>Países emergentes</u>			<u>Países subdesenvolvidos</u>		
	Alemanha	EUA	Canadá	Brasil	China	Índia	África do Sul	Bangladesh	Quênia
Carvão	48,03%	49,8%	17,1%	2,44%	80,35%	68,32%	93,5%	0	0
Gás Natural	12,09%	19,64%	5,45%	4,35%	0,5%	8,34%	0,03%	87,5%	0
Hídrica	3,17%	6,83%	58,03%	83,18%	15,21%	15,27%	1,47%	5,71%	50,61%
Nuclear	26,58%	19,1%	15,99%	3,28%	1,91%	2,5%	4,68%	0	0
Óleo	1,52%	1,88%	1,54%	2,96%	1,8%	4,23%	0	6,74%	30,54%
Outras	8,61%	2,75%	1,89%	3,79%	0,23%	1,34%	0,32%	0	18,85%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte de dados: World Bank (WDI).

Conforme se pode verificar no quadro 1, as fontes de geração de energia elétrica dos países em questão apresentam dados distintos. Apesar dos países estarem divididos em 3 grupos, não existe nenhuma característica comum e evidente, que relacione seu grupo a um tipo de matriz.

Destaca-se o Brasil por sua matriz extremamente limpa; enquanto Alemanha, Estados Unidos, China, Índia e África do Sul têm uma matriz muito suja baseada em carvão. Nota-se no quadro 1 a ausência de outras fontes limpas de energia, porém existem várias outras opções de energias renováveis, além da hídrica. São elas: geotermal, termal, eólica, fotovoltaica e biomassa.

É preciso dizer que apesar dos Estados Unidos apresentarem uma matriz suja, alguns de seus estados utilizam parte significativa de sua matriz energética originária de uma fonte mais limpa como, por exemplo, a geotermal. Essa matriz é usada nos estados da Califórnia, Havaí e Nevada e respondem por cerca de 6%, 10% e 25% das suas matrizes.

Quadro 2. Preço kWh por tipo de matriz energética (2005)

Matriz	Preço / kWh em centavos de dólares
Composição de petróleo, gás e carvão	1,8
Geotérmica	3,1-4,3
Biomassa	6,6-8,0

Fonte: Adaptado de Schilling e Esmundo (2009).

Os preços das energias renováveis têm caído nos últimos anos em razão dos avanços tecnológicos e dos incentivos governamentais e investimentos públicos e privados, o que as torna, em um futuro próximo, uma importante fonte de geração de energia.

O valor de algumas das energias renováveis está cada vez mais próximo do valor das fósseis conforme quadro 2. Uma queda consecutiva nos preços das energias renováveis é observada há aproximadamente 25 anos (Schilling e Esmundo, 2009).

As energias citadas até o momento se referem apenas à energia elétrica, quando são mencionadas as mudanças de estilo de vida, podem-se expor outros impactos

ambientais, como o aumento das emissões devido ao aumento de veículos motorizados, necessidade de transporte de alimentos e maior produção agrícola, são alguns deles, todos esses elementos mencionados têm relação com a emissão de gases GHG.

A ideia de que os transportes têm impacto significativo nas emissões é reforçada pelo estudo de Bartholomeu e Filho (2009), que afirma que o transporte rodoviário, por exemplo, é responsável por grande parte das emissões em muitos países. No Brasil, EUA e China o transporte rodoviário corresponde por respectivamente 60%, 26% e 8% de tudo que é transportado, inclusive alimentos já que muitas famílias migraram da área rural para a urbana (Day, 2008).

As mudanças decorrentes do estilo de vida humano também estão relacionadas com a idade da população e padrões de consumo. Na Alemanha, por exemplo, é observado que sua população tem taxa de crescimento negativo desde 1972 (Kronenberg, 2009).

A população alemã, quando comparada com a dos demais países mencionados neste trabalho, tem a maior quantidade de idosos acima de 65 anos (cerca de 20% da população) e a menor quantidade de jovens. O crescimento negativo gera a necessidade de entender como funciona o padrão de consumo atual e estimar como serão os padrões de consumo em 2030, quando a Alemanha tiver 29% de sua população acima dos 65 anos.

Segundo Kronenberg (2009), o envelhecimento da população alemã não necessariamente reduz o consumo de energia, mas o autor apresenta a seguinte diferença em relação ao padrão de consumo: entre os idosos há maior consumo de medicamentos e de energia (pois gastam mais para se proteger de ondas de calor e frio); entre os jovens há maior consumo de combustíveis para automóveis – o que leva à existência de diferenças significativas no tipo de emissão. Os jovens tendem a emitir mais CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O e os idosos, CH<sub>4</sub> devido à queima de madeira e gás natural para aquecimento.

Este problema tem uma complicação: a variação dos preços dos combustíveis, que causa sérios impactos em seu uso, exploração, comercialização e até mesmo pelo nível de emprego da população, uma vez que por meio dele é que as empresas

desenvolvem seus projetos e produtos. E devido à baixa rentabilidade de outras fontes de energia ainda não é possível substituir os combustíveis fósseis (Carraro *et al.*, 2003).

## 1.2. Relação entre as mudanças climáticas e a agricultura

Conforme citado anteriormente as mudanças climáticas são decorrentes da emissão de gases GHG, as quais têm aumentado consideravelmente, desde a era pré-industrial, por meio da queima dos combustíveis fósseis. As mudanças climáticas são acompanhadas de outros fenômenos, como mudanças na precipitação das chuvas, alteração nas ondas de calor e frio etc., as quais acabam por afetar o funcionamento das economias (Ansuategi e Escapa, 2002).

Entretanto, não é somente a queima de combustíveis fósseis para geração de energia a única responsável pelo aumento da emissão de gases poluentes. Cita-se também, outro desafio, que é a prática da agricultura insustentável que também causa as mudanças climáticas. Por exemplo: no caso do Brasil ela se dá por meio do uso de queimadas<sup>3</sup>; já no Canadá, que também é um grande exportador de *commodities* agrícolas, a agricultura insustentável pode ser percebida na destruição das suas pradarias<sup>4</sup>.

Kissinger e Rees (2009) apresentam dados que demonstram como a agricultura pode ser danosa e como ela contribui para destruição de regiões nativas e recursos naturais. A água, por exemplo, é um recurso natural cada vez mais escasso no Canadá: considerando apenas as áreas agrícolas nas pradarias, que representam 85% da área agrícola disponível neste país é responsável por 75% de toda a água utilizada.

Nos países Alemanha, Canadá, EUA, Brasil, China, Índia, África do Sul, Bangladesh e Quênia são demonstradas o percentual total das emissões com origem na produção agrícola no quadro 3.

---

<sup>3</sup> Em Araujo *et al.* (2009), é possível verificar os motivos vinculados a essas queimadas.

<sup>4</sup> As pradarias são uma região que ocupa 11,3% da área canadense, e é caracterizada por ser um ecossistema singular pelo fato de ter sido formada por uma combinação de fatores físicos, climáticos e biológicos.

Quadro 3. Percentual total das emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O originárias da produção agrícola (2005)

Países	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Alemanha	-	39%	74%
Canadá	-	22%	87%
EUA	-	18%	75%
Brasil	-	67%	74%
China	-	50%	93%
Índia	-	65%	93%
África do Sul	-	24%	83%
Bangladesh	-	69%	92%
Quênia	-	65%	96%

Fonte de dados: World Bank (WDI).

Muito dessa emissão de gases poluentes originária da produção agrícola deve-se ao alto consumo de energia. Ainda no caso canadense, a agricultura nas pradarias corresponde a 62% de toda a energia usada para agricultura no país (Kissinger e Rees, 2009).

Os efeitos da emissão de gases gerada por queima de pasto no Brasil, destruição das pradarias e o consumo excessivo de energia no Canadá; matrizes energéticas muito sujas, como é o caso da África do Sul, Alemanha, EUA, China, Índia, dentre outros países poluidores, contribuem para mudanças climáticas no mundo, que são acompanhadas por alterações de temperatura e precipitação de chuvas.

Como exemplo de análise, a fim de se projetar alguns impactos negativos decorrentes das mudanças climáticas, cita-se o Quênia, país localizado no continente mais pobre do mundo. Nesse país, a criação animal desempenha um papel fundamental na cultura e na sobrevivência da população: o Quênia está na região semi-árida da África, onde o leite, a carne e até mesmo o sangue dos animais fazem parte da dieta alimentar da população. De acordo com Kabubo-Mariara (2009), no Quênia, 80% das terras são áridas ou semi-áridas, o que significa fraca precipitação. A criação animal corresponde a 12% do PIB (Produto Interno Bruto) e essa região árida/semi-árida sustenta 25% da população humana e 50% dos animais.

Portanto, mínimas variações de temperatura ou precipitação de chuvas podem afetar o pasto e conseqüentemente, a alimentação dos animais, o seu crescimento, a produção de lã e leite, o que pode ser devastador para essa população.

É defendido por vários pesquisadores<sup>5</sup> que o crescimento das economias está diretamente relacionado aos seus níveis de poluição, mas Ansuategi e Escapa (2002) afirmam que governos prudentes podem criar condições para o crescimento econômico e menor degradação. Ainda neste trabalho essas condições são apresentadas e exemplificadas, bem como, as formas de aumento da produção com diminuição da poluição e as dificuldades a essa adoção.

### **1.3. Impactos da tecnologia no mercado de trabalho**

Muitas das tecnologias desenvolvidas a partir da segunda metade do século passado trouxeram incontáveis benefícios para diversas áreas, em especial para a econômica. É mencionado neste trabalho que ela trouxe benefícios como, por exemplo, melhorias nos produtos, novas oportunidades de negócios e aumento de lucros para as empresas. Por isso, a mudança do nível de emprego após a sua adoção é um fato que deve ser observado.

As constantes mudanças no nível de emprego e no ambiente profissional, provocadas pelo aumento da implantação de tecnologia, fazem com que os trabalhadores não qualificados sejam cada vez menos procurados. Nesse sentido, os trabalhadores mais velhos ficam mais propensos a se aposentar em razão das recentes inovações tecnológicas.

Algumas pesquisas relacionam a baixa qualificação com a aposentadoria prematura. Por exemplo, o trabalho de Bartel e Sicherman (1993).

Embora as inovações tecnológicas acelerem o processo de aposentadoria precoce, há empresas interessadas na mudança desse cenário. Ao colocarem em prática

---

<sup>5</sup> Entre eles (Baek *et al*, 2009 e Shen, 2008).

uma modalidade de treinamento conhecida como *on the job*<sup>6</sup>, conseguem atualizar os conhecimentos de seus profissionais, assim eles tendem a se aposentar mais tardiamente.

As inovações tecnológicas tendem a fazer com que os conhecimentos se tornem obsoletos muito rapidamente, o que gera incertezas sobre o investimento em capital humano e, por esse motivo, o treinamento é tão importante.

As empresas contratam cada vez mais profissionais com alta qualificação por possuírem maior facilidade de absorção de novas tecnologias. Dessa forma, têm possibilidade de treinar, inclusive os seus funcionários não qualificados.

Foi constatado que são as empresas de maior porte as grandes responsáveis por treinamentos quando comparadas com as de menor porte. Conforme é observado em Bartel e Sicherman (1998) sobre as empresas americanas, elas são as responsáveis por até 20% de todo o treinamento, e a probabilidade de um profissional qualificado receber treinamento é mais alta do que a de um sem qualificação.

Percebe-se que a mudança tecnológica intensificou a necessidade de treinamento para os profissionais. Do mesmo modo, afeta as empresas na forma de fazer negócios. Segundo Koellinger (2008), no ano de 2003 uma pesquisa revelou que o facilitador internet ajudou as empresas europeias a inovar, diretamente através das vendas pela internet ou indiretamente.

Essa intensa adoção de tecnologia estimula os negócios, aumenta a competitividade das empresas e altera as formas de produção e comercialização dos produtos.

#### **1.4. Algumas barreiras à adoção de tecnologia**

A existência de desafios e barreiras à adoção de tecnologia é recorrente em inúmeros trabalhos. Autores como Niosi (2008), Bottasso e Conti (2009), Pizer e Popp

---

<sup>6</sup> Treinamento *on the job* é o treinamento que profissionais recebem das empresas e é realizado juntamente com o trabalho.

(2008) e Blackburn e Forgues-Puccio (2009) dentre outros, citam como barreiras os processos que não permitem o desenvolvimento de tecnologia ou bloqueiam a competição entre empresas. Por exemplo: concessão de monopólios, ausência de boas regulações governamentais, fraca defesa das patentes, fraca defesa dos direitos de propriedade, corrupção, baixa qualificação profissional.

Empresas que trabalham em sistema de monopólio, sem uma regulação e sem instrumentos que a obriguem a investir tendem a ser exemplos de ineficiência, altos preços e baixa qualidade. No entanto, segundo Bottasso e Conti (2009), regulações governamentais podem ajudar, impondo rígidas regras de qualidade e de eficiência, assim as empresas começam, mesmo sem haver uma disputa direta entre elas, a seguir algumas normas rígidas e adotam maior tecnologia para alcançar as metas de eficiência.

Conforme se pode verificar, existe obviamente, uma relação entre as regulações governamentais e melhora na qualidade de produtos e serviços, considerando que as regulações existentes propiciem essa melhora.

As regulações governamentais também estão ligadas à fraca defesa das patentes e de direitos de propriedade, pois com fracas regras que possam defender esses investimentos em patentes e em propriedades não é possível desenvolver novas tecnologias que permitam um consumo sustentável de energia e recursos, outra forma seria através de leis que incentivassem o consumo de energias renováveis, assim existe a possibilidade de relacionar essas regulações com a poluição. Esses problemas somados à corrupção dificultam o desenvolvimento tecnológico do país, pois limitam investimentos internos e externos.

Alguns pesquisadores associam diretamente a corrupção ao baixo desenvolvimento econômico; consideram que a corrupção faz com que as empresas estrangeiras não invistam no país, conseqüentemente elas não trazem novas tecnologias, ou seja, de acordo com Blackburn e Forgues-Puccio (2009), o investimento estrangeiro direto e a corrupção têm forte e significativa relação negativa.

Outro fator que é uma barreira à adoção tecnológica é a baixa qualificação profissional. Sem qualificação não existe absorção de tecnologias, portanto, trabalhadores e empresas ficam sem potencial para competir.

## **Parte II – Complicação**

### **2. Fatores que contribuem para a poluição ambiental e o subdesenvolvimento**

Existem muitos fatores que contribuem para a poluição ambiental e o subdesenvolvimento. Podem-se citar alguns: *lobby* por energia suja, matrizes energéticas muito poluentes, baixo preço de fonte energética poluente, baixa qualificação de profissionais e empresas para o desenvolvimento de novas variedades de produtos e tecnologias, fracas instituições governamentais, corrupção, expropriação, inexistência de políticas ambientais e de incentivo às novas tecnologias menos poluentes.

#### **2.1. Ausência de direcionamento no desenvolvimento tecnológico**

A ausência de direcionamento do desenvolvimento tecnológico<sup>7</sup> é causada por inúmeros agentes e fatores que colaboram para um fraco desenvolvimento de inovações, alguns destes são: *lobby*, variações de preços e disputas de interesses entre empresas, consumidores entre outros.

O *lobby* é uma prática comumente utilizada por empresas privadas com o objetivo de obter favores ou exercer pressão sobre os legisladores. Por exemplo, a realização de projetos em conjunto com universidades públicas chamada de PPP (Parcerias Público Privadas), com o objetivo de desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de produção é um tipo de *lobby*, pois, empresas como a Monsanto e a Syngenta apenas se engajam em pesquisas de seu interesse; nesse caso, estudos vinculados aos alimentos transgênicos (Vanloqueren e Baret, 2009).

Essas e muitas outras empresas de diversos setores praticam o *lobby*, que por sua vez faz parte de um complexo sistema de forças que competem entre si, a fim de

---

<sup>7</sup> Essa ausência de desenvolvimento tecnológico é um problema recorrente em diversas áreas como: agrícola, energética entre inúmeras outras.

determinar o rumo de determinados setores, como, por exemplo, na definição do padrão de tecnologia ou mesmo definição de um tipo de pesquisa.

O *lobby* também é amplamente utilizado pela indústria do petróleo, o sistema de forças dessa indústria é composto por atores como empresas petroleiras, fornecedores de equipamentos para empresas de petróleo, países exportadores de petróleo, distribuidores, consumidores, organizações favoráveis e contrárias a esses combustíveis, setores do governo que regulam o setor, entre outros. Esse é um sistema de forças em que cada agente tenta, de acordo com seus interesses, influenciar e determinar a direção do setor e também da definição de suas tecnologias.

Essas disputas para determinar a direção de tecnologias vinculadas ao petróleo estão ainda sujeitas a variações no seu preço, ele faz parte de um desses sistemas como fator externo ou *landscape*, que influencia nichos<sup>8</sup> e regimes<sup>9</sup> tecnológicos. Conforme exposto por Markard e Truffer (2008), outros fatores também podem influenciar os nichos e regimes tecnológicos ou os atores que os sustentam. Um claro exemplo: guerras, migração, cultura e problemas ambientais (Genus e Coles, 2008).

Por meio da influência desses outros fatores, os atores que sustentam os nichos e regimes podem determinar a melhor estratégia para maximizar seus ganhos. Por exemplo, associando-se a universidades para pesquisa conjunta ou construindo uma parceria com outras empresas ou governos. Outra possibilidade é a definição de padrão comum com outros fabricantes a fim de evitar lutas por um padrão de tecnologia ou a influência por meio da propaganda para atingir outros agentes, nesse caso os usuários (Kaplan e Tripsas, 2008).

Um exemplo de padrão tecnológico são os motores movidos com derivados de petróleo que atualmente é ameaçado por outros nichos tecnológicos devido ao seu alto nível de poluição. Contudo, o desenvolvimento de tecnologias vinculadas a combustíveis fósseis (petróleo) ainda pode ser justificado devido ao preço e à base instalada para extração e consumo desse combustível (Schilling e Esmundo, 2009).

---

<sup>8</sup> Os nichos são segmentos de mercado que atendem a uma determinada necessidade. Exemplificando pode-se considerar que a indústria de petróleo atende a um nicho de mercado e a indústria de energia solar a outro.

<sup>9</sup> Os regimes são nichos que já se estabeleceram como padrão de mercado.

Autores como Popp (2004) e Coria (2009) afirmam que o fator preço é um dos principais fatores de escolha no consumo ou adoção de novos combustíveis.

Mesmo com a busca por novas tecnologias e com sua crescente viabilidade, os atores interessados na continuidade do petróleo permanecem com a prática do lobby pelo petróleo, o que é de certa forma ajudada por novas descobertas de combustíveis fósseis na América do Sul e na África.

O surgimento de novas reservas de petróleo nos territórios acima mencionados gera o chamado *crowding out*, que é o roubo ou fuga de investimento de outras áreas, agora direcionados para a pesquisa e desenvolvimento desse petróleo segundo Popp (2004).

Nesse sentido, a ausência de incentivos e direcionamento a pesquisas em outras fontes energéticas que poderiam contribuir para menor poluição não são realizados.

## **2.2. Mudanças no mercado de trabalho decorrentes das novas tecnologias**

A crescente interdependência entre mercados consumidores e entre empresas, além do cenário de maior competição entre estas, exigem rápidas alterações nas companhias, alterações que, muitas vezes, afetam as formas de produção e demandam maior capacidade de adaptação tanto nas formas de trabalho quanto nos tipos de trabalho desenvolvidos.

Como exemplo de formas de pressão sobre as empresas podem ser citados: a existência de novos concorrentes, o aumento no preço de insumos, o que afeta áreas diretamente ou indiretamente ligadas a eles, ou mesmo o aperfeiçoamento nos métodos de produção adotados decorrente da maior competição. Todos esses fatores podem provocar mudanças na empregabilidade dos trabalhadores, considerando que a reação das empresas a essas mudanças seja adoção de novos métodos de produção, o implica em uma necessidade de mão de obra mais qualificada e maior desemprego para não qualificados (Moore e Ranjan, 2005).

É apresentado no trabalho de Bartel e Sicherman (1993) que novas tecnologias tendem a tornar obsoletos os antigos conhecimentos, incentivando dessa forma os profissionais mais velhos e com baixa qualificação a se aposentar devido a algum choque tecnológico.

Com essas rápidas mudanças, especialmente as empresas que adotam alta tecnologia<sup>10</sup> procuram profissionais mais qualificados e capazes de se adaptar a um ambiente de trabalho em constante alteração (Bartel e Sicherman, 1998). Elas trabalham em um cenário de competição acirrada em que só as mais preparadas para trabalhar bem, com os melhores produtos e os menores preços, sobrevivem.

De acordo com Crifo (2008), os profissionais de menor educação são menos produtivos e ganham menores salários. E conforme estudos de Bartel e Sicherman (1993), os profissionais que têm baixa qualificação e já são idosos tendem a não investir em capacitação em razão da baixa probabilidade de recuperação do investimento.

Assim, devido a sua menor produtividade, os profissionais com baixa qualificação tendem a ser substituídos por máquinas, que trabalham com pequena margem de erro e em grande velocidade, aumentando assim a margem de lucro das empresas sobre seus produtos (Stadler e Wapler, 2003). Quando esses profissionais conseguem emprego, recebem, em geral, baixos salários, acentuando, assim, as desigualdades salariais quando comparados os trabalhadores mais qualificados com os sem qualificação.

Essa indicação tem uma relação próxima com o achado de Crifo (2008), segundo o qual a relação de produtividade dos mais educados gera desincentivos aos menos qualificados a estudar. Em um país com altas taxas de crescimento tecnológico seus profissionais necessitam de habilidades superiores e, dessa forma, os profissionais não qualificados são cada vez menos necessários, pois seus conhecimentos tendem a se tornar obsoletos.

Segundo Koellinger (2008), a inovação de processos tem como objetivo economizar com contratações de funcionários. Considera-se que empresas com maior

---

<sup>10</sup> São apresentadas por Parisi *et al.* (2006) citado por Almeida e Fernandes (2008) como empresas que usam e desenvolvem alta tecnologia: automóveis, auto-componentes, indústria química, farmacêutica, eletrônica, metais e máquinas.

dotação em tecnologia<sup>11</sup> buscam ganhos de competitividade e tendem a ter maior rotatividade de profissionais (Bauer e Bender, 2004) ou mesmo diminuição nas contratações.

Como exemplo, cita-se a inovação nas formas de vendas: verifica-se que atualmente é muito comum os consumidores adquirirem produtos por meio da internet, de modo que a empresa virtual pode, entre outras vantagens, ter um número menor de funcionários, reduzindo seus custos e aumentando sua margem de lucro.

Com essas mudanças tecnológicas as empresas reagem adotando inovações em busca de redução de custo e aumento nos lucros, e os trabalhadores reagem por meio de seus sindicatos. Esse último, juntamente outras associações de profissionais criticam amplamente as demissões apoiando somente tecnologias que permitem crescimentos nas contratações (Lommerud *et al.*, 2006).

Segundo Lommerud *et al.* (2006) a oposição às tecnologias costuma ser maior em países com grande mercado consumidor e tecnologicamente mais desenvolvidos, os sindicatos passam a reagir ao *labor saving*<sup>12</sup> com aumento na solicitação por melhores salários. É observado que essa pressão tem efeito apenas em países que tem fortes sindicatos, assim permitindo que a desigualdades salariais entre os qualificados e os não qualificados seja menor (Stadler e Wapler, 2003).

Como já exposto existem diversas mudanças no mercado de trabalho decorrentes da adoção de novas tecnologias, a seguir são verificadas algumas implicações da qualificação profissional.

### **2.3. Implicações da qualificação dos trabalhadores na poluição e subdesenvolvimento**

A qualificação profissional é alvo de estudo de vários pesquisadores. Alguns a relacionam indiretamente com a poluição, como Pizer e Popp (2008), que mencionam a

---

<sup>11</sup> Essa tecnologia pode ser relacionada às formas de venda, controle de processos ou novas máquinas, que afetam diretamente a produtividade da empresa.

<sup>12</sup> *Labor saving* é a expressão usada por pesquisadores para indicar o processo de substituição de trabalhadores por processos mecanizados ou com alto uso de tecnologia (Lommerud *et al.*, 2006).

importância das universidades no processo de desenvolvimento de patentes ambientais; outros, como Bartel (1998), criam relações entre a qualificação profissional e as contratações; e Crifo (2008), que a relaciona com as desigualdades salariais entre profissionais qualificados e não qualificados.

Existe, portanto, um consenso por parte dos autores sobre a importância dessa qualificação profissional, ela é relacionada com a poluição de forma indireta, pois em países que possuem fracas universidades e onde os profissionais têm baixa qualificação, as pesquisas para desenvolvimento de patentes seja para energias menos poluentes ou para novos produtos e serviços são menores.

Com essa capacidade de desenvolvimento de produtos e serviços reduzida, tem-se uma menor possibilidade de criação de inovações, impossibilitando desenvolvimentos de tecnologias que promovam maior produtividade e menor degradação ambiental. Esses países e profissionais com menor capacidade tecnológica muitas vezes acabam por desenvolver atividade de menor remuneração e maior poluição devido às restrições dos países desenvolvidos a essas atividades. Assim ficando apenas como atividades de baixo valor agregado que tem menor remuneração.

Países emergentes e subdesenvolvidos comumente apresentam esses quadros de baixa qualificação, e muitas vezes perdem massa de profissionais qualificados para outros países desenvolvidos como EUA, Canadá e Alemanha. Com esse processo os trabalhadores têm seus salários melhorados, mas de forma silenciosa o país exportador dessa mão de obra muito qualificada perde muito de sua capacidade de inovar.

Os países que perdem sua mão de obra qualificada tendem a permanecer em um estado estacionário, em que não se desenvolvem, ficando em uma situação em que seus PIBs (Produto Interno Bruto) não alcançarão nunca os de países desenvolvidos, pois não evoluem da situação de imitadores para inovadores.

Os danos à economia dos países exportadores desses profissionais qualificados tendem a variar, dependendo se a porcentagem de exportação de profissionais é igual ou variável entre os setores de qualificação (Di Maria e Stryszowski, 2009).

## **2.4. A inexistência de novas tecnologias: causas e impactos**

A inexistência ou pequena adoção de tecnologias é causada por diversos fatores. Pode ser provocada, por exemplo, pelos governos, pela sociedade ou pelos profissionais: os governos com suas fracas instituições mencionado por Acemoglu *et al.* (2003) que é citado por Tang *et al.* (2008), a sociedade representada, nesse caso, pelos sindicatos e sua oposição às tecnologias e os profissionais por sua baixa capacitação e qualificação tecnológica.

Associados a esses problemas de ordem macro, podem-se citar vários outros problemas deles derivados, como a falta de investimentos dos governos em infraestrutura e perda da mão de obra qualificada entre outros. Todos esses problemas contribuem para um baixo desenvolvimento tecnológico e econômico.

Por meio do trabalho de Tang *et al.* (2008), pode-se afirmar que as economias mais fracas, quando comparadas às economias mais sólidas, tendem a ter um desvio padrão em seu crescimento, devido à baixa capacidade de inovação e à maior dependência de investimentos estrangeiros.

Uma possível explicação é dada considerando um cenário composto por indústrias mais fracas (em função de baixa capacidade de competição), profissionais menos qualificados, instituições mais corruptas e baixa capacidade de produção de variedades, em razão dos fatores já mencionados juntamente com um sistema financeiro débil.

Países que possuem essas características geralmente têm governos corruptos; tendem à nacionalização forçada de empresas, terras e outros bens, assim como à intervenção estatal nas decisões dos dirigentes dessas empresas. Em decorrência dessas ações afastam-se a possibilidade de crescimento das empresas locais e o investimento de companhias estrangeiras no país (Tang *et al.*, 2008).

As variáveis consideradas, quando são citadas instituições corruptas, referem-se aos processos vinculados a licenciamento, concessões, autorizações e a todos os outros processos em que o governo tem influência de regulação.

A tecnologia é tida como um meio de ganhar eficiência na produção rural conforme Pande (2006), contudo, sua adoção ainda está muito longe da realidade de inúmeros pequenos agricultores em razão do preço. Como exemplo, cita-se Bangladesh, onde os pequenos agricultores necessitam de tecnologia para aumentar a produtividade rural, o que os leva em busca de outras atividades profissionais a fim de aumentar a renda para aquisição de tecnologia, assim, emigrando para outras regiões (Mendola, 2008). Desde 1976 esse fluxo de emigração em Bangladesh tem se intensificado, e as remessas de dinheiro enviadas ao país foram de 24 milhões para 2,6 bilhões.

Muitos outros fatores podem contribuir para a baixa adoção de novas tecnologias. O monopólio de prestação de serviços em países subdesenvolvidos ou desenvolvidos pode promover essa baixa adoção, por exemplo. Talvez um cenário ainda mais propício para a não adoção de tecnologia seja aquele em que todas as empresas ou parte delas estejam trabalhando em sistema de monopólio, ofertando assim um serviço caro, de baixa qualidade e contratando poucos profissionais.

Além disso, outros agentes dificultam a implantação de novas tecnologias, como por exemplo, os direitos de propriedade, que têm forte ligação com o investimento estrangeiro no país e, conseqüentemente, com a adoção de tecnologia, com seu desenvolvimento e com a poluição do meio ambiente.

Cita-se ainda Araujo *et al.* (2009), que em seu trabalho sobre direito de propriedade no Brasil, mostram claramente como existe uma forte e significativa relação entre desflorestamento, direitos de propriedade, instituições fracas e baixo uso de tecnologia mencionado por Deacon (1994) e citado no trabalho de Araujo *et al.* (2009).

No Brasil, por exemplo, em razão de brechas na legislação, os direitos de propriedade podem ser ignorados, o que permite invasões de territórios, forçando o governo a realizar a expropriação com base na argumentação que são improdutivas. Isso faz com que os produtores frequentemente promovam queimadas das terras produtivas e não produtivas a fim de se proteger de invasões, gerando devastação e destruição das florestas.

Os aspectos ligados à força das instituições e à proteção de direitos de propriedade estão diretamente relacionados aos investimentos estrangeiros diretos e

consequentemente à adoção de tecnologia nessas localidades, ou seja, os riscos de expropriação afastam as empresas estrangeiras e investimentos que incluem novas tecnologias que seriam desenvolvidas ou importadas. As decisões de investimento estrangeiro, por exemplo, estão diretamente relacionadas às percepções que as empresas estrangeiras têm do país no qual pretendem investir.

Os países emergentes analisados neste estudo são amplamente citados na literatura científica como corruptos. A China, contudo, apesar de ser citada por sua corrupção, tem altas taxas de crescimento de PIB e de IDE (Investimento Direto Estrangeiro). Isso se explica porque a entrada de empresas estrangeiras é feita por meio de parceiros locais, que conhecem o ambiente e os caminhos para o melhor andamento dos negócios. Cerca de mais de 60% das empresas estrangeiras que investiram na China entre 1979 e 1997 percorreram esse caminho (Che e Facchini, 2009).

A corrupção está muitas vezes enraizada na cultura da população, sendo conhecida como corrupção sistêmica. Também podem-se citar outros tipos: a grande e a pequena corrupção, que são aquelas que envolvem, respectivamente, grandes e pequenas somas de dinheiro, além de suborno a autoridades policiais. Brasil, Índia e China, que são alguns dos países que mais crescem atualmente, somam juntos, 40% da população mundial e têm altas taxas de corrupção (Heston e Kumar, 2008). Contudo, segundo Blackburn e Forgues-Puccio (2009), o crescimento econômico em situação de corrupção só é possível quando esta é organizada e consegue dosar o valor do suborno.

As informações apresentadas demonstram algumas causas e seus impactos nos países pesquisados e ajudam a mostrar de maneira mais clara o quão difícil é vencer as barreiras a adoção tecnológica e diminuição dos danos ambientais.

## **Parte III – Investigação**

### **3. Relações entre tecnologia, desenvolvimento econômico e degradação ambiental**

Muitos problemas ambientais são causados pela ação humana na interação com o meio ambiente. Em seguida são apresentados alguns exemplos de como essa degradação ocorre e como o processo de queima de combustíveis evoluiu com auxílio da tecnologia.

São abordadas também as relações entre renda e meio ambiente, o impacto nas legislações ambientais em função do aumento da renda, as medidas de comparação entre países poluidores com base em seus PIBs, e os benefícios vinculados a implantação de tecnologias mais novas e menos poluentes.

#### **3.1. Avanços da tecnologia de queima de carvão impulsionada pela maior necessidade energética**

Segundo Ansuategi e Escapa (2002), os gases do efeito estufa GHG são fundamentais à vida, porém desde o período pré-industrial aumentou cerca de 30% em decorrência de atividades humanas, como a geração de energia a partir do carvão, elevando seus níveis a ponto de se tornarem prejudiciais. O aumento desses gases tem contribuído com um processo gradual de aquecimento do planeta, causando o degelo e o aumento no nível dos oceanos. É argumentado por Ansuategi e Escapa (2002) que mesmo com a completa paralisação na emissão dos gases de efeitos estufa o aquecimento global não seria interrompido de imediato.

A fim de entender melhor como esses gases são emitidos e qual o seu gatilho de emissão deve-se voltar até a década de 50 e verificar, por exemplo, como era a forma de

geração de energia elétrica a partir do carvão<sup>13</sup>. Cabe mencionar que essa tecnologia de geração de energia é anterior a 1950, porém trata-se de um período-chave em função do aumento pela demanda de energia e da evolução na forma de geração dessa energia nele ocorridos.

A geração de energia a partir do carvão é feita por meio da sua queima em grandes fornalhas ligadas a mecanismos que usam o vapor dessas queimas para geração da energia.

Esses mecanismos são denominados, no trabalho de Joskow e Rose (1985), *subcritical* e *supercritical*, e as turbinas de queima do carvão possuem 5 grupos de pressão: 1600, 1800, 2000, 2400, 3500 psi.

No início da década de 1950, apenas existiam geradoras de energia a base de carvão de menor pressão e capacidade as *subcritical*, contudo, devido a maior demanda por energia, foram desenvolvidas novas tecnologias, que resultaram em geradoras maiores e de maior capacidade as *supercritical*.

Conforme a necessidade de aumento na geração de energia e de melhorias, maiores se tornavam as geradoras de energia. Pode-se perceber que quanto maiores se tornavam as geradoras, maiores eram os benefícios vinculados ao ganho de escala na sua construção (construir uma 700 mwe é proporcionalmente 20% mais barato do que construir uma 350 mwe).

Verifica-se também que o custo de construção das geradoras cai em razão do aprendizado chamado de *learning by doing* por uma ampla literatura<sup>14</sup>.

A redução de custo derivada do *learning by doing* tem a ver com a repetitiva construção de um mesmo tipo de planta e tecnologia (Joskow e Rose, 1985).

Também se deve considerar o fato de que a redução dos custos na operação dessas geradoras está atrelada às experiências anteriores referentes ao tipo de carvão que pode ser utilizado. Por exemplo: a experiência vinculada à implantação das geradoras

---

<sup>13</sup> O carvão ainda é muito usado na geração de energia, conforme demonstrado no quadro 1, apesar de ser a forma mais danosa de poluição (Fischer e Newell, 2008). Como exemplo, é usada a matriz energética dos Estados Unidos, que é baseada na queima de combustíveis fósseis, especialmente o carvão.

<sup>14</sup> Diversos autores afirmam que o *learning by doing* é uma importante forma de avanço tecnológico entre eles podem-se citar (Carraro *et al.*, 2003; Joskow e Rose, 1985; Pizer e Popp, 2008; Fischer e Newell, 2008; Schot e Geels, 2007 e Ciarli *et al.*, 2008)

em regiões mais quentes ou mais frias implica na necessidade de construir *indoor* ou *outdoor*<sup>15</sup>. As experiências na construção também mostram que os equipamentos específicos para o controle de emissões de gases encarecem muito a construção e operação desses geradores.

A geração de energia elétrica em muitos países continua à base de carvão, até os dias atuais, em meados de 1980 esses tipos de geradoras *subcritical* e *supercritical* ainda estavam em operação.

### **3.2. Relação entre desenvolvimento econômico, aumento de renda e degradação do meio ambiente**

Com o investimento em novas tecnologias e o constante aprendizado indicado pelo *learning by doing*, a industrialização em diversos setores aumentou, porém a matriz energética não mudou: continua sendo à base de carvão, gás e petróleo no caso específico dos Estados Unidos, e à base de carvão na China, Índia e África do Sul.

A crescente industrialização e maior necessidade de energia, tanto pelas empresas quanto pelas pessoas em geral, implica em um aumento na emissão de gases GHG se a matriz for suja – o que contribui para que países mais desenvolvidos apertem as regulações ambientais. Pode-se considerar que o crescimento da economia proporciona maior renda e com maior renda há aumento na demanda por regulação ambiental (Shen, 2008).

Devido a essa pressão causada pela demanda por rígidas regras ambientais em países desenvolvidos, muitos estudos têm mencionado a existência do fenômeno denominado *Pollution haven hypothesis* que é a mudança de empresas poluidoras de países desenvolvidos para países menos desenvolvidos, nos quais as leis ambientais, em geral, não são rígidas (Costantini e Crespi, 2008).

Shen (2008) tentou testar a *Pollution haven hypothesis* a partir de dados da China, porém não encontrou evidências, o que o autor justifica com base na hipótese de que a renda *per capita* da província testada não ser maior que a média mundial.

---

<sup>15</sup> *Indoor* indica a construção de plantas em ambientes fechados e *outdoor*, em ambientes abertos.

Costantini e Crespi (2008) também mencionam a existência da *Pollution haven hypothesis*, mas não a testam.

Outros pesquisadores assim como Baek *et al.* (2009) sugerem que a renda e a poluição crescem juntas, porém em um determinado momento a renda passa a crescer e a poluição a cair, assim formando gráfico semelhante a um U invertido<sup>16</sup>. Eles afirmam que, em um cenário de maior comércio, a poluição aumenta até atingir um ponto máximo da função renda vs. poluição.

Uma maneira de compreender como o EKC pode ter relação direta com o *Pollution haven hypothesis*, uma vez que a curva descendente da poluição de um país desenvolvido pode ser compreendida pelo fenômeno da fuga das empresas poluidoras para um país pobre em busca de regulações menos rígidas.

Os estudos apontam, portanto, para o fato de o desenvolvimento econômico e aumento da renda terem impacto direto nas emissões de gases, e segundo Ansuategi e Escapa (2002) mesmo com a paralisação completa de emissões, os efeitos ambientais provocados por ela não são revertidos imediatamente, o que causará perda de renda futuramente.

Nesse sentido, há pesquisas em que se têm buscado formas de identificar quais países estão emitindo maior nível de poluição. Para isso, diversos trabalhos têm utilizado como medidas o PIB e PIB *per capita*, o que lhes permite fazer medições proporcionais. O estudo de Costantini e Crespi (2008), por exemplo, sugere a possibilidade de analisar os maiores e os menores poluidores e a evolução de seus níveis de poluição baseando-se nos valores de kg CO<sub>2</sub> por unidade de PIB.

Verifica-se no trabalho de Gürlük (2009) que uma medição semelhante foi realizada usando como variáveis o PIB *per capita*, o BOD (*Biological Oxygen Demand*) e o MHDI, que é um índice de desenvolvimento humano modificado. Esse trabalho indica que o mar Mediterrâneo está sofrendo com a poluição maciça das indústrias tanto dos países desenvolvidos quanto dos países subdesenvolvidos: de um lado a Europa com sua economia desenvolvida e suas rígidas regras ambientais e do outro, os países africanos nos quais não há legislação efetiva sobre a poluição industrial, apenas

---

<sup>16</sup> A relação de U invertido é conhecida como EKC (*Environmental Kuznets Curve*) (Ansuategi e Escapa, 2002; Baek *et al.*, 2009)

recomendações. Contudo, os testes feitos com base no PIB *per capita*, no BOD e no MHDI indicam que os países mais desenvolvidos poluem mais.

O uso do PIB *per capita* nos trabalhos de Gürlük (2009) e de Costantini e Crespi (2008) possibilita uma forma de medição comprovadamente correta e útil para poder medir o nível de gases emitidos pelos demais países.

Infelizmente, as legislações ambientais não são unificadas, o que dificulta a cooperação dos países poluentes, essa última seria mais eficiente se não existissem as pressões e o lobby com o objetivo de abrandar as regras. A criação de leis sem as pressões mencionadas e a sua unificação permitiria identificar o real nível de poluição e aplicar as devidas medidas corretivas.

### **3.3. As inovações tecnológicas geram maior produtividade e menor degradação ambiental**

Como já foi mencionado neste estudo e em muitos outros, as inovações tecnológicas contribuem para maior produtividade das empresas e menor degradação.

A baixa média de investimento em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) em relação ao PIB em alguns países – que fica em torno de 2%, sendo que os Estados Unidos atingem 2,7% e a Alemanha 2,5% o que atrasa as descobertas de tecnologias que poupam energia. Caso houvesse cooperação internacional, a redução do custo decorrente do investimento e compartilhamento energético poderia chegar a 65% (Kemfert, 2005).

Alguns fatores podem contribuir para incentivar pesquisas na área energética<sup>17</sup>, verifica-se que os seguintes elementos são importantes para inovação tecnológica:

- ✓ mudanças climáticas;
- ✓ políticas voltadas para as questões climáticas.

---

<sup>17</sup> As pesquisas na área energética são fundamentais para diminuição das emissões de gases GHG, pois, muitos os setores da economia utilizam essa energia.

Portanto, os setores mais prejudicados pelas mudanças climáticas ou que sejam diretamente afetados por essas novas políticas tendem a investir mais em P&D a fim de diminuir os gastos. O aumento dos investimentos em fontes energéticas renováveis as torna economicamente mais viáveis e menos poluentes para meio ambiente.

Um exemplo de como as inovações de tecnologia têm contribuído com esta questão pode ser demonstrado através da observação do que ocorreu na China nas últimas décadas. Este país tem recebido um grande fluxo de empresas com atividades extremamente poluidoras. Porém, a implantação de tecnologias que aumentam a eficiência de produção com baixo consumo energético contribuiu para que a produção chinesa crescesse dez vezes entre 1970 e 1995, e, embora as emissões de CO<sub>2</sub> tenham caído consideravelmente, ainda permanecem maiores do que as dos Estados Unidos, o que sugere que as emissões podem diminuir ainda mais (Miozzo *et al.*, 2005).

Segundo Miozzo *et al.* (2005), os ganhos de produtividade decorrentes de inovações tecnológicas<sup>18</sup> têm ajudado as economias juntamente com a escala de produção, ganhos financeiros e maior competitividade, diminuindo as barreiras nacionais.

Os ganhos de produtividade e escala devem ser perseguidos por meio do uso de tecnologias menos poluentes ao meio ambiente. Pizer e Popp (2008) apontam a importância das repercussões de novas tecnologias e confirmam achados, anteriormente citados, de que a elasticidade entre inovação e abatimento da poluição é positiva e significativa. A elasticidade entre inovação e políticas ambientais é positiva em 0,15 e com relação ao preço da energia é positiva em 0,35.

Em relação ao preço da energia que como verificado tem uma elasticidade muito significativa é argumentado por muitos autores<sup>19</sup> sua importância, assunto que será visto adiante.

As ponderações anteriores levam à suposição de que tecnologias menos poluentes, quando desenvolvidas de forma consistente ao longo do tempo, permitem o

---

<sup>18</sup> Essas inovações tecnológicas variam conforme o tipo de empresa. Para o setor farmacêutico a principal origem de tecnologia é P&D (Miozzo *et al.*, 2005); para a agricultura, a origem é de fornecedores de matérias-primas e máquinas (Pande, 2006).

<sup>19</sup> Autores como Popp (2001); Fischer e Newell (2008) e Coria (2009) entre outros citam a importância do preço da energia no seu consumo.

uso racional de recursos, mantendo a eficiência sem necessariamente afetar o crescimento econômico (Bretschger, 2005).

## **4. Difusão de tecnologia, benefícios e produtividade**

Alguns dos benefícios da tecnologia já foram apresentados. Contudo, impactos dos investimentos das multinacionais, formas de difusão da tecnologia, aquisição de conhecimento e questões como o crescimento da produtividade ainda não foram apresentados. O estudo dessas questões é fundamental para o entendimento e desenvolvimento de estratégias capazes de captar essa tecnologia com o objetivo de trazer novos avanços para empresas e países.

### **4.1. Impacto dos investimentos de multinacionais estrangeiras**

Os investimentos de multinacionais estrangeiras que se instalam em novas regiões ou países trazem muitos benefícios, como maior competitividade, difusão de tecnologia e alterações significativas nas áreas em que se instalam.

Segundo Rotmans (2001), citado por Genus e Coles (2008), o Estado pode influenciar, mas não controlar inteiramente a transição<sup>20</sup> de tecnologia, e as empresas estrangeiras são um importante agente nessa transição.

De acordo com Miozzo *et al.* (2005), os governos podem fechar suas economias e mantê-las ao seu modo. Contudo, a literatura tem diversos casos em que se pode mostrar a existência de um caminho inevitável para todos os países, que é a adoção da alta tecnologia.

Existem inúmeros países no mundo que têm pensamentos antagônicos acerca da presença de IDE. Porém, existem evidências de que a presença de IDE de multinacionais não gera malefícios ao país hospedeiro. Atualmente, diversos países procuram criar condições para atrair investimentos estrangeiros por meio da instalação de multinacionais, até mesmo patrocinando parte dos investimentos estrangeiros.

---

<sup>20</sup> Essa transição tecnológica se refere à direção dada às novas tecnologias, essa transição pode ser direcionada conforme será visto neste trabalho, ou ter uma ausência de direção, assim como mencionado no tópico 2.1, em que diversos elementos interferem na mesma.

Depois de alguns anos, as economias de muitos desses países demonstram resultados favoráveis (Blalock e Gertler, 2008).

Existem indícios de que o IDE proveniente de multinacionais gera maiores lucros em razão de sua maior produção e menores preços. Isso acontece porque a sua cadeia de fornecimento muitas vezes contém mais de um fornecedor para cada tipo de bem intermediário ou final, o que promove uma competição para gerar produtos melhores com o menor custo (Blalock e Gertler, 2008).

A diminuição nos preços também acontece por meio da melhora no método de produção. Com maior qualidade e produtividade se tem maior capacidade de competir com outros fornecedores, oferecendo assim um produto de maior qualidade e menor preço.

Com essa diminuição nos preços dos bens intermediários devido à competição entre a cadeia de fornecimento, e em razão da competição da multinacional com outras empresas fabricantes desse mesmo bem final, o preço de venda cai, forçando as multinacionais a produzirem mais para obterem maiores lucros.

Por meio dos investimentos das multinacionais ocorre uma gradual difusão de tecnologia à medida que as multinacionais estrangeiras começam a produzir em países hospedeiros e contratam as empresas locais para prestação de serviços.

Além do importante papel que as multinacionais desempenham na difusão de tecnologias, elas também contribuem para mudanças profundas em outros atores como empresas locais, universidades, centros de investigação, associação de profissionais (Padilla-Pérez, 2008) etc., afetando, portanto, de maneira significativa o país hospedeiro.

As estratégias das multinacionais dependem de fatores políticos e capacidade tecnológica, entre outros. Alguns destes já foram apresentados, contudo, ainda nesse trabalho essas questões serão discutidas, o importante no momento é saber que muitos países têm conseguido superar esses obstáculos.

Com isso as multinacionais que desenvolvem suas atividades tecnológicas em um ou dois países representam 46%; em 1980 eram 73%. Já o percentual das que desenvolvem suas atividades tecnológicas em três a cinco países saltou de 23%, em

1980, para 45% em 2000. E, finalmente, mais de 8,5% das empresas desenvolvem suas tecnologias em mais de 10 países diferentes; em 1980 eram 3,2% (Quintás *et al.*, 2008).

## 4.2. Formas de difusão de conhecimento e tecnologias

Muitos autores indicam a relação de comércio como aquela em que os parceiros comerciais trocam mais do que mercadorias, trocam conhecimento (Gumbau-Albert e Maudos, 2009). A entrada de empresas em mercados internacionais é uma forma de troca de conhecimento, conhecimento que as empresas utilizam para customização de seus produtos nestes mercados (Quintás *et al.*, 2008). Outra forma de troca de conhecimento é por meio da cadeia de fornecimento que também interfere na qualidade dos bens produzidos e com ela é possível absorver novas tecnologias oriundas de outros países, com as importações.

Os equipamentos importados podem ser bens intermediários utilizados na construção de bens finais por empresas locais, que por sua vez estão tendo acesso a um componente melhor do que o local.

Seguindo essa linha de raciocínio, a difusão de tecnologia, segundo Gumbau-Albert e Maudos (2009), aponta que parcerias onde exista comércio, ou seja, troca de mercadorias, que podem ser bens intermediários ou finais, implicam em troca de conhecimento. Portanto trocas de conhecimento com países mais desenvolvidos podem trazer maiores benefícios e melhores tecnologias.

Existem algumas maneiras de transferência de tecnologia, segundo Padilla-Pérez (2008). São elas:

- ✓ por meio de bens de capital<sup>21</sup> e serviços tecnológicos, que provêm maior capacidade de produção e importação das empresas/indústrias;
- ✓ manutenção/obtenção de habilidades que são adquiridas através de treinamento e instruções.

---

<sup>21</sup> Bens de capital são aqueles usados no processo produtivo, tais como máquinas e equipamentos.

Outra forma de difusão de tecnologia e conhecimento é por meio de doações que as grandes empresas fazem para os centros de pesquisa e universidades. A associação com empresas regionais por meio da aquisição de bens intermediários também contribui para a difusão de conhecimento através de exigências técnicas. Assim os profissionais de empresas multinacionais, quando saem delas, podem trabalhar em empresas locais, universidades e centros de pesquisa ajudando, dessa forma, a difundir conhecimento.

Talvez por meio desse conhecimento de profissionais e parceiros locais seja possível explicar a afirmação de Madsen (2007) de que o desenvolvimento de patentes por subsidiárias de empresas estrangeiras no mercado local é um meio de difusão de tecnologia e conhecimento.

Considerando o fato de que as trocas de mercadorias com países geram repercussões positivas no que diz respeito à tecnologia, espera-se que a mesma atividade entre regiões de um país possa promover efeito similar. Porém, para isso, o fluxo de comércio tem de ser grande e a distância em quilômetros deve ser pequena, para que a troca tenha efeitos e repercussões positivas sobre os parceiros.

Kemfert (2005) enfoca a importância do fluxo de comércio, da internacionalização das empresas e do IDE feito por multinacionais em países como a China, que apesar de sua industrialização continua sendo um grande poluidor. A autora indica que a exportação de tecnologias verdes para os países receptores desses investimentos podem ajudar a difundir e, de certa forma, obriga-os a investir nessas tecnologias devido ao conhecimento adquirido no desenvolvimento e implantação do projeto e na manutenção dessas operações.

Outro tipo de impacto que deve ser verificado é conhecido como transferências de tecnologia horizontais ou verticais. A vertical é a transferência de tecnologia em que o fluxo pode ter a direção partindo do comprador de um bem intermediário para um fornecedor, nesse caso existe transferência de tecnologia da multinacional compradora para o fornecedor, ou apresentar direção inversa, do fornecedor para o comprador (Blalock e Gertler, 2008). A transferência horizontal ocorre por meio da contratação de funcionários de concorrentes e ou imitação de novas tecnologias usadas por empresas concorrentes.

Percebe-se que, geralmente, após as empresas se instalarem no país e difundirem conhecimento, aparecem as primeiras imitações de seus produtos, processo que é natural e de grande importância para as receptoras dos investimentos.

Outra forma de difusão de conhecimento são os treinamentos realizados em países mais desenvolvidos tecnologicamente, como é o caso de estudantes que vão a outros países adquirir novos conhecimentos.

Essa forma de difusão tem sido negligenciada por outros pesquisadores, mas se mostra relevante segundo estudo de Papageorgiou *et al.* (2007), no que diz respeito, por exemplo, a melhores práticas que normalmente estão vinculadas à manipulação de novos equipamentos e medicamentos, pois a absorção desse conhecimento associada à utilização de equipamentos médicos tem reduzido as taxas de mortalidade.

Papageorgiou *et al.* (2007) também reforça a importância das redes de conhecimento criadas por esses estudantes e a direção desse fluxo de conhecimento, que tem o intuito de melhorar continuamente os processos de P&D. Portanto, um país que adquire máquinas e equipamentos, ou mesmo bens intermediários de outros parceiros com desenvolvimento tecnológico superior, conseguem acumular conhecimento fazendo uso do peso de suas importações. Dessa forma, o Total Fator de Produtividade (TFP) aumenta (Madsen, 2007).

Apesar do consenso sobre a aquisição de conhecimento por meio de importação e da existência da difusão de tecnologia através de IDE de empresas estrangeiras, alguns autores como Blalock e Gertler (2008) ainda divergem sobre quais são as formas de difusão existentes quando as empresas se instalam nos países. Segundo Blalock e Gertler (2008), a forma de difusão é vertical, em que os fornecedores transferem tecnologia para sua cadeia de suprimentos ou a cadeia de suprimentos transfere tecnologia aos fornecedores.

Finalmente, para se conseguir a máxima difusão de tecnologia e um rápido crescimento, países como a China têm apoiado o processo de *joint venture* com o objetivo de aumentar a transferência de tecnologia. A China é atualmente um dos maiores receptores de IDE<sup>22</sup> do mundo, com cerca de 304.821 projetos, entre 1979-

---

<sup>22</sup> Apenas a título de comparação são citados o volume de IDE, em bilhões de dólares, recebidos no ano de 2008 pelos países mencionados nesse trabalho: Quênia 0,10; Bangladesh 0,97; África do Sul 9,64;

1997, dos quais 183.015 foram *joint ventures* com parceiros locais (Che e Facchini, 2009).

Como já mencionado anteriormente<sup>23</sup>, ter um parceiro local em um país desconhecido para a multinacional estrangeira é vantajoso, pois essa usa os conhecimentos do parceiro para direcionar seus negócios da melhor maneira (Che e Facchini, 2009).

Almeida e Fernandes (2008) defendem a transferência de tecnologia e afirmam que ela se torna maior quando há uma *joint venture* entre sócios locais e estrangeiros em que estes são minoritários. Essa estratégia é adotada em decorrência da possibilidade de transferência de tecnologia velha e ultrapassada se os majoritários forem estrangeiros, com o objetivo único de defender suas tecnologias contra as fracas leis de proteção do país receptor desses investimentos.

### **4.3. Padrão de inovação em empresas**

O padrão de inovação é determinado pelas áreas de atuação das empresas e mercados consumidores. Existe um consenso entre os estudiosos, de que a competição entre empresas permite maior inovação. Alguns pesquisadores, como Costantini e Crespi (2008), relacionam as exportações com as patentes para justificar que dessa forma se consegue inovação e sucesso; Brunnermeier e Cohen (2003) apresentam a competição externa como justificativa para a inovação; Koellinger (2008) afirma que as empresas que inovam crescem mais do que as que não inovam.

Fraga *et al.* (2008) de maneira similar aponta que empresas que possuem maior tendência a inovar são as que exportam. Elas inovam até 3,1% mais que as outras. Aquelas que importam bens intermediários inovam até 6,4% mais que as que usam bens intermediários locais. Empresas que têm sócios estrangeiros minoritários inovam até 4,5% mais do que as puramente domésticas, e na contramão da inovação, corroborando a ideia exposta anteriormente sobre a estratégia chinesa de *joint ventures*, são

---

Alemanha 21,25; Índia 41,17; Brasil 45,06; Canadá 45,36; China 147,79 e EUA 319,74. Fonte de dados: World Bank (WDI).

<sup>23</sup> Assunto abordado inicialmente no tópico 2.4.

encontrados dados que mostram que empresas totalmente estrangeiras inovam 5,9% a menos do que as empresas domésticas.

Os autores Fraga *et al.* (2008) acreditam que a inovação não depende somente de investimento em P&D e que a inovação nos serviços não depende necessariamente de criação de um novo produto. Segundo os autores, o fator chave no processo de inovação é a cooperação, ou seja, a inovação tem sido um esforço coletivo.

#### **4.4. Tecnologia e impactos econômicos**

Existem pesquisas que claramente relacionam as novas tecnologias a importantes impactos econômicos, como o aumento da renda e a maior produtividade.

É citado por Padilla-Pérez (2008) que as empresas investem em regiões que têm maior potencial de troca. Regiões menos desenvolvidas têm maiores dificuldades de absorver conhecimento e, conseqüentemente, de obter o desenvolvimento. As operações das multinacionais em localidades pobres são menores e, normalmente, os canais de difusão dos conhecimentos são reduzidos. Além disso, como não oferecem estrutura e qualificação profissional adequadas, as formas de difusão horizontal e vertical são diminuídas, inclusive pela ausência de competidores e de uma cadeia de suprimentos qualificada.

Como o desenvolvimento econômico tem relação com imitação, adaptação e posterior inovação tecnológica, regiões sem estruturas de centros de pesquisa e universidades não conseguem absorver os conhecimentos resultantes do investimento de empresas multinacionais na sua economia (Henry *et al.*, 2009).

No processo de desenvolvimento econômico e geração de riquezas deve ser considerado que o fator tecnologia desempenha um papel importante. Países ou regiões sem estrutura propícia para desenvolvimento tecnológico não conseguem usufruir das questões vinculadas a ganhos de produtividade e crescimento. Pode-se verificar no trabalho de Niosi (2008) que um país que anteriormente tinha um grande PIB apenas com atividades agrícolas, uma indústria pouco produtiva e que não avançou em questões de produtividade tem seu PIB estagnado, o que pode ser explicado pelo fato de

sua produção ser baseada em produtos agrícolas de baixo valor agregado, além de fatores protecionistas, baixo número de setores e de produção de variedades. Porém, outros países industrializaram-se e passaram a produzir produtos de alto valor agregado, fortalecendo suas economias. Um exemplo são os tigres asiáticos, países do sudeste asiático, que mesmo sendo imitadores de tecnologia – o que é apenas um passo intermediário para inovação, obtiveram desenvolvimento econômico significativo ao abrirem suas economias, atraíram investimentos externos, tornando suas empresas competitivas (Niosi, 2008).

**Seguindo essas informações apresentadas sobre desenvolvimento econômico, perceber-se que ele é dependente de inúmeros outros fatores que já foram apresentados durante este trabalho. Nesse sentido considera-se como hipótese um a demonstração se os resultados encontrados por Tang *et al.* (2008) sobre volatilidade econômica, os de Henry *et al.* (2009) sobre bens de capital e as informações de Di Maria e Stryszowski (2009) sobre perda de profissionais para outros países se relacionam; cabe mencionar que esses fatores têm relação direta com a implantação de novas tecnologias conforme preconizado pela teoria.**

Os países mencionados neste trabalho são usados no teste de hipótese como base de comparação, para assegurar a fidelidade dos testes de volatilidade econômica, esses são calculados utilizando a mesma metodologia de Tang *et al.* (2008) exceto pela quantidade de anos da amostra, como complemento são usados os dados mencionados por Di Maria e Stryszowski (2009) e Henry *et al.* (2009).

#### **4.5. Definição de padrões de desenvolvimento tecnológico**

No decorrer deste trabalho é mencionado que a difusão de tecnologia é importante, pois contribui para o desenvolvimento econômico de inúmeras formas. Porém, para entender como este processo de desenvolvimento tecnológico pode melhorar ainda mais, deve-se observar com atenção de que maneira os padrões de tecnologia evoluíram. A título de exemplo, é verificado o caso específico da telefonia.

Anteriormente à década de 1970 não existia um padrão mundial de telecomunicações. Cada país tinha suas operadoras, que trabalhavam em sistema de monopólio e não era possível estabelecer comunicação com outras regiões do mundo devido à interconexão dessas redes de telefonia fixa também conhecida como *wireline*.

Durante esse mesmo período algumas operadoras começaram a comprar equipamentos de fornecedores distintos e houve um esforço para padronização de desenvolvimento a fim de não causar danos às redes das operadoras (Funk, 2009).

Com um padrão<sup>24</sup> de telefonia *wireline* estabelecido, ocorreu uma cooperação entre duas empresas concorrentes, Ericsson e Nokia, que, em conjunto com os governos de seus países, difundiram esse novo padrão para a Europa.

Portanto, após a definição de um padrão por instituições especializadas passou a permitir a concorrência entre empresas fornecedoras e proporcionou a comunicação entre pessoas sem restrições oriundas de tecnologias distintas.

Com a cooperação entre nações e empresas – que teve início na Escandinávia, difundiu-se no restante da Europa e, mais tarde, nos Estados Unidos e demais países do mundo, passou a existir um padrão tecnológico que permite desenvolvimento mais rápido em consequência da união de esforços financeiros voltados apenas para uma direção.

Após a definição de padrões para redes *wireline* ocorreram definições para o padrão de telefonia móvel também conhecido como *wireless*. Contudo, alguns padrões não evoluíram, como o é o caso do padrão de internet móvel *Wireless Automation Protocol* (WAP), o qual não avançou pois não existiu consenso entre os fabricantes (Funk, 2009).

Após a definição de padrão tecnológico para telefonia, os fornecedores passam a trabalhar neste padrão, em que um avanço de um componente faz com que muitos outros avancem.

Essa característica fica evidente quando se observam os telefones celulares, em que várias empresas disputam a preferência de ávidos consumidores por novidades.

---

<sup>24</sup> Padrões de telefonia foram estabelecidos com ajuda de instituições como ITU, ETSI FCC.

Segundo Windrum *et al.* (2009), o valor e o preço do produto estão vinculados à questão tecnológica. Um aparelho celular pode ser considerado um conjunto de tecnologias sobrepostas com o objetivo de atender uma determinada necessidade.

Os aparelhos atualmente têm sofrido modificações constantes e com extrema velocidade. As necessidades de seus consumidores mudam e, em consequência disso, as melhorias em todos os aparelhos disparam rapidamente.

Observa-se que um aumento no tamanho da tela do aparelho tem impacto negativo sobre a bateria, o que movimenta novas pesquisas e desenvolvimento sobre este bem intermediário para atender a necessidade de exibição de vídeos, por exemplo. Portanto, a necessidade de exibição de vídeo tem impacto direto sobre a bateria, a câmera, além das memórias necessárias para armazenamento dos vídeos (Windrum *et al.*, 2009).

E todo esse esforço para aperfeiçoamento dessa tecnologia é contínuo e envolve grande parte da cadeia de suprimento e várias das empresas envolvidas nesse segmento, desde os fornecedores de serviços até as empresas fabricantes do aparelho.

Foram apresentados como a definição de padrões e os avanços na área de telefonia são dependentes da união de agentes; nesse caso, empresas e governos para definição dos padrões de telefonia e usuários e empresas para os avanços em novas tecnologias nos aparelhos celulares.

#### **4.6. Efeito do TFP nas indústrias e economias**

O efeito do Total Fator de Produtividade (TFP), anteriormente denominado de resíduo tecnológico de Solow, é motivo de estudo há muitos anos. Desde Solow (1956), o TFP tem sido a maior explicação do crescimento econômico; estudado em muitos países, parece explicar 50% do crescimento das economias (Niosi, 2008).

Com o processo de difusão de tecnologia e aquisição de novas máquinas e equipamentos existem repercussões no TFP, e este por sua vez afeta as indústrias e as economias. Essas repercussões podem ser o aumento do TFP decorrente de processos de

importação de bens intermediários ou finais e de máquinas e equipamentos de países industrializados. Assim, um país pode, por meio de suas empresas, acumular estoque de conhecimento em P&D e bens de capital através do peso de suas importações, o que ajuda a melhorar a qualidade, o preço e a variedade dos bens produzidos (Madsen, 2007; López-Pueyo *et al.*, 2009).

Há informações claras indicando que as taxas de aumento do TFP seguem muito próximas das taxas de mudança tecnológica, sendo que as de TFP só diminuem quando notadamente existem recessões ou quedas consistentes na produção industrial (Kumbhakar *et al.*, 2000).

Verifica-se que o TFP é diretamente relacionado com P&D e importação de máquinas e equipamentos, assim como outros bens, e que este, como já foi dito, auxilia na qualidade, preço e variedade dos bens produzidos. Portanto, um país que possua altas taxas de adoção de tecnologia e, conseqüentemente, alto TFP consegue maior controle sobre a volatilidade econômica. Países mais desenvolvidos possuem notadamente um desvio padrão menor no seu PIB do que os menos desenvolvidos (Tang *et al.*, 2008).

Deve-se também considerar outro tipo de volatilidade: a que se relaciona a choques de tecnologia nas empresas com alta e com baixa tecnologia. Acredita-se que as empresas de alta tecnologia são mais propensas a ter volatilidade tecnológica. Isso significa que quando ocorre um choque tecnológico positivo as empresas de alta tecnologia o adotam, e quando ocorre um choque tecnológico negativo as empresas de alta tecnologia não regridem. E uma afirmação pode ser feita baseando-se no estudo de Krüger (2008): as empresas que produzem bens duráveis e de alta tecnologia são muito semelhantes no aspecto da volatilidade tecnológica e por isso são mais importantes na direção do resultado total de fabricação, devido ao fato de adotarem novas tecnologias e não regredir, o que permite obter avanços na produção e estabilidade econômica.

#### **4.7. Alguns benefícios do desenvolvimento tecnológico para a sociedade**

A tecnologia pode implicar em problemas para alguns países, como desemprego de profissionais sem qualificação, transformação de conhecimentos anteriormente úteis

em obsoletos, emissão de gases de efeito estufa decorrentes da utilização de matrizes energéticas de origem fóssil, entre outros.

Porém, a tecnologia gera também vários benefícios. Como exemplos podem ser citadas as descobertas feitas por Pizer e Popp (2008), os quais consideram que o desenvolvimento de novas tecnologias é benéfico para as empresas e ainda mais benéfico para a sociedade. Eles afirmam que o desenvolvimento e os benefícios seriam ainda maiores se houvesse crescimento no fomento e nos incentivos por parte dos governos.

Os benefícios são vários, desde a diminuição de horas trabalhadas, o conforto obtido em viagens a lugares distantes feitas de maneira rápida e eficiente até o acesso a informações com o desenvolvimento de sistemas de comunicação móveis (Day, 2008).

As mudanças tecnológicas geram novas oportunidades que são estendidas para muitas pessoas. Verifica-se, por exemplo, que essas mudanças contribuíram para que as mulheres entrassem no mercado de trabalho, que era predominantemente ocupado por homens por necessidade de força física. (Day, 2008).

Com acesso à tecnologia as pessoas passam a executar mais atividades intelectuais e transferir as atividades repetitivas e que necessitam de força física para as máquinas (Day, 2008). Ela também está mudando nossa relação com a saúde e aumentando a expectativa de vida (Papageorgiou *et al.*, 2007).

Como já citado, a importação de tecnologia e medicamentos de países com alta taxa de desenvolvimento em conjunto com o maior acesso a novas técnicas têm ajudado a aumentar a qualidade e a expectativa de vida. De acordo com Papageorgiou *et al.* (2007), a expectativa de vida entre o período de 1950-2000 cresceu consideravelmente. Pode-se verificar que o aumento tem ocorrido quase de forma homogênea em todo o mundo.

Quadro 4. Expectativa de vida na América Latina, África Subsaariana, Leste Asiático e Sul Asiático

Região	Taxa de aumento na expectativa de vida / década
América Latina	3,7 anos
África Subsaariana	3,4 anos
Sul asiático	4,5 anos
Leste asiático	6 anos

Fonte: Adaptação de Papageorgiou *et al.* (2007).

Inversamente aos salários, que cada vez mais revelam o aumento das desigualdades, a tecnologia tem contribuído com a evolução da medicina, e essa melhora é demonstrada no quadro 4 com as taxas de crescimento da expectativa de vida por década. Esses benefícios podem ser maiores com maior acesso à tecnologia e medicamentos, porém apenas atingem os países subdesenvolvidos e emergentes pelo fato de terem doenças em comum com a população de países desenvolvidos.

O quadro 5, a seguir, apresenta dados complementares, que proporcionam uma dimensão comparativa entre os países citados na pesquisa e entre a idade de expectativa de vida do ano de 2007 e as taxas de crescimento dessa expectativa apresentadas no quadro 4.

Quadro 5. Expectativa de vida em alguns países desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos (2007)

	<u>Países desenvolvidos</u>			<u>Países emergentes</u>			<u>Países subdesenvolvidos</u>		
	Alemanha	EUA	Canadá	Brasil	China	Índia	Bangladesh	África do Sul	Quênia
Feminina	82,4	80,7	83,05	76,03	74,76	66,39	67	52	55,17
Masculina	77,1	75,4	78,2	68,71	71,32	63,18	64,96	49	53,01
Total	79,69	77,9	80,57	72,68	73	64,75	65,96	50,46	54,06

Fonte de dados: World Bank (WDI).

## **5. Impacto das políticas governamentais**

Vários pesquisadores<sup>25</sup> propõem que ações governamentais, por meio de suas políticas, fiscalização e incentivos, promovem um direcionamento no desenvolvimento tecnológico. Esse conjunto de ações possibilita emitir menor poluição, oferecer maior proteção aos direitos de propriedades e às patentes, combate à corrupção, incentiva o crescimento econômico aliado à baixa degradação ambiental.

### **5.1. Políticas de incentivo a tecnologias verdes**

Segundo Fischer e Newell (2008), as políticas de incentivo a tecnologias verdes de sucesso são as que focam os consumidores e os produtores de energias renováveis. Esses estímulos são dirigidos por fatores como preço, de acordo com Coria (2009); e Pizer e Popp (2008) confirmam que o preço da energia é, de fato, um forte indutor a tecnologias menos poluentes.

Deve-se saber que o uso da energia por seus consumidores será induzido por fatores econômicos, ou seja, eles irão consumir o que for mais fácil, cômodo e barato. Então, uma estratégia interessante é tentar gradualmente eliminar ou diminuir o uso dos combustíveis mais danosos ao meio ambiente como o carvão (Fischer e Newell, 2008).

Diversos países usam estratégias diferentes para tentar mitigar os impactos ambientais e promover as tecnologias verdes, como:

- ✓ estipular preços de emissão dos combustíveis fósseis;
- ✓ taxar preços dos combustíveis fósseis;
- ✓ comprar permissão para emissão de poluentes;
- ✓ subsidiar energias renováveis;
- ✓ incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de determinados tipos de energias.

---

<sup>25</sup> (Niosi, 2008; Funk, 2009; Ansuategi e Escapa, 2002; Pizer e Popp, 2008; Newell *et al.*, 1998; Schilling e Esmundo, 2009; Brunnermeier e Cohen, 2003).

Cada uma das estratégias apresentadas tem objetivos distintos. A seguir, análise de algumas:

- ✓ Estipulação de preços de emissão de CO<sub>2</sub>.

A taxação de preços sobre um determinado tipo de combustível estimula a diminuição do seu consumo e incentiva o consumo de outros, menos danosos, gerando posteriormente um efeito de *crowding out*.

- ✓ Subsídios para energias renováveis.

Causa aumento do preço recebido por concessionárias de geração e distribuição de energias renováveis e fabricantes vinculados a essas energias, roubando, dessa forma, recursos de investimento em energias fósseis.

- ✓ Incentivos para pesquisa e desenvolvimento de determinados tipos de energias.

Visa aumentar a pesquisa em energia renovável de forma indireta.

Todas essas medidas devem seguir regras rígidas, estabelecidas por órgãos reguladores, pois os investimentos em energias renováveis variam conforme o mercado.

Os processos de desenvolvimento tecnológico, como o *learning by doing* têm uma parcela de significância no direcionamento da emissão e ganho de eficiência, porém, sozinhos, não têm força suficiente e seus efeitos são reduzidos. Mesmo em conjunto com os subsídios para P&D não conseguem promover o melhor ajuste entre energias e meio ambiente.

Contudo, supõe-se que o *learning by doing* em conjunto com os subsídios em P&D e com a estipulação de preço de emissão de CO<sub>2</sub> permitem uma significativa redução de emissões (Fischer e Newell, 2008).

O preço da energia também induz o melhoramento contínuo dos produtos que dela fazem uso. O aumento no preço dos combustíveis está associado não somente à variação de nível de emprego e de emissão de poluentes, mas também ao nível de aperfeiçoamento no uso da energia por fabricantes (Newell *et al.*, 1998). Com um aumento no preço da energia, os fornecedores têm a oportunidade de ofertar os produtos com consumo de energia mais eficiente. Os choques nos preços dos combustíveis que são utilizados na produção de energia causam o aumento no preço dos produtos de

fornecedores que usam determinada energia. Mas, com isso, os produtos estão evoluindo, tornando-se mais eficientes e, conseqüentemente, mais atraentes para os consumidores.

As regulações governamentais têm um papel importantíssimo nesse processo. Por exemplo, uma lei de 1975, nos Estados Unidos, obriga que as empresas informem qual o nível de consumo energético do produto à venda com um selo. Este tipo de regulação gera um incentivo para que os fornecedores desenvolvam produtos com consumo cada vez menor (Newell *et al.*, 1998, p. 16).

Popp (2001) considera os mesmos fatores como importantes na direção de uma matriz mais limpa, mostrando que os preços da energia são os principais indutores seguidos por adoção de inovação. Essa ideia é corroborada pela afirmação de Löschel (2002), que mostra que a taxa e a direção da inovação dependem do preço.

O estudo de Coria (2009) constatou que a indução à mudança de consumo de combustíveis com alto nível de emissão para outro com menor nível de emissão foi graças à política ambiental e, principalmente, ao fator preço.

É constatado que a forte fiscalização dos governos, aliada a preços atrativos, propicia a troca de uma matriz muito suja para outra mais limpa e que setores menos fiscalizados tendem a ter uma menor parcela de adoção de novas tecnologias (Coria, 2009).

Podem-se citar como potenciais entraves, os setores da economia que se opõem ao novo combustível por questões de preço, a escassez no abastecimento ou mesmo em razão da fraca fiscalização do governo (Coria, 2009). Uma boa estratégia é se concentrar nos maiores consumidores que são menos numerosos e posteriormente passar a intensificar a fiscalização nos níveis imediatamente inferiores.

Popp (2004) menciona claramente que a indução a novas tecnologias verdes não ocorrem devido ao aquecimento global e sim à economia de custos, o que novamente reforça o preço como principal direcionador da indução a novas fontes de energia. Se houvesse baixo preço para energias limpas isso poderia ajudar, roubando recursos financeiros, anteriormente direcionados para fontes energéticas sujas passariam a ser conduzidos para as matrizes mais limpas.

Por meio de dados empíricos, Brunnermeier e Cohen (2003) reforçam o argumento de que o governo tem um papel importante com suas regulações e, principalmente com o intensivo monitoramento, consegue aumentar as preocupações com relação às questões ambientais das empresas, em especial, as grandes – o que pode ser relacionado com a estratégia proposta por Coria (2009).

Seguindo a mesma linha, Pizer e Popp (2008) vão além e afirmam que o governo deve incentivar a adoção de tecnologias verdes e para isso deve investir em proteção às patentes e aos subsídios. Um exemplo disso é o fomento financeiro dado pelo governo dos Estados Unidos para combater o subinvestimento, que pode ser solucionado por meio de outros canais como universidades com parcerias em pesquisas.

As ações do governo para adoção de tecnologia e desenvolvimento econômico de maneira sustentável deve se basear na indução por preço, no fomento à adoção de tecnologias verdes, no desenvolvimento de novas patentes ambientais, na regulação e monitoramento do setor.

## **5.2. Cooperação, incentivos e direcionamento governamentais**

Notadamente, o desenvolvimento da economia de um país depende da capacidade de seu povo de, inicialmente, absorver, imitar e, finalmente, inovar. Menciona-se que a parceria entre empresas e universidades na pesquisa deve ser incentivada pelos governos, porém as pesquisas devem ser direcionadas para o interesse comum do país.

Niosi (2008) demonstra como os governos são capazes de ajudar as economias a superar seus obstáculos. Através da adoção de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) ou mesmo de um Sistema Regional de Inovação (SRI) que, por exemplo, incluam na criação de SNI as universidades, os laboratórios de pesquisa e as empresas que geram inovações. Essas ações deveriam estar associadas com subsídios à educação de trabalhadores, especialmente em áreas onde exista escassez de mão de obra (Di Maria e Stryszowski, 2009).

As evidências apontam a cooperação empresarial e governamental como elementos importantes para o aperfeiçoamento de tecnologias e para a difusão de conhecimento. Alguns autores afirmam que se houvesse maior cooperação entre os governos seria mais fácil combater problemas comuns. Como exemplo cita-se Gürlük (2009), que indica os esforços da União Europeia para combate à poluição do mar Mediterrâneo, e Kemfert (2005), que expõe os benefícios de compartilhamento e parcerias em pesquisas energéticas.

No parágrafo anterior são citados exemplos de possíveis cooperações no combate à degradação ambiental, contudo a união pode ser estendida a outros segmentos; O exemplo mencionado a seguir se trata de um regime já estabelecido: o caso da tecnologia da telefonia, que também evoluiu usando como base um mesmo regime de desenvolvimento – nesse caso específico com a cooperação entre governos e empresas.

Esse tipo de cooperação é muito importante, no entanto, caso ela não ocorra o governo pode apertar as leis. O que segundo Kemfert (2005) pode ser prejudicial à economia e às empresas, a autora mostra que a adoção de tecnologia e o desenvolvimento de novas tecnologias com foco em um menor consumo energético pode ser mais barato do que medidas impostas pelo governo de forma a restringir a poluição. Popp (2004) também afirma que políticas muito restritivas trazem benefícios no início, mas a longo prazo são muito prejudiciais à economia.

Como foi demonstrado, a combinação de ações governamentais, como diminuição de preço, subsídios, entre outros, gera incentivos para consumo de determinados tipos de combustível, os quais podem ser determinantes para a preservação do meio ambiente e o crescimento econômico. Ansuategi e Escapa (2002) mostram a importância dos governos como agentes prudentes na criação de políticas ambientais que permitam a transferência de benefícios ambientais e econômicos para as gerações futuras, pois, segundo eles, governos imprudentes não criam condições para diminuição da degradação ambiental o que em longo prazo afeta o crescimento econômico e diminui a renda.

Schot e Geels (2007) afirmam que um regime de desenvolvimento tecnológico é composto também de preferência de atores como governos, empresas e usuários. Markard e Truffer (2008) têm uma definição similar, que sugere que um regime é um

estreitamento de regulação materializada por meio de processos tecnológicos e práticas de engenharia.

Considerando as definições acima, é possível reforçar o poder dos governos no direcionamento de novas tecnologias, por meio do qual se pode alcançar um avanço em áreas de interesse nacional e possibilitar uma recombinação de conhecimentos que, segundo Kaplan e Tripsas (2008), é uma importante fonte de novos avanços.

A ação dos governos, em diferentes áreas, é defendida por todos os pesquisadores supracitados, o que demonstra a sua importância e força como agente de cooperação incentivo e de direcionamento.

### **5.3. Características governamentais que podem colaborar ou dificultar os investimentos**

Existem trabalhos que têm relacionado fatores acessórios, como corrupção, falta dos direitos de propriedade, má qualidade das instituições e instabilidade política com as barreiras que impedem os investimentos e o crescimento econômico (Niosi, 2008). Entre eles pode-se citar outros pesquisadores mencionados no trabalho de Niosi (2008) como Acemoglu (2003), que acredita que é preciso eliminar a corrupção para que haja crescimento econômico, Waguespack *et al.* (2005), o qual faz menção à necessidade da democracia e da estabilidade política, e Gyimah-Brempong *et al.* (2006), que afirma que o crescimento só se dá por meio de reforços nas instituições educacionais, em função do impacto positivo que tem o capital humano.

A qualidade das instituições públicas de um país contribui para o fortalecimento da economia, uma vez que instituições fortes permitem oferecer maior segurança ao investimento estrangeiro, atraindo novas empresas e gerando dessa forma mais empregos. Essas instituições públicas são as que defendem, por exemplo, as patentes, acredita-se que investimentos na estrutura de tribunais possam ajudar a reforçar a qualidade das instituições e suas leis (Eicher e García-Peñalosa, 2008).

Seguindo essa mesma linha de pensamento, Almeida e Fernandes (2008) em relação ao direito de propriedade, indicam que países com menor desenvolvimento

costumam receber menos IDE do que os desenvolvidos, devido ao risco de expropriação.

A qualidade das instituições também é determinante para a decisão de investimentos; a China como um dos maiores receptores de IDE do mundo, tem atraído inúmeras empresas que entram no país, contudo, os ingressos desses investimentos são feitos por meio de *joint venture* buscando dessa forma proteção de suas patentes e investimentos. Após a criação dessas *joint ventures* o compartilhamento das decisões de poder e questões financeiras com seus novos parceiros locais são determinantes para o sucesso dessa medida defensiva (Che e Facchini, 2009).

Um exemplo de como a ameaça aos direitos de propriedade e a fragilidade das instituições geram problemas pode ser verificado no caso do Brasil, onde as propriedades rurais são expropriadas com relativa facilidade em razão de uma constituição antiga e com falhas, criando um ambiente de alto risco para investimentos.

É demonstrado por Niosi (2008) que a existência de corrupção também dificulta os investimentos. Países com corrupção atrasam seu desenvolvimento; entretanto, o que poderia explicar o fato de países como Brasil, China e Índia – onde há corrupção – terem altas taxas de crescimento é o fato de possuírem corrupção organizada que é constituída e coordenada pelos governantes. Isso porque a corrupção organizada permite conseguir medir a intensidade do suborno. No entanto, não existem evidências claras dessa ligação, apenas fortes indícios. Mas pode-se afirmar com certeza que a má qualidade dos governos tem significativa relação positiva com a corrupção que, por sua vez, tem significativa relação negativa com o desenvolvimento econômico (Blackburn e Forgues-Puccio, 2009).

## **6. Desenvolvimento econômico e nível de profissionalização de empresas e trabalhadores**

A adoção de tecnologias por meio da importação de máquinas e equipamentos e a pesquisa e desenvolvimento ocorrem, como foi apresentado anteriormente, com a participação ativa de governos e empresas multinacionais.

Com a superação dos desafios vinculados a essa adoção, os trabalhadores e empresas estarão aptos a buscar maior profissionalização, atingindo maior qualidade, produtividade, variedade de produção e competitividade.

### **6.1. Qualificação e empregabilidade**

Existe consenso entre os pesquisadores de que o nível de estudo está diretamente ligado ao nível salarial e, conseqüentemente, à produtividade e capacidade de entendimento e adaptação às tecnologias. Como esse nível de estudo não é uniforme entre as nações, ocorre a criação de polos de produção. Miozzo *et al.* (2005) fala da existência de uma nova distribuição internacional de trabalho, em que as empresas de regiões onde os pólos estão localizados adotam alta tecnologia e aumentam o número de profissionais com alta qualificação.

Com a nova distribuição internacional do trabalho é comum as empresas desenvolverem produtos em localidades distintas, ou mesmo, recorrerem a uma terceirização. Feenstra e Hanson (1996) citados por Chongvilaivan *et al.* (2009), acreditam que o salário dos qualificados está relacionado entre 15% e 33% com a terceirização internacional, indicando que outros autores encontraram suporte a essa teoria com dados da Alemanha, entre outros países.

Os profissionais muito qualificados, como já dito, são melhor remunerados em consequência da sua alta qualificação em tecnologia, que eleva a produtividade das empresas. O aumento da produtividade e a capacidade de produzir variedades diminuem os preços, fazem as vendas crescerem e geram maior busca por profissionais qualificados (Stadler e Wapler, 2003).

O aumento de produtividade dos mais qualificados tem como efeito causar desincentivo nos menos qualificados, que acabam não se qualificando devido ao aumento das desigualdades salariais (Crifo, 2008).

Crifo (2008) também afirma que as tecnologias não são as responsáveis diretas pelo baixo salário dos não qualificados, estes são, na realidade, afetados por rápidas mudanças no ambiente de trabalho que alteram de forma drástica o modo de trabalho e, como não possuem uma alta capacidade de absorção para assimilar as mudanças, como os altamente qualificados, as tecnologias corroem seus conhecimentos, o que implica em maior desemprego.

Países com profissionais altamente qualificados promovem mais desenvolvimento e pesquisas e por isso suas fábricas são equipadas com máquinas de última geração capazes de produzir mais e com maior qualidade empregando menos funcionários. Assim transferem as fábricas emissoras de CO<sub>2</sub> e atividades que necessitam de grande número de profissionais com baixa qualificação para países distantes, escapando das regulações ambientais locais e economizando recursos financeiros com esse processo de terceirização (Miozzo *et al.*, 2005).

**Considerando que as máquinas modernas promovem maior produtividade, cabe realizar o teste da hipótese dois, para verificar a relação entre produtividade com os bens de capital, e empregos na área rural. Verificar se são encontrados dados que permitam reforçar os resultados da pesquisa de Pande (2006) de que bens de capital permitem maior dar agilidade à produção agrícola.**

## **6.2. Absorção de novas tecnologias por empresas e trabalhadores**

A adoção de novas tecnologias tem diversos impactos tanto para trabalhadores quanto para empresas, tais como o processo de absorção dessas novas tecnologias que são dependentes da capacitação da força de trabalho da empresa, ganhos de competitividade e mercado, a possibilidade de promoção de cargos ou mesmo demissão de trabalhadores.

A capacidade de absorção dos profissionais e das empresas, a abertura e o incentivo que os governos promovem também são importantes para esse desenvolvimento tecnológico e econômico.

Existem canais de aquisição de novas tecnologias indicados em muitos trabalhos, como no de Almeida e Fernandes (2008), que apresentam o percentual de representatividade desses canais no quadro 6 a seguir.

Quadro 6. Canais de aquisição de novas tecnologias

Canal	Percentual
União com universidades e instituições públicas	4%
Esforços conjuntos com fornecedores e clientes	15%
Tecnologia embutida em maquinário novo	81%

Fonte: Adaptação de Almeida e Fernandes (2008).

Esses canais demonstrados no quadro 6 são muito importantes, mas dependem de outros fatores. De acordo com Henry *et al.* (2009), o nível de qualificação dos profissionais de países como Quênia e África do Sul, pertencentes à África Subsaariana, não contribuem para a absorção e imitação das tecnologias embutidas nos bens de capital importados, que, conforme o quadro 6 representa 81% dos canais de aquisição.

No trabalho de Jenkins (2008) é apresentado um panorama da economia da África do Sul. Nesse trabalho é mencionada a baixa qualificação dos profissionais sul-africanos. Bartel e Sicherman (1998) e Almeida e Fernandes (2008) reforçam essa informação, afirmando que os menos educados têm dificuldades para absorver novas tecnologias.

Ainda no trabalho de Jenkins (2008) é apresentado que, após a abertura da economia, houve uma grande perda de empregos no país, o que pode ser explicado, entre outros fatores, pela baixa capacidade de competição das empresas locais decorrente da baixa qualificação em tecnologia dos trabalhadores.

Outras regiões, como na América Latina (que inclui o Brasil), têm taxas de qualificação maiores, o que ajuda na absorção de conhecimentos e novas tecnologias. Neste sentido, destacam-se os investimentos em P&D na Ásia, onde estão localizados alguns dos países usados nessa pesquisa por terem melhor qualificação e serem conhecidamente imitadores e adaptadores de tecnologias.

Entretanto há fatores responsáveis pela diminuição dos canais de absorção, como a ação de maus governantes, o que reflete no enfraquecimento das instituições e induz a riscos de expropriação e o afastamento do IDE. Essa afirmação é cabível quando se refere à direção que os governos dão às economias, contudo quando é analisada a direção das empresas verifica-se que outras situações podem ser lembradas.

Liu (2008) cita que quando uma empresa absorve uma nova tecnologia, os seus gestores tendem a gastar mais tempo na sua implantação do que nos processos atualmente estabelecidos, o que causa uma perda momentânea na produtividade, a qual é posteriormente recuperada. No caso das empresas existe a possibilidade de posterior recuperação, já no caso anterior, sobre as más políticas só podem ser solucionadas com novas políticas governamentais.

A aquisição de conhecimento tecnológico é tida como o canal pelo qual os trabalhadores podem ser promovidos nas empresas, porém os que não conseguem absorver os conhecimentos são substituídos, pois as empresas vão optar pela alternativa menos onerosa. Se for mais barato demitir um funcionário para contratar um novo, isso será feito; caso contrário, esses profissionais serão treinados.

Essa troca de profissionais, também conhecida como rotatividade ou *turnover* profissional é explorada em Bauer e Bender (2004) onde são demonstrados outros fatores como indicadores de *turnover*, como por exemplo, o fato das empresas que adotam tecnologia e mudanças organizacionais passarem a substituir profissionais antigos por novos e mais qualificados. Essa ideia é reforçada quando se considera que profissionais mais qualificados são mais capazes de executar grande número de atividades diferentes e de ter custo de treinamento mais baixo.

A empregabilidade é baseada em qualificação, quanto maior a qualificação maior a chance de emprego e melhores salários. O achatamento de estruturas

hierárquicas decorrente de mudanças organizacionais nas empresas também é baseado em qualificações, mas as transferências hierárquicas para níveis inferiores não são.

A absorção de novas tecnologias e conhecimentos pelos trabalhadores e pelas empresas como demonstrado é de fundamental importância para a competitividade, a empregabilidade, entre inúmeras outras ações que dela são dependentes.

### **6.3. Relação entre patentes e desenvolvimento econômico**

Há várias evidências de que patentes estão relacionadas ao desenvolvimento econômico de países e regiões. É dito nos tópicos deste trabalho sobre como cada descoberta causa desenvolvimento econômico, cria impacto e repercussões positivas para as economias.

Essas evidências que relacionam patentes com desenvolvimento econômico podem ser verificadas em Mulas-Granados e Sanz (2008). Eles concluíram que as convergências de tecnologias que são transformadas em patentes geram maior renda regional.

Estudos têm mostrado as patentes como um canal pelo qual o desenvolvimento econômico ocorre, porém esse desenvolvimento só é possível se existirem fatores que permitam sua ocorrência.

Este trabalho mostra que fatores que estimulam o desenvolvimento econômico estão ligados a políticas governamentais adequadas, fortes instituições, incentivos à aquisição de qualificação profissional, aliados a fortes investimentos externos<sup>26</sup>.

As patentes fazem parte de um caminho que pode ser definido da seguinte forma: a alta qualificação de profissionais de uma região cria condições para que as empresas se instalem nela; e, com isso as patentes são desenvolvidas e, conseqüentemente, aumenta a renda *per capita* (Mulas-Granados e Sanz, 2008).

A alta qualificação dos profissionais é inúmeras vezes citada como um dos principais elementos necessários para o desenvolvimento de patentes, assim como a

---

<sup>26</sup> Vide tópicos 5.2; 5.3; 6.1; 6.2.

P&D. Regiões com essas características têm alto nível de desenvolvimento de patentes (Gumbau-Albert e Maudos, 2009).

Contudo, passos intermediários podem ser dados: só existe alta qualificação se houver incentivos do governo; só existem empresas para desenvolver patentes se os direitos de propriedade forem assegurados.

Segundo Madsen (2007), as patentes são ótimos indicadores da capacidade de inovação de um país. De acordo com Almeida e Fernandes (2008) as patentes são a maior evidência de adoção de tecnologia, elas também podem ser consideradas como uma forma de difusão de conhecimento quando são desenvolvidas no país hospedeiro dessas multinacionais estrangeiras.

Além dos evidentes benefícios para a sociedade oriundos das patentes, Popp (2005) menciona que deveria existir uma relação em que as novas patentes pudessem fazer referência às anteriores. Dessa forma, é possível verificar e rastrear as patentes de troca de conhecimento. O autor também chama atenção para o fato de elas gerarem mais benefícios para a sociedade do que para as empresas e afirma ainda que políticas regulatórias podem incentivar o desenvolvimento de patentes ambientais.

Essa última hipótese também pode ser encontrada em Brunnermeier e Cohen (2003), segundo os quais também há indícios de que o aumento de patentes ligadas ao meio ambiente tem um efeito significativo e positivo na diminuição da poluição.

Popp (2004), nesse sentido, menciona as patentes energéticas como fontes geradoras de benefícios da ordem de 4:1, sugerindo que a média de investimento de 2 milhões de dólares por patente energética pode retornar em até 8 milhões em economia de energia. Os maiores impactos dessas patentes ocorrem, em média nos primeiros 3 anos (Popp, 2001).

Dessa forma, é verificada que as patentes são um importante elo do processo de desenvolvimento econômico, inclusive o sustentável, especialmente quando existem as condições necessárias, sendo as patentes muitas vezes usadas por diversos pesquisadores como medida de desenvolvimento econômico.

#### **6.4. Relações entre abertura do comércio global, a competitividade das empresas e empregabilidade dos trabalhadores**

A profissionalização das empresas e trabalhadores é um dos caminhos para o desenvolvimento econômico, a qual ocorre quando existem meios de qualificação e aquisição de conhecimentos e tecnologias. Esse processo é incentivado por meio da competição<sup>27</sup> entre empresas que ocorrem quando o comércio é global.

Já foram apresentadas inúmeras barreiras à adoção de tecnologia, e em um sistema de competição global, para sobreviver, deve-se estar com processos de produção sempre atualizados isso implica muitas vezes em alto nível de aquisição de inovações. E com isso as empresas que conseguem superar os desafios de implantação de tecnologia conseguem novos mercados e geram uma necessidade por trabalhadores de alta qualificação.

Esse processo implica, portanto, na geração de empregos para os mais qualificados e desemprego para os menos qualificados.

Segundo Moore e Ranjan (2005) os salários têm relação direta com o preço de vendas das mercadorias desenvolvidas pela empresa e economias que entram em um sistema de liberalização tendem a ter seus salários em equilíbrio com os demais no mundo.

Com a competição, a inovação é constante, o que ajuda a intensificar as desigualdades salariais: quanto mais alta a tecnologia maior será o salário dos profissionais vinculados a ela. Assim, a taxa de emprego e desemprego decorrente desse processo irá variar conforme a parcela de qualificados e não qualificados (Moore e Ranjan, 2005).

É mencionado por Henry *et al.* (2009) que com a eliminação ou redução do *Non-Tariff Barriers* (NTBs) – barreiras tarifárias no comércio entre países –, evita-se a fuga de capitais do setor produtivo, o que ajuda na criação de um ambiente mais propício à competição e à importação de bens intermediários e finais, e que pode ajudar as

---

<sup>27</sup> A competição empresarial é defendida por autores como (Pizer e Popp, 2008; Henry et al., 2009; Bottasso e Conti, 2009; Brunnermeier e Cohen, 2003; Lommerud et al., 2006; Blalock e Gertler, 2008; Funk, 2009).

empresas locais a terem mais acesso a mercados e tecnologia para competir e as estrangeiras, que também poderão vender seus produtos dentro do mercado local. Lommerud *et al.* (2006) indicam que um país que possui pequeno mercado consumidor e que terá uma concorrência local com entrada de novas empresas internacionais, pode se sair bem se houver um mercado externo pelo menos duas vezes maior que o interno, assim pode compensar essas perdas no mercado local.

Com essa maior competição, as empresas buscam adquirir competências para melhorar seus produtos e serviços de maneira rápida, e muitas vezes recorrem à terceirização.

Argumenta-se que existe uma exportação de empresas poluidoras de países mais desenvolvidos para os menos desenvolvidos. Um processo que pode contribuir para que isso ocorra é o que se dá com a liberalização do comércio: esta gera um aumento na renda de países desenvolvidos, o que conforme visto no tópico 3.2, gera, por sua vez, demanda por regras ambientais mais rígidas e, assim, suas empresas, visando manter a competitividade, dispararam uma terceirização da produção de produtos e serviços poluidores. Existem pesquisas que, por exemplo, relacionam a liberalização do comércio ao aumento de SO<sub>2</sub> emitido pela China, porém indicam que os poluentes Cod, Arsênio e Cádmio, relacionados à poluição dos rios, vão diminuir (Shen, 2008).

A liberalização do comércio tem relação indireta de U invertido com o aumento da corrupção. Em razão do aumento do número de empresas e comércio, existe um incentivo para uma postura oportunista em relação à corrupção, que é normalizada após algum tempo e alguma pressão internacional. Essa relação de U invertido só é observada em países com renda *per capita* inferior a 28.000 dólares/ano (Baksi *et al.*, 2009).

## **6.5. Melhora da competitividade empresarial por meio da terceirização**

A liberalização do comércio e a maior competição criam a necessidade de constantes inovações, desenvolvimento, velocidade de produção, alta qualidade e preço. Com isso, a terceirização tem se tornado parte de um processo que permite a aquisição

de bens intermediários melhores e de menor custo. Assim, o processo de terceirização torna-se cada vez mais frequente, além de ser uma forma de as empresas se especializarem em suas atividades principais.

A aquisição de bens de outros parceiros possibilita às empresas obter vantagens competitivas em duas frentes: a primeira, na aquisição de bens de qualidade superior e menor preço, desenvolvidos com tecnologia superior à sua, devido ao processo contínuo de aperfeiçoamento por meio da pesquisa e do *learning by doing*, e a segunda, na possibilidade de se concentrarem apenas no seu negócio, onde tem vantagens competitivas (Ciarli *et al.*, 2008). Outros autores concordam com o fato de que a terceirização fortalece o produto por meio do processo de aquisição de bens ou serviços em que as empresas têm menor competência<sup>28</sup> (Chongvilaivan *et al.*, 2009).

Acredita-se também que o processo de terceirização não é totalmente baseado em qualificação dos profissionais. Os processos de terceirização de serviços e de *downstream materials*<sup>29</sup> permitem que a empresa centre seus esforços em processos intermediários como *design, software* de controle do produto e afins, ou seja, no processo de *upstream materials*<sup>30</sup>.

Como dito anteriormente, a terceirização tem como objetivo o ganho de competitividade por meio de melhores métodos de produção, assim é possível afirmar que o processo de terceirização de *downstream materials* é baseado na qualidade dessa tecnologia representada por melhores métodos de produção e profissionais, contudo *upstream materials* não é, por se tratar de ponto central do produto das empresas também chamado de *core*. Assim as empresas que terceirizam outras atividades que não a *core* podem se concentrar em suas atividades principais, gerando uma procura maior por profissionais qualificados para processos de *upstream materials*.

---

<sup>28</sup> Essa competência pode ser entendida como a qualificação e a tecnologia necessária para construção desses bens que estão sendo adquiridos.

<sup>29</sup> *Downstream materials* refere-se ao processo de produção em si de um bem final, linha de produção de fábrica.

<sup>30</sup> *Upstream materials* refere-se aos processos intermediários que envolvem design, confecção de software, entre outros.

## **Parte IV – Seleção dos dados, discussão e resultados**

### **7. Modelo e metodologia**

Os dados necessários para esta pesquisa estão contidos em indicadores recentes, já que seu objetivo é avaliar alguns impactos da tecnologia sobre as economias. Não foram possíveis extrações de amostras muito grandes de dados, pois muitas tecnologias existentes atualmente não existiam há duas ou três décadas atrás, o que dificultou uma amostragem maior. Portanto, muitas vezes os testes se basearam em amostras pequenas de 20 a 50 elementos.

A coleta de dados para realização desse trabalho teve como partida a seleção das bases de dados do World Bank (WDI), OECD, UNComtrade, NBER *Manufacturing Productivity Database* e NSF *National Science Foundation*.

Dentre essas, a WDI, *world development indicators*, do World Bank foi escolhida por conter mais de 800 índices de indicativos de desenvolvimento. Alguns dados faltantes e necessários para os testes das hipóteses foram extraídos da base de dados da OECD e de outras bases de dados como NBER, NSF e UNComtrade utilizadas por serem institutos independentes e dedicados a maior compreensão da economia, ciência e comércio internacional todas com mais de 40 anos de existência

Todas estas bases de dados foram utilizadas, pois, houve uma ausência significativa de dados em muitos dos países pesquisados, especialmente nos países mais pobres. Portanto, as hipóteses 2 e 3 apenas utilizam dados da Alemanha e dos EUA.

Todavia, felizmente, após longa procura, conseguiu-se extrair dados que ajudaram a provar ou a fortalecer evidências necessárias para o teste das hipóteses.

Utilizaram-se regressões lineares simples e múltiplas na tentativa de estabelecer relação entre os dados, para validar essas regressões, os testes *Durbin-Watson* e *White* juntamente com análise de resíduos foram utilizados para avaliar a existência de estacionariedade dos dados, autocorrelação, heterocedasticidade e multicolinearidade.

## **8. Resultados e discussão**

Este tópico tem como objetivo demonstrar os testes realizados com três hipóteses que surgiram durante este trabalho.

### **8.1. Apresentação de alguns impactos da adoção tecnológica no desenvolvimento e na estabilidade econômica**

Durante esse estudo é verificada a importância de diversas características positivas e negativas que interferem na recepção dos investimentos externos. Algumas delas são: corrupção e expropriação que são causadas por ações de maus governos o que impede a entrada de companhias estrangeiras que normalmente difundem e desenvolvem novas tecnologias e conhecimentos.

Com isso a capacidade de absorção de tecnologia embutida nos equipamentos importados é diminuída.

É citada por autores como Tang *et al.* (2008) e Henry *et al.* (2009) a importância da tecnologia no desenvolvimento das economias. Acemoglu (2003) citado por Niosi (2008) e Tang *et al.* (2008), menciona a corrupção como fator que impede a adoção de tecnologias, além disso Tang *et al.* (2008) afirma que a volatilidade econômica tem origem em economias com baixa capacidade de inovação, sendo esta perdida quando profissionais qualificados abandonam o país de origem e vão para outros países em busca de melhores oportunidades (Di Maria e Stryzowski, 2009)

Portanto, com o objetivo de replicar o teste feito por Tang *et al.* (2008) em que as economias mais fracas tem maior desvios padrões em seu PIB decorrente de volatilidades econômicas, e com auxílio das afirmações de Henry *et al.* (2009) sobre a importância dos bens de capital e P&D para a economias e de que o sucesso de uma país está na extensão do uso da tecnologia adquirida, o que é reforçado com a afirmação de Di Maria e Stryzowski (2009) sobre a perda de profissionais qualificados.

No quadro 7 é apresentado um painel de dados que permite visualizar esses efeitos citados por esses pesquisadores nos países utilizados nessa pesquisa.

Os dados utilizados tiveram origem do World Bank (WDI), UNComtrade, e OECD.

### **8.1.1. Apresentação do painel de dados**

São apresentadas 6 linhas que contém informações diferentes, todas embasadas no estudo de pesquisadores que realizaram testes semelhantes, ou apresentam essas informações como relevantes em seus estudos. As 3 primeiras linhas contém dados referentes ao mesmo período de 15 anos entre 1992-2006, respectivamente de volatilidade, importação de bens de capital e pesquisa e desenvolvimento.

A média de crescimento do PIB e seus desvios padrões são apresentados no trabalho de Tang *et al.* (2008), como medida de volatilidade econômica.

Enquanto a média de crescimento da importação de máquinas e equipamentos é apresentada por Tang *et al.* (2008) e Henry *et al.* (2009) como um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento econômico. Almeida e Fernandes (2008) corroboram estas informações e defendem que essas importações são a principal fonte de aquisição de tecnologia, contudo, a sua transferência está associada com o nível de absorção destas.

Associado com essa importação o quadro 7 também exhibe dados referentes ao investimento em P&D, que é apresentado como um fator que permite a imitação, adaptação e criação de novas tecnologias baseadas naquelas absorvidas através da importação de máquinas e equipamentos.

Contudo, existe a necessidade de estrutura para um país receber esses investimentos, segundo alguns pesquisadores o risco de expropriação é tido como um elemento estrutural importante, então esse é um dos elementos utilizados no quadro 7.

No trabalho de Henry *et al.* (2009) são utilizados dados de capital humano esses dados foram utilizados a partir da pesquisa de outros pesquisadores. Devido a

inexistência desses dados, o quadro 7 é completado com informações sobre escolaridade, similar à usada no trabalho de Henry *et al.* (2009), juntamente com esses dados é adicionado um complemento de informação que é feito baseado na afirmação de Di Maria e Stryzowski (2009) sobre importância da qualificação da mão de obra e sua perda para outros países.

Quadro 7. Painel de dados com alguns indicadores de desenvolvimento econômico

Países / Tipos de energia	Países desenvolvidos			Países emergentes			Países subdesenvolvidos		
	Alemanha	EUA	Canadá	Brasil	China	Índia	África do Sul	Bangladesh	Quênia
Média de crescimento do PIB	1,47 (1,17)	3,17 (1,07)	3,15 (1,38)	2,80 (1,99)	10,32 (2,11)	6,56 (1,95)	2,94 (1,94)	5,23 (0,71)	2,80 (2,20)
Média de crescimento da importação de máquinas e equipamentos	7,10 (11,03)	9,17 (6,25)	8,02 (6,26)	13,36 (18,82)	18,54 (12,53)	16,55 (14,34)	-	13,94 (13,36)	-
Investimento em P&D	3,09 (3,30)	5,22 (4,71)	7,47 (6,78)	-	-	-	-	-	-
Risco de expropriação	9.80	10.00	9.73	7.91	6.34	8.27	8.15	5.14	6.05
Força de trabalho com 3º grau de estudo	24%	60%	46%	9%	-	-	13%	-	-
Emigração de força de trabalho com 3º grau	6%	0%	5%	2%	4%	4%	4%	4%	39%

Notas: Máquinas e equipamentos calculados a partir da UNComtrade, média e desvio padrão do PIB, força de trabalho com 3º grau de estudo e emigração de força de trabalho com 3º grau são obtido a partir de dados do World Bank (WDI), pesquisa e desenvolvimento calculado a partir de dados da OECD, risco de expropriação adaptado de Tang *et al.* (2008) sendo 0, maior risco e 10, menor risco.

### 8.1.2. Discussão sobre adoção de algumas tecnologias para as economias

A análise dos resultados será apresentada por indicador, a partir dos dados apresentados no quadro 7.

A primeira linha do quadro 7 apresenta o primeiro indicador, da mesma forma como é apresentado em Tang *et al.* (2008). Destaca-se o vigoroso crescimento chinês e a baixa volatilidade econômica de Bangladesh.

É afirmado por Tang *et al.* (2008), que a importação de máquinas e equipamentos é um importante agente contra a volatilidade econômica. Como destacado anteriormente a volatilidade de Bangladesh é muito baixa, contudo, a importação de máquinas e equipamentos é uma das mais altas em comparação com as apresentadas no quadro 7, o que pode ajudar a explicar a baixa volatilidade econômica.

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento infelizmente não contêm os dados para todos os países conforme já mencionado. Portanto, são apresentados apenas os dados de Alemanha, EUA e Canadá, destacando que o último tem investido mais nesse indicador.

Risco de expropriação no caso dos EUA é o mais baixo, na escala da *International country risk guide* (ICRG), utilizada por Tang *et al.* (2008), e adaptada nesse trabalho. Este indicador é apresentado para os países dessa pesquisa no quadro 7 sendo que Bangladesh tem o maior risco de expropriação, que como já foi visto causa perda de investimentos estrangeiros, conforme afirmação de inúmeros autores.

Em relação a força de trabalho com terceiro grau de estudo, são apresentados 2 extremos destaca-se EUA e Quênia, no primeiro 60% dos trabalhadores tem terceiro grau completo e a taxa de emigração dessa mão de obra para outros países é zero. No último a informação sobre força de trabalho não está disponível, em contrapartida a perda de mão de obra qualificada é de 39%. Essas informações sobre força de trabalho e emigração são muito importantes segundo estudo de Di Maria e Stryzowski (2009).

Com essas informações é possível confirmar que as pesquisas feitas pelos autores Tang *et al.* (2008), Henry *et al.* (2009), Di Maria e Stryzowski (2009) entre outros são aplicáveis e podem ser verificados nos países do quadro 7.

## 8.2. Impacto tecnológico na produção de grãos na Alemanha

Os testes realizados a seguir utilizam dados da Alemanha, nos anexos é possível verificar os dados extraídos do World Bank (WDI).

Conforme defendido por inúmeros autores a tecnologia provê maior produtividade em razão da sua precisão e velocidade, normalmente representada por máquinas e equipamentos, essas evidências são observadas também na agricultura segundo Pande (2006). Os dados apresentados a seguir têm como objetivo medir o impacto da tecnologia na agricultura alemã, a tecnologia nesse caso é representada por máquinas agrícolas (tratores) e as importações de matérias-primas. Nesse sentido é apresentada a descrição das variáveis independentes utilizadas no quadro 8.

A variação do número de tratores, variação do número de empregos na agricultura e a variação de materiais-primas importadas denominados respectivamente  $V_{trat}$ ,  $V_{nemp}$  e  $V_{matpim}$ .

Quadro 8. Descrição das variáveis.

Variáveis independentes	Média	Desvio padrão	Variância
$V_{trat}$	884,45	144,51	20882,40
$V_{nemp}$	1,24	0,61	0,37
$V_{matpim}$	2,79	1,65	2,71

Fonte: Resultados pesquisados, baseados nos dados do World Bank (WDI).

É defendido por Pande (2006), que a tecnologia mecanizada aplicada na agricultura traz maior produtividade e maiores lucros.

As regressões lineares e múltipla no quadro 9 demonstram a relação de tratores, importações de matérias primas e impacto no número de empregos na agricultura como variáveis explicativas do aumento da produção de grãos na Alemanha.

Quadro 9. Regressão linear e múltipla, produção de grãos da Alemanha

Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)
Vtrat	-0.0226 **			
Vnemp		-4.4826**		
Vmatpim			-1.6280**	
Vtrat				- 0.0182**
Vmatpim				-1.0808**
Durbin-Watson stat	2.0306	2.0171	2.0033	1.9047
F-stat	9.5816**	9.6961**	4.799**	8.9642**
R <sup>2</sup>	0.1894	0.1912	0.1047	0.3094
Número de obs.	43	43	43	43

Fonte: Resultados pesquisados, baseados nos dados do World Bank (WDI).

Nota: 1. Produção de grãos é a variável dependente.

2. As significâncias são \*\* para 1% e \* para 5%.

3. Desvio padrão entre parênteses.

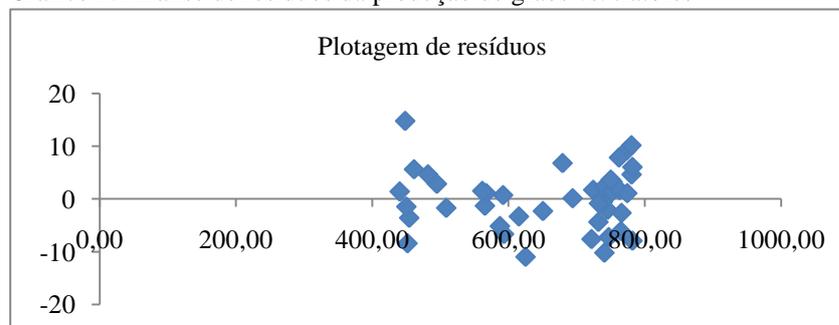
### 8.2.1. Testes

Os testes realizados para o quadro 9 foram análise de resíduos e teste *White* para verificação de heterocedasticidade, Durbin-Watson para autocorrelação e uma avaliação para detecção de multicolinearidade.

O teste de heterocedasticidade é realizado com auxílio de gráficos para análises do padrão da distribuição dos resíduos.

A seguir o gráfico 1 dos resíduos da regressão da produção de grãos vs. número de tratores.

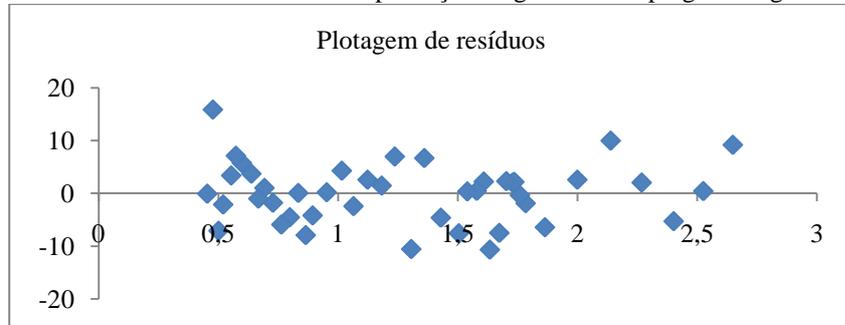
Gráfico 1. Análise de resíduos da produção de grãos vs. tratores



Fonte: Resultados pesquisados.

A seguir o gráfico 2 que demonstra a distribuição de resíduos para produção de grãos vs. importações de matéria-prima.

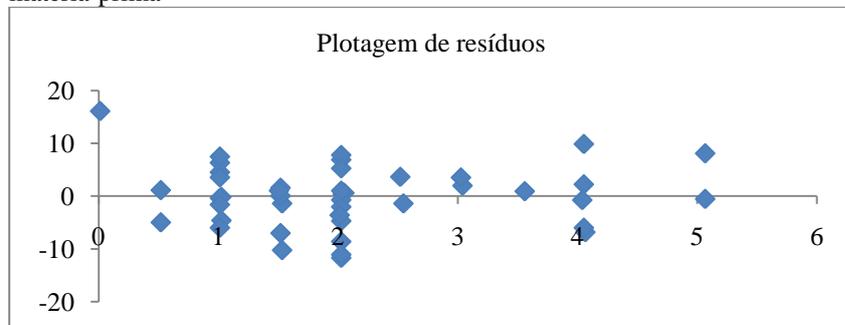
Gráfico 2. Análise de resíduos da produção de grãos vs. empregos na agricultura



Fonte: Resultados pesquisados.

Logo abaixo o gráfico 3 que demonstra a distribuição de resíduos para produção de grãos vs. empregos para agricultura.

Gráfico 3. Análise de resíduos da produção de grãos vs. importações de matéria-prima



Fonte: Resultados pesquisados.

Os gráficos se apresentam na mesma sequência apresentada pelas colunas do quadro 9, o gráfico de resíduos para regressão da coluna 4 já é apresentada pelo gráfico 1 e 3, em razão dos dados serem utilizados na regressão serem iguais.

O teste *White* para os gráficos 1, 2 e 3 apresentou respectivamente um  $R^2$  0,05; 0,02 e 0,10 sendo válido para uma significância de 10%, 5% e 1% confirmando a  $H_0$  de homocedasticidade para 2 graus de liberdade.

Conforme se pode ver nos gráficos 1, 2 e 3 que representam os resíduos das regressões do quadro 9, não se identifica nenhuma evidência de heterocedasticidade, pois os resíduos não apresentam nenhum padrão de variação.

O teste de autocorrelação é realizado com o uso da estatística Durbin-Watson, como o seu valor se encontra muito próximo de 2, significa que os erros do modelo não estão autocorrelacionados.

Os testes foram realizados com dados estacionários, onde os valores são taxas de crescimento anuais ao invés de valores agregados que poderiam caracterizar passeios aleatórios com constante positiva ou negativa que possibilitariam o surgimento de regressões espúrias e multicolinearidade.

Não existem evidências de multicolinearidade devido às regressões não apresentarem um  $R^2$  muito elevado, os dados serem estacionários, os resultados estarem próximos ao preconizado pela teoria, não existir autocorrelação entre as variáveis, o número das variáveis explicativas serem menores do que as observações e inexistência de defasagens das variáveis explicativas. Essas afirmações são reforçadas baseado no teste F, que para as colunas 1, 2 e 3 com 1 grau de liberdade no numerador e 41 no denominador e coluna 4 com 2 graus de liberdade no numerador e 40 no denominador são significantes em 1% as colunas 1,2,4 e em 5% a coluna 3.

### **8.2.2. Resultados da tecnologia na produção de grãos alemã**

Na coluna 1, do quadro 9, observa-se que existe uma significativa relação entre número de máquinas agrícolas e produção de grãos na Alemanha. A relação é de 18,94% valor aparentemente coerente com o uso de tecnologias na área agrícola que permite maior produtividade.

Na coluna 2, é verificado que existe uma relação de 19,12% do número de empregos na agricultura com a produção de grãos. Significa dizer que a produção agrícola de grãos tem uma relação significativa com o número de empregos na agricultura.

A importação de matérias-primas agrícolas tem uma relação de 10,47% com a produção agrícola, pois essas podem ser fertilizantes, sementes, entre outros.

Quando a produção de grãos é relacionada às importações de matérias-primas e às máquinas agrícolas encontra-se uma relação muito mais significativa por volta de 30,94%.

## **9. Conclusões**

Conforme apresentado neste trabalho, os impactos da tecnologia são percebidos em diversas áreas – sejam positivos ou negativos. As tecnologias são desenvolvidas de acordo com as mais variadas necessidades e, inúmeras vezes, causam danos ao meio ambiente, principalmente devido à ausência de leis ou políticas de incentivo ao desenvolvimento sustentável.

Um exemplo de desenvolvimento tecnológico danoso é aquele vinculado a fontes não renováveis, mais especificamente das geradoras de energia baseadas em carvão, ainda muito utilizadas. No entanto, com os devidos direcionamentos legais, é possível aumentar a produtividade com baixo nível de poluição, o que permitiria suprir a demanda cada vez maior de recursos energéticos, entre outros.

Um dos aspectos positivos vinculados à adoção da tecnologia são os benefícios gerados para trabalhadores que podem, por exemplo, executar atividades com menor força física. Além disso, a sociedade como um todo pode se beneficiar dos avanços tecnológicos e ter mais acesso a novos produtos, produzidos com maior qualidade e menores preços.

De qualquer maneira, ainda existem inúmeras barreiras à adoção da tecnologia. Com o objetivo de analisar os impactos positivos e negativos e relacioná-los à sua adoção, são apresentadas neste trabalho diversas características que envolvem tecnologia, qualificação profissional e riscos de investimento que têm relação direta com políticas governamentais e suas leis. Por meio da comparação dessas informações e baseado em inúmeros estudos anteriores, de diferentes autores, é possível afirmar que a tecnologia contribui de maneira significativa para o desenvolvimento e a estabilidade econômica.

Esses aspectos positivos da tecnologia também podem ser verificados em um teste realizado neste trabalho e se pode verificar a relação entre tecnologia mecanizada, representada por tratores agrícolas usados na colheita de grãos, importação de matéria-prima agrícola e o conseqüente aumento de produtividade.

Todavia, outras relações também são percebidas, como, por exemplo, os impactos no mercado de trabalho. Conforme já apresentado, esses impactos estão

diretamente relacionados com a qualificação da mão de obra e a adoção de novas tecnologias, o que, quando agregados, possibilita aumentar a competitividade de empresas e aprimorar a qualificação dos trabalhadores.

## **10. Bibliografia**

Almeida, Rita e Fernandes, Ana Margarida (2008), Openness and Technological Innovations in Developing Countries: Evidence from Firm-Level Surveys, *Journal of Development Studies* 44, pp. 701-727.

Ansuategi, Alberto e Escapa, Marta (2002), Economic growth and greenhouse gas emissions, *Ecological Economics* 40, pp. 23-37.

Araujo, Claudio; Bonjean, Catherine Araujo; Combes, Jean-Louis; Motel, Pascale Combes; Reis, Eustaquio J. (2009), Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon, *Ecological Economics* 68, pp. 2461-2468.

Baek, Jungho; Cho, Yongsung; Koo, Won W. (2009), The environmental consequences of globalization: A country-specific time-series analysis, *Ecological Economics* 68, pp. 2255-2264.

Baksi, Soham; Bose, Pinaki; Pandey, Manish (2009), The impact of liberalization on bureaucratic corruption, *Journal of Economic Behavior & Organization* 72, pp. 214-224.

Bartel, Ann P. e Sicherman, Nachum (1993), Technological Change and Retirement Decisions of Older Workers, *Journal of Labor Economics* Vol. 11, No. 1, pp. 162-183.

Bartel, Ann P. e Sicherman, Nachum (1998), Technological Change and the Skill Acquisition of Young Workers, *Journal of Labor Economics* Vol. 16, No. 4, pp. 718- 755.

Bartholomeu, Daniela Bacchi e Filho, José Vicente Caixeta (2009), Quantification of the environmental impacts of Road conditions in Brazil, *Ecological Economics* 68, pp. 1778-1786.

Bauer, Thomas K. e Bender, Stefan (2004), Technological change, organizational change, and job turnover, *Labour Economics* 11, pp. 265-291.

Blackburn, Keith e Forgues-Puccio, Gonzalo F. (2009), Why is corruption less harmful in some countries than in others?, *Journal of Economic Behavior & Organization* 72, pp. 797-810.

Blalock, Garrick e Gertler, Paul J. (2008), Welfare gains from Foreign Direct Investment through technology transfer to local suppliers, *Journal of International Economics* 74, pp. 402-421.

Bottasso, Anna e Conti, Maurizio (2009), Scale economies, technology and technical change in the water industry: Evidence from the English water only sector, *Regional Science and Urban Economics* 39, pp. 138-147.

Bretschger, Lucas (2005), Economics of technological change and the natural environment: How effective are innovations as a remedy for resource scarcity?, *Ecological Economics* 54, pp. 148-163.

Brunnermeier, Smita B. e Cohen, Mark A. (2003), Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries, *Journal of Environmental Economics and Management* 45, pp. 278-293.

Carraro, Carlo; Gerlagh, Reyer; Zwaan, Bob van der (2003), Endogenous technical change in environmental macroeconomics, *Resource and Energy Economics* 25, pp. 1-10.

Che, Jiahua e Facchini, Giovanni (2009), Cultural differences, insecure property rights and the mode of entry decision, *Econ Theory* 38, pp. 465-484.

Chongvilaivan, Aekapol; Hur, Jung; Riyanto, Yohanes E. (2009), Outsourcing Types, Relative Wages, and the Demand for skilled workers: New evidence from U.S. manufacturing, *Economic Inquiry* 47, pp. 18-33.

Ciarli, Tommaso; Leoncini, Riccardo; Montresor, Sandro; Valente, Marco (2008), Technological change and the vertical organization of industries, *J Evol Econ* 18, pp. 367-387.

Coria, Jessica (2009), Environmental policy, fuel prices and the switching to natural gas in Santiago, Chile, *Ecological Economics* 68, pp. 2877-2884.

Costantini, Valeria e Crespi, Francesco (2008), Environmental regulation and the export dynamics of energy technologies, *Ecological Economics* 66, pp. 447-460.

Crifo, Patricia (2008), Skill supply and biased technical change, *Labour Economics* 15, pp. 812-830.

Day, Richard H. (2008), The technology evolving culture: character and consequence, *J Evol Econ* 18, pp. 313-322.

Di Maria, Corrado e Stryszowski, Piotr (2009), Migration, human capital accumulation and economic development, *Journal of Development Economic* 90, pp. 306-313.

Eicher, Theo e García-Peñalosa, Cecilia (2008), Endogenous strength of intellectual property rights: Implications for economic development and growth, *European Economic Review* 52, pp. 237-258.

Fischer, Carolyn e Newell, Richard G. (2008), Environmental and technology policies for climate mitigation, *Journal of Environmental Economics and Management* 55, pp. 142-162.

Fraga, Maria; Martins, O.; Ancaes, Paulo (2008), Patterns of innovation diffusion and technological competition in Portuguese manufacturing and service industries, *International Review of Applied Economics* 22, pp. 353-372.

Funk, Jeffrey L. (2009), The co-evolution of technology and methods of standard setting: the case of the mobile, *J Evol Econ* 19, pp. 73-93.

Genus, Audley e Coles, Anne-Marie (2008), Rethinking the multi-level perspective of technological transitions, *Research Policy* 37, pp. 1436-1445.

Gürlük, Serkan (2009), Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean Region, *Ecological Economics* 68, pp. 2327-2335.

Gumbau-Albert, Mercedes e Maudos, Joaquin (2009), Patents, technological inputs and spillovers among regions, *Applied Economics* 41, pp. 1473-1486.

Henry, Michael; Kneller, Richard; Milner, Chris (2009), Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries, *European Economic Review* 53, pp. 273-254.

Heston, Alan e Kumar, Vijay (2008), Institutional Flaws and Corruption Incentives in India, *Journal of Development Studies* 44, pp. 1243-1261.

Jenkins, Rhys (2008), Trade, Technology and Employment in South Africa, *Journal of Development Studies* 44, pp. 60-79.

Joskow, Paul L. e Rose, Nancy L. (1985), The Effects of Technological Change, Experience, and Environmental Regulation on the Construction Cost of Coal-Burning Generating Units, *The RAND Journal of Economics*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-27.

Kabubo-Mariara, Jane (2009), Global warming and livestock husbandry in Kenya: Impacts and adaptations, *Ecological Economics* 68, pp. 1915-1924.

Kaplan, Sarah e Tripsas, Mary (2008), Thinking about technology: Applying a cognitive lens to technical change, *Research Policy* 37, pp. 790-805.

Kemfert, Claudia (2005), Induced technological change in a multi-regional, multi-sectoral, integrated assessment model (WIAGEM) Impact assessment of climate policy strategies, *Ecological Economics* 54, pp. 293-305.

Kissinger, Meidad e Rees, William E. (2009), Footprints on the prairies: Degradation and sustainability of Canadian agricultural land in a globalizing world, *Ecological Economics* 68, pp. 2309-2315.

Koellinger, Philipp (2008), The relationship between technology, innovation, and firm performance - Empirical evidence from e-business in Europe, *Research Policy* 37, pp. 1317-1328.

Kronenberg, Tobias (2009), The impact of demographic change on energy use and greenhouse gas emissions in Germany, *Ecological Economics* 68, pp. 2637-2645.

Krüger, Jens J. (2008), Capacity utilization and technology shocks in the US manufacturing sector, *International Review of Applied Economics* 22, pp. 287-298.

Kumbhakar, Subal C.; Nakamura, Shinichiro; Heshmati, Almas (2000), Estimation of firm-specific technological bias, technical change and total factor productivity growth: a dual approach, *Econometric Reviews* 19, pp. 493-515.

Liu, Zhiqiang (2008), Foreign direct investment and technology spillovers: Theory and evidence, *Journal of Development Economics* 85, pp. 176-193.

Lommerud, Kjell Erik; Meland, Frode; Straume, Odd Rune (2006), Globalisation and union opposition to technological change, *Journal of International Economics* 68, pp. 1-23.

López-Pueyo, Carmen; Sanaú, Jaime; Barcenilla, Sara (2009), International technological spillovers from ICT-producing manufacturing industries: a panel data analysis, *International Review of Applied Economics* 23, pp. 215-231.

Löschel, Andreas (2002), Technological change in economic models of environmental policy: a survey, *Ecological Economics* 43, pp. 105-126.

Madsen, Jakob B. (2007), Technology spillover through trade and TFP convergence: 135 years of evidence for the OECD countries, *Journal of International Economics* 72, pp. 464-480.

Markard, Jochen e Truffer, Bernhard (2008), Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework, *Research Policy* 37, pp. 596-615.

Mendola, Mariapia (2008), Migration and technological change in rural households: Complements or substitutes?, *Journal of Development Economics* 85, pp. 150-175.

Miozzo, Marcela; Dewick, Paul; Green, Ken (2005), Globalisation and the environment: the long-term effects of technology on the international division of labour and energy demand, *Futures* 37, pp. 521-546.

Moore, Mark P. e Ranjan, Priya (2005), Globalisation VS Skill-Biased Technological Change: Implications for unemployment and wage inequality, *The Economic Journal* 115, pp. 391-422.

Mulas-Granados, Carlos e Sanz, Ismael (2008), The dispersion of technology and income in Europe: Evolution and mutual relationship across regions, *Research Policy* 37, pp. 836-848.

Newell, Richard G.; Jaffe, Adam B.; Stavins, Robert N. (1998), The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change, *Quarterly Journal of Economics*, pp. 941-975.

Niosi, Jorge (2008), Technology, Development and Innovation Systems: An Introduction, *Journal of Development Studies* 44, pp. 613-621.

Papageorgiou, Chris; Savvides, Andreas; Zachariadis, Marios (2007), International medical technology diffusion, *Journal of International Economics* 72, pp. 409-427.

Padilla-Pérez, Ramón (2008), A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The electronics industry in two Mexican regions, *Research Policy* 37, pp. 849-860.

Pande, Rohini (2006), Profits and politics: Coordinating technology adoption in agriculture, *Journal of Development Economics* 81, pp. 299-315.

Pizer, William A. e Popp, David (2008), Endogenizing technological change: Matching empirical evidence to modeling needs, *Energy Economics* 30, pp. 2754-2770.

Popp, David (2004), ENTICE: endogenous technological change in the DICE model of global warming, *Journal of Environmental Economics and Management* 48, pp. 742-768.

Popp, David (2005), Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models, *Ecological Economics* 54, pp. 209-226.

Popp, David C. (2001), The effect of new technology on energy consumption, *Resource and Energy Economics* 23, pp. 215-239.

Quintás, María A.; Vázquez, Xosé H.; García, José M.; Caballero, Gloria (2008), Geographical amplitude in the international generation of technology: Present situation and business determinants, *Research Policy* 37, pp. 1371-1381.

Schilling, Melissa A. e Esmundo, Melissa (2009), Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government, *Energy Policy* 37, pp. 1767-1781.

Schot, Johan e Geels, Frank W. (2007), Niches in evolutionary theories of technical change, *J Evol Econ* 17, pp. 605-622.

Shen, Junyi (2008), Trade liberalization and environmental degradation in China, *Applied Economics* 40, pp. 997-1004.

Stadler, Manfred e Wapler, Rudiger (2003), Endogenous Skilled-biased Technological Change and Matching Unemployment, *Journal of Economics* 81, pp. 1-24.

Tang, Sam Hak Kan; Groenewold, Nicolaas; Leung, Charles Ka Yui (2008), The link between institutions, technical change and macroeconomic volatility 30, pp. 1520-1549.

Vanloqueren, Gaëtan e Baret, Philippe V. (2009), How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations, *Research Policy* 38, pp. 971-983.

Windrum, Paul; Diaz, Cecilia; Filiou, Despoina (2009), Exploring the relationship between technical and service characteristics, *J Evol Econ* 19, pp. 567-588.

## 11. Anexos

O quadro 10 contém os dados sobre o PIB dos países utilizados na hipótese 1.

Quadro 10. PIB da Alemanha, EUA, Canadá, Brasil e China

Ano / Países	Alemanha	EUA	Canadá	Brasil	China
1992	2,23%	3,34%	0,88%	-0,47%	14,2%
1993	-0,8%	2,69%	2,34%	4,67%	14%
1994	2,66%	4,06%	4,8%	5,33%	13,1%
1995	1,89%	2,54%	2,81%	4,42%	10,9%
1996	0,99%	3,75%	1,62%	2,15%	10%
1997	1,8%	4,55%	4,23%	3,37%	9,3%
1998	2,03%	4,22%	4,1%	0,04%	7,8%
1999	2,01%	4,49%	5,53%	0,25%	7,6%
2000	3,21%	3,69%	5,23%	4,31%	8,4%
2001	1,24%	0,76%	1,78%	1,31%	8,3%
2002	0	1,61%	2,92%	2,66%	9,1%
2003	-0,22%	2,52%	1,88%	1,15%	10%
2004	1,21%	3,65%	3,12%	5,72%	10,1%
2005	0,77%	2,94%	2,88%	3,16%	10,4%
2006	2,96%	2,78%	3,11%	3,97%	11,6%

Fonte de dados: World Bank (WDI).

O quadro 11 a seguir contém o restante dos dados dos demais países utilizados na hipótese 1.

Quadro 11. PIB da Índia, África do Sul, Bangladesh e Quênia

Ano / Países	Índia	África do Sul	Bangladesh	Quênia
1992	5,48%	-2,14%	5,04%	-0,8%
1993	4,77%	1,23%	4,57%	0,35%
1994	6,65%	3,23%	4,08%	2,63%
1995	7,57%	3,12%	4,93%	4,41%
1996	7,56%	4,31%	4,62%	4,15%
1997	4,05%	2,65%	5,39%	0,47%
1998	6,19%	0,52%	5,23%	3,29%
1999	7,39%	2,36%	4,87%	2,31%
2000	4,03%	4,15%	5,94%	0,6%
2001	5,22%	2,74%	5,27%	3,78%
2002	3,77%	3,67%	4,42%	0,55%
2003	8,37%	3,12%	5,26%	2,93%
2004	8,28%	4,86%	6,27%	5,1%
2005	9,35%	4,97%	5,96%	5,91%
2006	9,67%	5,32%	6,63%	6,32%

Fonte de dados: World Bank (WDI).

O quadro 12 contém os dados de pesquisa e desenvolvimento usados para construção da hipótese 1

Quadro 12. Dados de P&D da Alemanha, EUA e Canadá em dólares

Ano / Países	Alemanha	EUA	Canadá
1992	26.579.000.000	119.110.000.000	5.742.000.000
1993	25.933.000.000	117.400.000.000	6.424.000.000
1994	25.910.000.000	119.595.000.000	7.567.000.000
1995	26.816.600.000	132.103.000.000	7.991.000.000
1996	27.211.000.000	144.667.000.000	7.996.000.000
1997	28.909.800.000	157.539.000.000	8.741.000.000
1998	30.334.436.019	169.180.000.000	9.683.000.000
1999	33.622.554.107	184.129.000.000	10.400.000.000
2000	35.600.000.000	201.962.000.000	12.395.000.000
2001	36.331.900.000	202.017.000.000	14.266.000.000
2002	36.950.000.000	193.868.000.000	13.541.000.000
2003	38.029.000.000	200.724.000.000	14.039.000.000
2004	38.363.000.000	208.301.000.000	14.947.000.000
2005	38.651.038.000	226.159.000.000	15.356.000.000
2006	41.148.000.000	247.669.000.000	15.360.000.000

Fonte de dados: OECD.

A seguir, no quadro 13 são apresentados os dados de importação de máquinas e equipamentos usados para construção da hipótese 1.

Quadro 13. Dados de importação de máquinas e equipamentos da Alemanha, EUA e Canadá em dólares

Ano / Países	Alemanha	EUA	Canadá
1992	408.307.127	553.496.473.571	122.440.171.520
1993	342.558.712	603.153.591.727	131.331.087.210
1994	381.538.916	689.029.922.860	148.185.450.072
1995	464.145.333	770.821.455.872	164.370.978.200
1996	458.699.728	817.627.145.588	170.605.558.987
1997	445.495.672	898.025.469.114	197.010.906.689
1998	471.226.318	944.350.087.088	201.372.549.120
1999	473.500.680	1.059.220.066.421	215.554.886.332
2000	500.830.026	1.258.080.275.326	240.090.685.265
2001	486.022.068	1.180.073.831.580	221.623.397.963
2002	490.450.056	1.202.284.490.498	222.440.059.139
2003	601.761.022	1.305.091.627.452	240.376.249.487
2004	718.150.018	1.525.268.509.309	273.873.699.602
2005	779.819.058	1.732.320.797.682	314.444.418.974
2006	922.213.393	1.918.997.094.449	350.018.052.960

Fonte de dados: UNComtrade.

No quadro 14 estão os dados de importação de máquinas e equipamentos dos países emergentes.

Quadro 14. Dados de importação de máquinas e equipamentos do Brasil, China e Índia em dólares

Ano / Países	Brasil	China	Índia
1992	22.345.572.352	80.585.300.523	24.452.408.029
1993	27.299.446.784	103.958.939.693	23.304.073.216
1994	35.508.473.856	115.613.601.803	28.654.737.408
1995	53.734.285.312	132.083.499.604	36.592.062.464
1996	56.729.460.736	138.832.734.845	39.112.814.392
1997	65.074.597.888	142.370.324.066	41.429.430.272
1998	60.793.118.720	140.236.767.232	42.424.950.784
1999	51.747.393.438	165.699.066.576	50.010.898.627
2000	55.850.546.401	225.093.731.030	52.940.251.405
2001	55.601.756.872	243.552.880.618	50.671.105.810
2002	47.242.654.093	295.170.104.110	57.453.468.557
2003	48.325.649.661	412.759.796.407	72.430.524.382
2004	62.835.613.536	561.228.747.993	98.981.129.472
2005	73.600.375.464	659.952.762.119	140.861.666.918
2006	91.342.783.548	791.460.867.850	17.821.2440.308

Fonte de dados: UNComtrade.

O quadro 15 contém os dados da hipótese 2 sobre produção de grãos na Alemanha.

Quadro 15. Dados da Alemanha sobre produção de grãos, número de tratores agrícolas, empregos na agricultura e importação de matéria-prima

Ano	Produção <sup>1</sup>	Tratores <sup>2</sup>	Empregos <sup>3</sup>	Matéria-Prima <sup>4</sup>
1961	68.81	841.15	5.07	-
1962	83.34	902.01	4.86	10
1963	88.32	957.17	4.65	10
1964	82.15	1007.00	4.44	10
1965	74.46	1060.13	4.23	9
1966	79.22	1108.56	4.01	8
1967	89.70	1158.27	3.79	8
1968	87.24	1194.53	3.56	8
1969	77.82	1237.91	3.33	8
1970	83.01	1259.17	3.10	6
1971	80.99	1289.41	3.06	7
1972	81.78	1295.51	3.02	6
1973	84.74	1302.21	2.98	6
1974	86.25	1303.40	2.93	5
1975	77.20	1310.18	2.88	4
1976	70.47	1306.77	2.82	4
1977	80.72	1317.29	2.77	5
1978	83.30	1321.29	2.72	4
1979	84.44	1333.91	2.66	4
1980	77.14	1341.23	2.60	4
1981	77.42	1345.29	2.50	4
1982	89.15	1354.09	2.39	4
1983	76.98	1366.94	2.29	4
1984	89.81	1370.96	2.18	4
1985	89.83	1372.94	2.08	3
1986	91.22	1375.03	1.98	4
1987	87.04	1368.33	1.88	4
1988	92.26	1353.35	1.79	4
1989	90.60	1334.73	1.69	4
1990	85.79	1309.41	1.59	3
1991	80.21	1297.69	1.52	3
1992	86.04	1152.79	1.46	3
1993	84.00	1113.39	1.40	2
1994	81.93	1068.53	1.34	3
1995	85.37	1027.21	1.28	3
1996	89.76	1005.49	1.22	2
1997	89.64	943.22	1.17	2
1998	94.45	902.61	1.12	2
1999	98.63	871.91	1.06	2
2000	101.85	838.26	1.01	2
2001	99.52	802.68	0.97	2
2002	93.21	801.29	0.92	2
2003	85.72	798.17	0.88	2
2004	105.71	793.41	0.84	1
2005	98.10	793.08	0.80	2

Fonte de dados: World Bank (WDI).

Notas: 1- Produção de grãos, índice (1999-2001 = 100).

2- Máquinas agrícolas (tratores) por 100 km de terra arável.

3- Empregos em milhões.

4- Matéria-prima agrícola é apresentada como percentual sobre as importações totais.