

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

IMPACTOS DAS INOVAÇÕES DE TI NO PROCESSO DE AUTOMAÇÃO BANCÁRIA:
UMA ANÁLISE DE 1970 ATÉ OS ANOS 2000

LEONARDO FERNANDES MOUTINHO ROCHA

RIO DE JANEIRO
2013

IMPACTOS DAS INOVAÇÕES DE TI NO PROCESSO DE AUTOMAÇÃO BANCÁRIA:
UMA ANÁLISE DE 1970 ATÉ OS ANOS 2000

LEONARDO FERNANDES MOUTINHO ROCHA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, PPGE, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientadora: Maria da Graça Derengowski Fonseca

Rio de Janeiro
Dezembro de 2013

CIP - Catalogação na Publicação

R672i Rocha, Leonardo Fernandes Moutinho
Impactos das Inovações de TI no Processo de
Automação Bancária: uma análise de 1970 até os
anos 2000 / Leonardo Fernandes Moutinho Rocha. --
Rio de Janeiro, 2013.
121 f.

Orientador: Maria da Graça Derengowski Fonseca.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal
do Rio de Janeiro, Instituto de Economia,
Programa de Pós-Graduação em Economia, 2013.

1. Economia da Inovação. 2. Trajetória
Tecnológica. 3. Inovação em Serviços. 4. Setor
Bancário. 5. Tecnologia da Informação. I.
Derengowski Fonseca, Maria da Graça, orient. II.
Título.

IMPACTOS DAS INOVAÇÕES DE TI NO PROCESSO DE AUTOMAÇÃO BANCÁRIA:
UMA ANÁLISE DE 1970 ATÉ OS ANOS 2000

Leonardo Fernandes Moutinho Rocha

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia, PPGE,
do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia

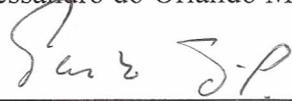
Examinada por:



Prof.^a Dra. Maria da Graça Derengowski Fonseca,
(IE/UFRJ)– Orientadora



Dr. Alessandro do Orlando Maia Pinheiro (IBGE)



Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre (IE/UFRJ)

Rio de Janeiro
Dezembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é dedicada primeiramente aos meus pais, que contribuíram em todos os aspectos da minha formação escolar e forneceram todo o apoio para concretizar mais esse passo em minha vida.

Agradeço à minha orientadora, Maria da Graça, pelo apoio e orientação na execução e elaboração do trabalho. Agradeço também ao professor Eduardo Cassiolato pelos conselhos e auxílio na obtenção de mais informações para a redação do último capítulo.

Finalmente, agradeço aos meus amigos e colegas que me ajudaram nessa fase da minha vida e desenvolvimento intelectual.

RESUMO

ROCHA, Leonardo Fernandes Moutinho. Impactos das inovações de TI no processo de automação bancária: uma análise de 1970 até os anos 2000. Dissertação (Mestrado em Economia) – PPGE, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Este trabalho tem por finalidade estudar os possíveis impactos da tecnologia da informação nos processos produtivos da firma. Mais especificamente, analisar sob a luz do conceito de trajetória tecnológica como ocorreu, e os resultados da trajetória tecnológica associada à tecnologia de informação do setor bancário. Como ponto de partida é apresentado o termo do ‘paradoxo da produtividade’ e uma série de trabalhos econométricos que buscaram o solucionar. Na incapacidade dos modelos estritamente econométricos em responder essa questão é buscado uma alternativa com base nos conceitos de inovação e trajetória tecnológica. A fim de analisar os desdobramentos da inovação em termos da divisão do excedente é utilizado um modelo de distribuição com base nos ativos complementares, regime de apropriação e fase da competição o qual a inovação está inserida. Ao fim do trabalho é comparado se essa metodologia alternativa foi suficiente para desmistificar os resultados das inovações em TI.

ABSTRACT

ROCHA, Leonardo Fernandes Moutinho. Impactos das inovações de TI no processo de automação bancária: uma análise de 1970 até os anos 2000. Dissertação (Mestrado em Economia) – PPGE, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

This work aims to study the possible impacts of information technology in the production processes of the firm. More specifically, examine in the light of the concept of technological trajectory the results of technological trajectory associated with information technology in the Brazilian banking sector. As a starting point we present the term 'productivity paradox' and a number of econometric studies that sought to resolve it. As strictly econometric models present itself as insufficient to answer this question, is sought on an alternative method based on the concepts of innovation and technological trajectory the answer to these questions. In order to analyze the consequences of innovation in terms of the division of the surplus is used a distribution model based on complementary assets, regime of ownership and competition phase in which the innovation is inserted. At the end of this work it is compared if this alternative methodology was sufficient to demystify the productivity paradox of IT.

LISTA DE SIGLAS

ATM	Automatic Teller Machine
Capre	Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico de Dados
CD	<i>Compact Disc</i>
CDM	Crépon, Duguet e Mairesse
CNAB	Centro Nacional de Automação Bancária
CPD	Centro de Processamento de Dados
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
EUA	Estados Unidos da América
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PFI	<i>Profiting from Innovation</i>
PIB	Produto Interno Bruto
ROI	<i>Return on Investment</i>
Sei	Secretaria Especial de Informática
Tecban	Tecnologia Bancária
TI	Tecnologia da Informação
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS

Quadro 1: Produtividade do Trabalho sobre a produção bruta.....	15
Quadro 2: Produtividade do trabalho sobre o valor adicionado.....	16
Quadro 3: Produtividade multifatorial sobre o valor adicionado (MFP).....	17
Quadro 4: Produtividade do capital sobre o valor adicionado.....	18
Quadro 5: KLEMS Produtividade multifatorial.....	18
Gráfico 1: Variação da produtividade do trabalho nos setores de negócios dos Estados Unidos.....	21
Gráfico 2: As fases do projeto do produto.....	66
Quadro 6: A apropriação do excedente da inovação.....	68
Quadro 7: Tecnologia de informação dos bancos por nível tecnológico.....	85
Gráfico 3: Investimentos e despesas de TI do setor bancário nacional entre 2007 e 2011.....	92
Gráfico 4: Fonte das transações bancárias por tipo de transação entre os anos de 2007 e 2011.....	106

SUMÁRIO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 – O PARADOXO DA PRODUTIVIDADE DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	13
1.1 - Produtividade e evidências de um paradoxo.....	13
1.2 - Estudos sobre o paradoxo da produtividade.....	21
1.2.1 – Alternativas para a mensuração do impacto da TI nas empresas.....	29
1.2.2 – Explicações para o paradoxo da produtividade.....	32
1.3 – Conclusões do capítulo.....	38
2 – INOVAÇÃO DA TI E O NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO E ECONÔMICO.....	40
2.1 – Tecnologia da informação e o novo paradigma.....	40
2.2 – A firma na era do conhecimento.....	45
2.2.1 - A materialização do conhecimento na firma.....	59
2.2.2 - Aprendizado, o processo de acumulação de conhecimento.....	54
2.3 – Inovação e fontes de inovação.....	57
2.3.1 – Inovações em serviços.....	59
2.3.2 – A apropriação do excedente da inovação pela firma.....	63
2.4 – Mensuração do conhecimento.....	69
2.5 – Conclusões do capítulo.....	71
3 – O SETOR BANCÁRIO E A AUTOMAÇÃO BANCÁRIA.....	75
3.1 – O ciclo reverso do produto.....	75
3.1.1 – Críticas ao ciclo reverso do produto.....	78

3.2 – Trajetória tecnológica.....	80
3.3 – Inovação bancária por níveis tecnológicos.....	83
3.4 – Consequências para a apropriação do excedente.....	86
3.5 – Conclusões do capítulo.....	89
4 – HISTÓRIA DA AUTOMAÇÃO BANCÁRIA.....	90
4.1 – O setor bancário brasileiro.....	91
4.2 – Determinantes da inovação bancária.....	93
4.3 – Trajetória da tecnologia bancária.....	99
4.3.1 – Trajetória tecnológica do back-office.....	100
4.3.2 – Trajetória tecnológica do front-office.....	103
4.4 – Conclusões do capítulo.....	106
CONCLUSÃO.....	109
REFERÊNCIAS.....	113

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo geral estudar os impactos da tecnologia da informação, TI¹, sobre a firma. Consideraremos como TI as tecnologias voltadas para o processamento, armazenamento e comunicação da informação codificada digitalmente em código binário. A tecnologia é composta por dois elementos complementares: o software (intangível) e o hardware (tangível). Essa é uma tecnologia de uso genérico, o que lhe permite ser utilizada das mais diversas formas possíveis por quase todos os setores da economia. Para analisar a TI escolhemos o setor bancário.

O exemplo da aplicação da TI no setor bancário nacional é um caso bem especial. Primeiro porque é um dos setores que mais investe e é dependente da tecnologia. Segundo Febraban (2007) o setor bancário é o segundo setor que mais utiliza TI no Brasil. Em segundo lugar os bancos nacionais são um caso de sucesso já reconhecido do uso da TI. Esse fato gera um viés analítico, pois estamos pegando apenas um caso de sucesso. O mais correto seria analisar todos os setores, ou pelo menos mais de um. Porém esta análise mais completa não será contemplada nesse texto, guardo ela para discussões futuras. Uma vantagem de trabalhar com o setor bancário, é que apesar de ser um setor de serviços, ele é um setor bem regulado, o que facilita a obtenção de dados. Além disso, por ser um caso notório de sucesso existem muitos trabalhos anteriores que já abordaram o assunto, facilitando a obtenção de referências bibliográficas.

Uma primeira tentativa de estudar os efeitos da TI é a partir de estudos que analisam seu impacto sobre a produtividade. Muitos trabalhos foram realizados tentando estimar os impactos da TI sobre a produtividade. No período inicial de sua difusão havia a percepção de que a TI iria aumentar a produtividade de toda economia, da mesma forma que outras tecnologias de uso geral o fizeram (eletricidade e máquina a vapor). Apesar dessa visão, os primeiros trabalhos econométricos que tentaram estimar a correlação do capital mobilizado de TI e a variação da produtividade não encontraram evidências de que investir em TI gerava aumentos de produtividade. Este resultado ficou conhecido na literatura como o “paradoxo da produtividade”, e uma série de estudos com uma diversidade de métodos e base de dados distintos propuseram a desmistificar esse paradoxo.

¹ Utilizarei nesse trabalho a nomenclatura de tecnologia de informação ao invés de tecnologia da informação e comunicação mas considero que esses termos podem ser considerados sinônimos.

Estas evidências são a fonte de questionamento do trabalho, e a partir dela se desenvolve um questionamento não apenas dos resultados encontrados nos trabalhos econométricos, mas da metodologia utilizada para se chegar ao resultado. O objetivo do primeiro capítulo será exatamente este, apresentar a questão do “paradoxo da produtividade”, realizando uma revisão bibliográfica com os principais trabalhos econométricos realizados internacionalmente e nacionalmente. Após a apresentação do problema do paradoxo, serão abordadas as razões conceituais para a sua existência e em seguida apontado uma direção a ser seguida: analisar a TI com base nos conceitos relacionados à inovação.

O segundo capítulo busca desenvolver os conceitos necessários para analisar os impactos da TI sobre a firma. Primeiro é apresentada a TI como uma tecnologia disruptiva, que causou uma ruptura nos sistemas econômico e social e iniciou um novo paradigma, a “era do conhecimento”. Como consequência dessa análise é estudado como se relaciona a firma com o conhecimento, quais são os aspectos do conhecimento que são relevantes para a firma e como podemos identificar o conhecimento na firma. A partir da visão do conhecimento desenvolvemos o conceito de inovação, difusão e aprendizado.

Uma preocupação especial desse capítulo é analisar como os agentes inovadores se beneficiam com a inovação. Para tal, é utilizado o modelo desenvolvido em Teece (1986, 2006) de “*Profiting from Innovation*”. Este modelo tenta identificar como o excedente das inovações se distribuem entre os inovadores, fornecedores, imitadores e consumidores. Caso o excedente das inovações de TI se distribuam entre outros agentes que não os inovadores e os imitadores, a TI não traria um retorno positivo para os investidores e conseqüentemente o “paradoxo da produtividade” poderia ser explicado por uma distribuição do excedente entre os outros agentes.

Como o setor de serviços é o setor que mais utiliza as TI, o que por sua vez acabou contribuindo para os resultados dos estudos econométricos do paradoxo, procuramos focalizar o estudo da inovação adaptada para a natureza específica da prestação do serviço. Para isso, a principal caracterização do serviço é como sendo um processo, e a partir desta se desenvolve as outras características produtivas específicas ao setor.

No terceiro capítulo o estudo se aproxima mais do objeto de análise e trata da forma mais adequada o impacto da TI nos bancos. Para realizar essa aproximação teórica ao objeto do estudo é feito uma revisão teórica com base em outros trabalhos que já abordaram o tema da inovação no setor bancário com base na TI. Nesse capítulo desenvolvemos boa parte da metodologia que será utilizada no último capítulo, uma metodologia histórica que analisa os condicionantes da adoção e o desenvolvimento de uma tecnologia, e analisa a própria tecnologia no decorrer de sua história, sua evolução.

Por fim, o último capítulo analisa a trajetória tecnológica do setor bancário brasileiro, desde o começo da utilização da TI em seu processo produtivo. É um período longo que abarca desde meados da década de 1960 até os anos 2000. Para realizar esse estudo são utilizados relatos histórico de profissionais da área² (diretores da área de TI dos bancos, presidentes da Febraban, diretores e presidentes do CNAB...), dados disponibilizados em relatórios da Febraban e do Banco Central e estudos realizados sobre o tema. Com base nessa referência será descrito a trajetória tecnológica dos bancos brasileiros nesse período. Essa análise será separada em duas, as trajetórias de inovações no *back-office* e as no *front-office*. A partir dessa descrição histórica será feita uma tentativa de analisar os impactos da TI para as empresas do setor bancário de uma forma genérica, tendo em vista a limitação de informações utilizadas nesse trabalho.

² Os relatos foram retirados do site www.automacaobancaria.com.br como consta na bibliografia.

1 - O PARADOXO DA PRODUTIVIDADE DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Este capítulo tem o objetivo de apresentar o paradoxo da produtividade da TI, popularizado inicialmente por Solow (1987) e desenvolvido subsequentemente por uma série de autores.

O capítulo está dividido em duas grandes partes, a primeira apresenta o conceito de produtividade e a segunda apresenta de fato o paradoxo da produtividade. Uma questão importante ressaltada na primeira parte é a falta de consenso quanto à melhor definição de produtividade. Este problema acaba prejudicando as análises subsequentes a respeito das variações da produtividade e conseqüentemente as análises sobre o paradoxo da produtividade.

A segunda parte do capítulo procura fazer uma apresentação de resultados empíricos realizados a partir do impacto da TI na produtividade e no desempenho das empresas. Dessa série de resultados a respeito do paradoxo dois desdobramentos ocorrem, o primeiro é uma primeira busca por alternativas metodológicas às normalmente utilizadas e um segundo são as causas do paradoxo da produtividade.

1.1 - PRODUTIVIDADE E EVIDÊNCIAS DE UM PARADOXO

A produtividade é uma das variáveis mais importantes na economia, pois determina o quanto se pode produzir com quantidade de fatores de produção constantes. É uma variável que também pode influenciar o padrão de vida de uma sociedade, pois em parte, influencia a renda *per capita*. Outra contribuição dos acréscimos de produtividade, é a redução dos custos unitários de produção. Com custos unitários menores a unidade produtiva consegue ofertar o produto a um preço mais baixo, dessa forma se tornando mais competitiva na dimensão de preços.

A produtividade pode ser acompanhada ao longo do tempo ou comparativamente entre competidores, sejam eles países, indústrias ou firmas. A comparação entre agentes num mesmo período, a análise longitudinal, busca identificar as unidades produtivas mais eficientes. Este enfoque estuda os determinantes para a maior eficiência produtiva e qual a contribuição dos fatores de produção e novas tecnologias na produção. Comparando a produtividade de dois países ou de duas indústrias em países diferentes podemos analisar qual o país que é mais competitivo. No nível da firma, de forma análoga, qual firma é a mais competitiva, uma vez que a produtividade consegue afetar o custo unitário de se ofertar o produto.

No caso de analisarmos a evolução da produtividade ao longo do tempo, a característica mais comumente investigada pelos pesquisadores é o progresso técnico. Como a aplicação de novas tecnologias na produção consegue aumentar a produtividade da economia, e conseqüentemente, o crescimento da produção. É muito comum estudos sobre crescimento econômico se preocuparem com esta dimensão, a evolução da fronteira de produção e do produto potencial devidos à evolução da produtividade dos fatores de produção. Neste caso a tecnologia é definida como a maneira conhecida de se converter recursos em produtos desejados pela economia, Griliches (1987)³ apud OCDE (2001).

Ganhos de produtividade aumentam a fronteira de produção e podem gerar crescimento econômico⁴. Além de aumentar a renda, o aumento da produtividade também tem a capacidade de gerar aumento de renda *per capita*, considerando a população ocupada e a taxa de ocupação relativamente estáveis. Logo, como muitos pesquisadores relacionam aumento de renda *per capita* com aumentos de bem-estar, em situações em que a concentração da renda não aumente, podemos inferir que ganhos de produtividades estão relacionados com aumento de bem-estar.

A produtividade pode ser definida de uma forma simples como a razão entre duas quantidades, uma de produto e outra de insumos e fatores de produção. Apesar da simples definição seu cálculo é complexo. Independentemente da forma utilizada para calcular a produtividade é necessário utilizar deflatores de preços para que a variação dos preços ao longo do período não influencie no cálculo da produtividade ao longo do tempo. Outro fator que precisa ser considerado é a evolução da qualidade do produto. No caso de, em períodos distintos, o produto ter variado radicalmente, a produtividade dos dois processos produtivos não seriam comparáveis. Seria a mesma coisa que comparar a produtividade da produção da maçã com a de banana.

Segundo a OCDE (2001), existem duas formas de se mensurar o volume da produção: valor bruto ou valor adicionado da produção. A diferença entre o valor bruto e o valor adicionado é a o consumo intermediário utilizado para a produção. Do lado dos recursos, podem ser considerados apenas o capital e o trabalho separadamente, ambos os fatores de produção conjuntamente ou os fatores de produção mais o consumo intermediário.

Tendo em vista que não faz sentido a razão entre o valor adicionado sobre o consumo intermediário, combinando todas outras possibilidades restantes, temos sete possibilidade de

³Griliches, Zvi (1987), "Productivity: Measurement Problem", in J. Eatwell, M. Milgate e P. Newman (eds.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*.

⁴ Caso apenas válido caso exista demanda suficiente para que o aumento da capacidade produtiva se traduza em aumento da oferta.

cálculo da produtividade. As variações das estimativas de produtividade podem ser: capital, trabalho, multifator (MFP) ou produtividade total dos fatores (TFP) e a produtividade multifator considerando também os insumos (KLEMS-MFP).

Quadro 1: Produtividade do Trabalho sobre a produção bruta

Definição	$\frac{Q}{L}$ <p>Razão entre um índice de quantidade de produto bruto Q sobre um índice da quantidade de trabalho L utilizada diretamente para realizar a produção.</p>
Interpretação	<p>Mostra o quão o trabalho é produtivo na geração do produto bruto. Esta estatística é influenciada tanto pela melhora na produtividade do trabalho, do capital, do uso dos insumos, forma de organizar a produção, melhora das técnicas de trabalho, economias de escala e erros de medição.</p> <p>Como apenas se considera a produção bruta uma terceirização de parte do produção tem a consequência de aumentar essa estatística de produtividade. Este efeito decorre da redução da quantidade de trabalho (substituição da quantidade de trabalho medida na produção por consumo intermediário) sem alterar a quantidade de <i>output</i> da medida de produtividade (a parte da produção terceirizada entraria na contabilização como insumo).</p>
Propósito	Ajuda a quantificar a quantidade de trabalho necessária para a produção em uma certa indústria
Vantagens	<p>É uma das formas de estatísticas de produtividades mais fáceis de se calcular.</p> <p>Tem baixa necessidade de dados e metodologia simples de cálculo.</p>
Desvantagens	É uma medida parcial da produtividade. Por desconsiderar outros fatores de produção não pode ser utilizada para interpretar o progresso técnico.

Fonte: OCDE (2001)

Quadro 2: Produtividade do trabalho sobre o valor adicionado

Definição	$\frac{VA}{L}$ <p>Razão entre um índice de quantidade do valor adicionado na produção VA sobre um índice da quantidade de trabalho L utilizada diretamente para realizar a produção.</p>
Interpretação	<p>Mostra o quão o trabalho é produtivo na geração do valor adicionado. Esta estatística é influenciada tanto pela melhora na produtividade do trabalho, do capital, do uso dos insumos, forma de organizar a produção, melhora das técnicas de trabalho, economias de escala e erros de medição.</p> <p>No caso de ocorrer a terceirização de parte da produção tanto os valores calculados da produção quanto do trabalho serão reduzidos (parte do valor adicionado seria direcionado ao provedor do serviço ou produto intermediário). Isso torna a estatística menos sensível à mudanças na integração vertical da produção.</p>
Propósito	<p>Pode ser utilizada tanto para análises macroeconômicas quanto microeconômicas. No caso do nível macro, esta estatística pode ser relacionada com a renda per capita média da população e o padrão de vida na sociedade. Do ponto de vista micro esta unidade de medida pode ser utilizada para justificar aumentos salariais dos trabalhadores.</p>
Vantagens	Fácil mensuração
Desvantagens	<p>Por ser uma estatística parcial da produtividade, outras variáveis que não dependentes do trabalho, ao alterarem o valor adicionado, podem gerar erros de interpretações. Outra desvantagem é a necessidade de deflação do valor adicionado.</p>

Fonte: OCDE (2001)

Quadro 3: Produtividade multifatorial sobre o valor adicionado (MFP)

Definição	$\frac{VA}{KL}$ <p>Razão entre um índice de quantidade do valor adicionado na produção VA sobre um índice de quantidade combinada de trabalho e capital KL utilizada diretamente para realizar a produção.</p>
Interpretação	Revela o quão a combinação de capital e trabalho são produtivas na geração do valor adicionado. Conceitualmente, também não podem ser consideradas boas estimativas de progresso técnico. Existem outras variáveis que podem alterá-la além do progresso técnico: economias de escala, eficiência, capacidade de utilização e erros de medida.
Propósito	Análise da contribuição dessa estatística de produtividade para o valor agregado adicionado da produção. Também pode ser utilizado na avaliação de mudanças estruturais.
Vantagens	Fácil agregação entre as indústrias.
Desvantagens	Não é um indicador muito bom para avaliar mudanças técnicas. Problemas na deflação do valor adicionado.

Fonte: OCDE (2001)

Quadro 4: Produtividade do capital sobre o valor adicionado

Definição	$\frac{VA}{K}$ <p>Razão entre um índice de quantidade do valor adicionado na produção VA sobre um índice da quantidade de capital K utilizada diretamente para realizar a produção.</p>
Interpretação	É uma estatística análoga à produtividade do trabalho sobre o valor adicionado. Assim como a produtividade do trabalho, pode ser calculada a partir do valor da produção bruta ou do valor adicionado à produção, tendo as mesmas implicações da verticalização da produção para a produtividade.
Propósito	Variações na produtividade do capital indicam o quanto o produto pode crescer a partir de um custo social inferior (poupança para se atingir a quantidade de investimento e conseqüentemente uma taxa de capital de equilíbrio)
Vantagens	Cálculo fácil
Desvantagens	Da mesma forma que as outras medidas parciais de produtividade esta não exprime por inteiro todas as dimensões do progresso técnico.

Fonte: OCDE (2001)

Quadro 5: KLEMS Produtividade multifatorial

Interpretação	Evidencia a produtividade dos fatores de produção capital e trabalho combinados aos insumos para realizar a produção. Reflete o progresso técnico, economias de escala, variações na capacidade utilizada e erros de medida.
Propósito	Utilizado para analisar o progresso técnico no nível industrial da economia.
Vantagens	É a ferramenta mais apropriada para medir o progresso técnico, pois é o mais completo dos indicadores da produtividade. Com isso, há uma menor quantidade de fatores externos que não a mudanças técnica podem alterar esta estatística.
Desvantagens	Dificuldade devido à uma grande necessidade de dados e complexidade de cálculo

Fonte: OCDE (2001)

A análise do aumento da produtividade como um redutor de custos reais, é uma análise pragmática desenvolvida em Harberger (1998)⁵ apud OCDE (2001). Segundo o autor, a redução dos custos é o objetivo da busca por aumentos de produtividade. Assim, ao invés de calcular a variação da produtividade em si, podemos calcular seus efeitos indiretos e diretos sobre custos. Esta abordagem é mais pragmática que as outras, porém apresenta certa limitação devido à dificuldade em deflacionar os preços, o que caso não seja feito corretamente tornará incorreta a mensuração da variação dos custos reais.

Uma metodologia para mensuração da variação da produtividade com base numa função de produção e segundo os fundamentos da teoria neoclássica foi desenvolvida por Solow (1957), o modelo de contabilidade do crescimento. Segundo este modelo, o crescimento da produtividade poderia ser medido de forma residual através de uma função de produção com um termo exógeno. Na estimação a variável dependente seria produto, enquanto que as independentes seriam trabalho e capital, o termo exógeno calculado residualmente seria a produtividade total dos fatores. O “progresso técnico” da economia poderia ser representado pela variação neste termo residual. A forma da regressão pode ser encontrada a partir da linearização de uma função *Cobb-Douglas* como segue a equação abaixo:

$$\ln Q_t = \ln A_t + \beta_1 \ln L_t + \beta_2 \ln K_t \quad (1)$$

$$\ln A_t = \ln Q_t - (\beta_1 \ln L_t + \beta_2 \ln K_t) \quad (2)$$

Na equação, $\ln(X)$ se refere ao logaritmo neperiano das seguintes variáveis: L_t e K_t são respectivamente trabalho e capital no período t , o termo A_t é a produtividade total dos fatores e Q_t é a produção no período t . Como já mencionado esta estatística é determinada residualmente pela segunda equação. Outra característica importante dela é que a variação do progresso técnico é neutro de forma a não alterar a taxa de substituição dos fatores de produção e conseqüentemente a proporção de salários e lucros na economia.

O próprio autor admite a falta de refinamento desse modelo e que outras variáveis exógenas poderiam estar embutidas neste termo que representa a produtividade. Essa análise apresenta ainda alguns problemas metodológicos como, por exemplo, a agregação de variáveis heterogêneas como trabalho e capital. Adicionalmente, devido à sua forma simplista de tratar a

⁵Harberger, Arnold C. (1998) “Aggregate Growth: What we learned from Microeconomic Evidence?”, OCDE Economics Department Working Papers No. 276, OCDE, Paris.

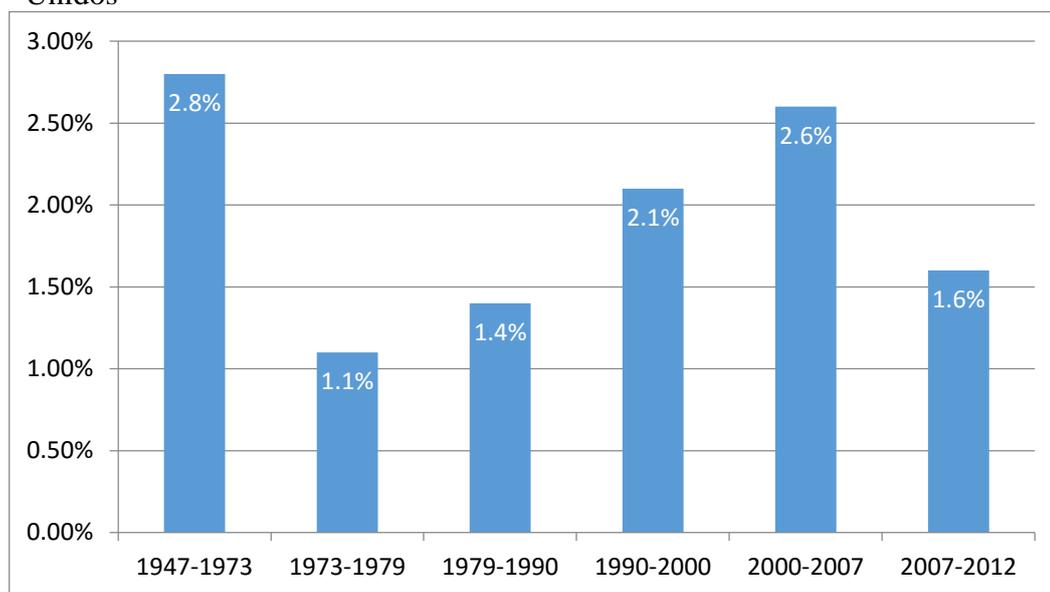
evolução da produtividade e o progresso técnico, muitos fatores não são abarcados, como a organização social das empresas, políticas de P&D, organização e estrutura industrial, entre outros. Porém, apesar da simplicidade, este modelo pode ser considerado uma boa primeira aproximação para a mensuração do progresso técnico na economia.

A análise da produtividade a partir de funções de produções carrega problemas metodológicos advindos da desconsideração de outros fatores determinantes para a produção que não apenas capital e trabalho. Esta concepção de firma e de produção desconsidera características organizacionais da firma, as relações humanas dentro da firma, as disputas de poder entre os setores e muitos outros fatores que podem representar a ruína ou o sucesso de uma empresa. Todos os outros fatores que determinam o processo produtivo são considerados como fatores exógenos, visto que o foco da teoria não é esse. Considerar esses fatores como exógenos não prejudicaria tanto a análise caso as empresas se organizem igualmente ou que estas características não variem tanto ao longo do tempo. Porém no mundo moderno as empresas vêm realizando cada vez mais inovações organizacionais, e além disso, cada empresa tem uma forma de se organizar, uma estrutura organizacional e uma rede de relações distinta que contribui na diferenciação das firmas.

Segundo OCDE (2001), outros fatores não tecnológicos afetariam essa estimativa de produtividade: ajustamento de custos, escala de produção, ciclos econômicos, aumentos de eficiência (alocativa e produtiva) e erros de medida. O progresso técnico seria apenas um dentre seis possíveis determinantes do resíduo. Isso traz sérios problemas para o cálculo, uma vez que o termo que representaria o progresso técnico não é determinado exclusivamente pelo progresso técnico, variações em outras variáveis correlacionadas com o termo em questão e omitidas do modelo poderiam gerar viés para a estimação dos parâmetros. Idealmente para se medir exclusivamente o progresso técnico a partir dessa metodologia seria necessário considerar os outros fatores determinantes para o resíduo. A impossibilidade desse tratamento comprometeria o cálculo do impacto do progresso técnico sobre a produtividade.

Dada sua importância muitos economistas dedicam uma atenção especial a ela e nos anos 70 e 80, em meio a uma maior difusão da tecnologia da informação. Surpreendentemente a economia norte-americana apresentava queda de sua taxa de variação da produtividade. Enquanto a tecnologia da informação se tornava cada vez mais presente no cotidiano das empresas dos Estados Unidos a variação da produtividade decrescia a mais da metade. O crescimento da produtividade só conseguiu se recuperar depois da década de 90, porém sem alcançar os ganhos de produtividade do período de 1947-1973.

Gráfico 1: Variação da produtividade do trabalho nos setores de negócios dos Estados Unidos



Fonte: U.S. Bureau of Labor Statistics. Disponível em <http://www.bls.gov/lpc/prodybar.htm>. Acessado em 26/08/2013

Este foi um fato que chamou a atenção de muitos pesquisadores e contradizia o senso comum em associar a tecnologia da informação com progresso técnico. A tecnologia da informação trazia a promessa da modernidade e prosperidade, uma tecnologia revolucionária que poderia trazer muitos ganhos para a sociedade. Assim como a energia elétrica e a máquina a vapor, a TI é uma tecnologia de uso genérico, e da mesma forma que aconteceu com suas antecessoras, era esperado que a economia tivesse um grande salto de produtividade e crescimento econômico a partir do progresso técnico. Está aparente contradição foi denominada pela literatura como o “paradoxo da produtividade”⁶.

1.2 - ESTUDOS SOBRE O PARADOXO DA PRODUTIVIDADE

Historicamente, o setor de serviços é o que mais utiliza TI. Reforçando o “paradoxo da produtividade”, este foi o setor que teve ganhos menores de produtividade. Ainda, no período de 1990 a 1997, dos produtores de serviços os mais intensivos em TI não tiveram nenhum ganho de produtividade enquanto que os menos intensivos conseguiram obter alguma melhora produtiva.

⁶ Estes dados, apesar de não conclusivamente, apontam para uma relação paradoxal entre mudança tecnológica indicadores de produtividade.

A partir dos meados da década de 90 os índices de produtividade da economia norte-americana saíram da estagnação e entraram numa tendência ascendente. Este novo cenário econômico contribuiu para que o paradoxo da produtividade perdesse força. Porém, é provável, que estas mudanças fossem apenas resultado de uma combinação de mudanças cíclicas na produtividade, e em maior parte do aumento da produtividade do setor produtor de TI, e não dos setores que usam TI em geral.

Uma série de estudos foi realizada, por diversos autores com bases de dados distintas, tentando identificar a correlação dos investimentos em TI com ganhos de produtividade, tanto na esfera macroeconômica e microeconômica. Porém a grande maioria dos estudos não identificou evidências que defendem os investimentos em TI para melhorar a eficiência da firma. Brynjolfsson (1993) ressalta que a falta de evidência não é evidência da falta de correlação entre as duas grandezas. Sendo assim outras explicações que não a improdutividade da TI propriamente dita poderiam explicar este teórico paradoxo.

Segundo Brynjolfsson e Hitt (1998), o primeiro trabalho a respeito do paradoxo da produtividade foi de 22 de abril de 1987, Steven Roach⁷. Este trabalho parte da evidência de que a partir de 1973 a taxa de crescimento da produtividade norte-americana começa a decrescer, e nesta mesma década e na década de 80 a quantidade de poder computacional por trabalhador de escritório aumenta drasticamente. A partir da comparação e do estudo desses dois fatos Roach conclui que existe pouca correlação entre a tecnologia da informação e o desempenho econômico das empresas.

Apesar de Roach ter sido o primeiro a apontar a falta de correlação de investimentos em TI com melhora em indicadores de produtividade, a questão do paradoxo da produtividade só se difundiu em Solow (1987), uma matéria publicada na revista New York Times, pelo economista laureado com o prêmio Nobel, Robert Solow. Neste artigo Solow faz a seguinte afirmação que posteriormente foi citada em muitos outros trabalhos: “vemos computadores em todo lugar, exceto nas estatísticas de produtividade”.

Um estudo setorial do paradoxo da produtividade é o de Roach (1991)⁸ apud Brynjolfsson (1993). Segundo esta pesquisa, o trabalho de escritório vinha aumentando a intensidade de capital fixo pela aquisição da tecnologia da informação entre meados da década de 1970 e 1986. Mesmo com esta modernização e o possível progresso técnico associado à

⁷ Trabalho de título: “America’s Technology Dilemma: A Profile of the Information Economy”. Publicado na revista do Morgan Stanley.

⁸Roach, S.S. Services under siege – The restructuring imperative. Harvard Business Review. (Setembro- Outubro), 1991, p. 82-92

introdução de novas tecnologias no processo de trabalho, a produtividade do trabalhador de escritório decresceu 6,6% enquanto que a produtividade do trabalhador de outros setores aumentou em 16,9%.

No começo da década de 90 foram disponibilizados dados desagregados da economia ao nível da firma, com isso foi possível realizar estudos mais precisos. A partir de então a unidade de análise deixa de ser a economia como um todo ou algum setor da economia e passa a ser a firma. A partir daí, passa então a ser possível realizar estudos econométricos longitudinais e de dados em painéis, com uma quantidade de observações muitas vezes superior, o que permite testar novas hipóteses com um grau de precisão superior.

Para analisar o impacto da TI sobre a produtividade não é recomendado a utilização de evidências macro ou setoriais. Estas não seriam capazes de captar as características competitivas da utilização da TI. Num mundo onde o objetivo das empresas não é produzir apenas mais do mesmo em larga escala e a custos decrescentes, características qualitativas do produto se tornam extremamente importantes para a competição no mercado. Na medida em que a TI tem a capacidade de alterar estas características, de forma diferente para cada uma das empresas no mercado, ela teria o poder de alterar o equilíbrio de mercado e a relação de poder entre os competidores. Dessa forma a variação seria intrasetorial modificando a distribuição das vendas e dos lucros. O valor adicionado do setor continuaria o mesmo, a diferença seria quanto à distribuição desse excedente.

O enfoque na firma como objeto de análise aumenta a possibilidade das análises. Ao invés de se estimar apenas o impacto da TI sobre a produtividade, é possível analisar também o efeito do investimento sobre a competitividade. Assim, os estudos deixam de analisar apenas o impacto da TI sobre a produtividade multifatorial, e alguns apresentam testes de correlação entre gastos em TI e lucratividade, retorno nos investimentos e valor das vendas. Com isso é possível identificar as variações intraindustriais, como a distribuição do excedente da indústria entre seus participantes. Nesse sentido as análises mudam do foco de indicadores de produtividade e passam a adotar indicadores financeiros. Dessa forma, mesmo que a TI não aumente o valor adicionado da indústria, seus impactos na competitividade poderão ser identificados pelo seu impacto na lucratividade das empresas.

Segundo Macdonald (2001)⁹ apud Souza e Novelli (2006), os estudos do paradoxo tiveram um desenvolvimento gradual quanto à metodologia. Boa parte desses desenvolvimentos foi possível graças à disponibilidade de dados ao nível da firma e de maior

⁹Macdonald, S. The IT productivity revisited: technological determinism masked by management method. In. International Telecommunications Society Asian-Indian Ocean Conference, Anais... Perth, July, 2001. P.1-26

confiabilidade. O autor sugere que tiveram cinco fases de estudos: na primeira, foi medido o impacto da TI exclusivamente sobre a produtividade; na segunda fase, no final da década de 70, o foco passa a ser o retorno do investimento em TI medido pelo *return on investment* (ROI); a terceira fase ocorre no início da década de 80, nesta o espectro de análise é mais amplo e a TI passa a ser analisada como uma ferramenta estratégica na competição das firmas; na quarta durante o final da década de 80, surgem indícios de correlação positiva entre a TI e a produtividade e ela passa a ser vista como uma tecnologia que afeta indiretamente a produtividade; na quinta e última, argumenta-se que as expectativas de produtividade não são realistas.

Dois interessantes trabalhos de revisão bibliográfica estão presentes em Brynjolfsson (1993) e Faria e Maçada (2011). Brynjolfsson (1993) trata de uma literatura da década de 90 e 80 predominantemente sobre a economia dos Estados Unidos e como a TI impactou as empresas e os setores da economia. Faria e Maçada (2011) fazem uma revisão de trabalhos mais recentes, todos da economia brasileira. Em ambos os estudos é possível observar uma gama de resultados distintos.

Explorando o levantamento bibliográfico realizado em Brynjolfsson (1993) a respeito do paradoxo da produtividade, apresentaremos alguns trabalhos analisados pelo autor.

Loveman (1998)¹⁰ apud Brynjolfsson (1993) realizou um dos primeiros estudos econométricos para o setor produtor de bens. Para uma amostra de 60 firmas americanas, constatou que a contribuição da TI para a produtividade foi aproximadamente zero. Também para o setor de bens, Barua et al. (1991)¹¹ apud Brynjolfsson (1993) estudou a correlação da TI com outras variáveis intermediárias como: capacidade utilizada, devolução de produtos, preço relativo, inovação de produto e *market-share*. O autor apenas consegue identificar correlação positiva para o *market-share* e um pequeno valor de ROI para o investimento em TI. Siegel e Griliches (1991)¹² apud Brynjolfsson (1993) encontram correlação positiva entre o nível de investimento em TI da indústria e o crescimento da produtividade. Brynjolfsson e Hitt (1993)¹³ apud Brynjolfsson (1993) utiliza a mesma metodologia desenvolvida em Loveman

¹⁰Loveman, G.W. An assessment of the productivity impact on information Technologies. MIT Management in the 1990s working paper #88-054, Julho, 1988

¹¹Barua, A., Kriebel, C. e Mukhopadhyay, T. Information technology and business value: An analytic and empirical investigation. Working Paper, University of Texas, Austin, Tex. Maio 1991.

¹²Siegel, D. e Griliches, Z. Purchased services, outsourcing, computers and productivity in manufacturing. National Bureau of Economic Research WP #3678, Abril, 1991.

¹³Brynjolfsson, E. and Hitt, L. Is information systems spending productive? New evidence and new results. International Conference on Information Systems (Orlando, FL, 1993).

(1998)¹⁴ apud Brynjolfsson (1993), porém com base de dados diferentes, e consegue obter um resultado inesperado em contraposição aos anteriores: um ROI de 50% ao ano do investimento de TI. Cron e Sobol (1983)¹⁵ apud Brynjolfsson (1993) analisa o setor varejista e de vendas e observa que na média o impacto da TI não foi significativo, apesar de que a dispersão dos resultados foi muito elevada. Isso pode ser considerado como um forte indício que existem outros fatores associados aos investimentos de TI exclusivos a algumas firmas que influenciam o resultado, um fator fixo por firma. Strassman (1990)¹⁶ apud Brynjolfsson (1993), autor tão citado quanto Brynjolfsson porém com resultados contrários, não identifica correlação entre TI e ROI.

Weill (1992)¹⁷ apud Brynjolfsson (1993) considerou a TI como um ativo fixo heterogêneo e a desagregou por utilidade. Esta metodologia permite que se descubra se existem algumas funções da TI, ou alguns tipos de TI que tenham impactos mais diretos sobre a produtividade, ou se todos têm a mesma finalidade e resultados. Através da análise o autor identificou correlação positiva apenas para aplicações da tecnologia nas transações, outras aplicações como suporte de venda, e-mail e infraestrutura não apresentaram correlação positiva. Em Parsons, Gottlieb e Denny (1990)¹⁸ apud Brynjolfsson (1993), um estudo do setor bancário canadense para o período de 1974 e 1987, foi utilizado uma adaptação da metodologia da contabilidade do crescimento desenvolvida por Solow (1956), porém aplicado no nível microeconômico. Nesse caso, o capital de TI teve pouco impacto na produtividade total dos fatores, mas os autores acreditaram que no futuro a TI teria uma capacidade produtiva maior.

Outro autor que realiza um bom levantamento bibliográfico é Faria e Maçada (2011). Estes apresentam resultados mais recentes com metodologias bastante heterogêneas para a economia brasileira. Da mesma forma que o levantamento presente em Brynjolfsson (1993) este também apresenta resultados em contradição, o que mostra que ainda hoje não existe um consenso a respeito da TI como ferramenta produtiva, ou até mesmo competitiva.

As formas de análise são as mais variáveis, função de produção por uma Cobb-Douglas (Menezes e Moura, 2004; Santos, Silva e Chamon, 2008; Mendonça, Freitas e Souza, 2009; Gartner, Zwicker e Rodder, 2009), regressão múltipla incorporando características qualitativas

¹⁴Loveman, G.W. An assessment of the productivity impact on information Technologies. MIT Management in the 1990s working paper #88-054, Julho, 1988

¹⁵Cron, W.L. e Sobol, M.G. The relationship between computerization and performance: A strategy for maximizing the economic benefits of computerization. J. Inf. Manag. 6 (1983), 171-181.

¹⁶Strassmann, P.A. The Business Value of Computers. Information Economics Press, New Cannan, Conn., 1990.

¹⁷Weill, P. Do Computers Pay Off? ICIT Press, Washington, D.C., 1990.

¹⁸Parsons, D.J., Gottlieb, C.C. and Denny, M. Productivity and computers in Canadian banking. University of Toronto, Dept. of Economics working paper #9012, June, 1990.

das empresas (Brito e Ferreira, 2006), estudo de caso (Correia Neto, 2007; Sanchez e Albertin, 2009), método de Monte Carlo (Correia Neto, 2007) e Análise Envoltória de Dados (Maçada, Becker e Lunardi, 2005; Santos Macedo e Andrade, 2005; Santos e outros, 2007).

Esta diversidade de formas de analisar a TI torna o assunto ainda mais complexo, pois estas metodologias não são compatíveis para comparação, cada uma tem suas hipóteses e objetivos analíticos distintos.

Santos, Silva e Chamon (2008)¹⁹ apud Faria e Maçada (2011), utilizando também uma função *Cobb-Douglas* para as empresas do setor industrial no Vale do Paraíba Paulista, no período de 1996 a 2005, não encontraram correlação positiva entre investimentos em TI e produtividade. Sanchez e Abertin (2009)²⁰ apud Faria e Maçada (2011) argumentam que a efetividade da TI alcançar resultados positivos é dependente da habilidade dos gestores em aplicar a tecnologia da melhor maneira possível. Mendonça, Freitas e Souza (2009)²¹ apud Faria e Maçada (2011) para 26776 empresas do setor de bens no período de 2001 a 2003, utilizando uma função *Cobb-Douglas* para mensurarem o efeito da TI, concluíram que a TI representa em média, um fator crítico para o sucesso das empresas no segmento industrial.

Em uma revisão bibliográfica própria de seis trabalhos que tentaram medir quantitativamente através de modelos econométricos variados, também não foi possível encontrar um consenso sobre o tema: um trabalho corroborou o paradoxo da produtividade enquanto os outros cinco refutaram.

Prasad e Harker (1997) estimam um modelo de mínimos quadrados ordinários (MQO) de um painel com 47 empresas do setor bancário norte-americano nos anos de 1993 a 1995. A estimação é feita por *pooling* com os erros quadrados ponderados em dois estágios para superar o problema de heterocedasticidade. As variáveis exógenas no modelo foram os investimentos em TI, os investimentos não-TI, trabalho de TI e trabalho não-TI. Foram usadas duas formas de medir a produção, cada uma com sua equação dependendo das variáveis exógenas citadas, receita líquida dos bancos e a soma do total empréstimos com o total de depósitos. Como resultado os autores constatam que a contribuição do capital de TI para a produção, em suas duas medidas, é nula. Porém, o trabalho relacionado à TI é dez vezes mais produtivo que o

¹⁹ SANTOS, F. F, SILVA, M. R; CHAMON, M. A. O paradoxo da produtividade no setor industrial do vale do Paraíba paulista. Resumo dos trabalhos. EnAnpad, 2008.

²⁰ SANCHEZ, O. P; ALBERTIN, A. L. A racionalidade limitada das decisões de investimento em tecnologia da informação. RAE, v. 49 . n. 1, 2009.

²¹ MENDONÇA, M. A. A; FREITAS, F. A; SOUZA, J. M. Tecnologia da informação e produtividade na indústria brasileira. RAE, v. 49, n.1, 2009.

trabalho genérico. O autor ressalta que isso pode ser um indício de que existe excesso de investimento em TI, enquanto que a no caso de trabalho relacionado à TI há escassez.

Faria e Maçada (2011) utilizam uma regressão bastante similar às de Prasad e Harker (1997) para seu estudo do setor bancário brasileiro no período de 1997 a 2008. A equação a ser estimada é praticamente a mesma, *Cobb-Douglas* com as mesmas variáveis independentes. Os autores, porém, fazem duas análises, uma *cross-section* para todos os períodos e outra em painel. Em ambas as análises o resultado é o mesmo: a TI afeta positivamente o resultado operacional dos bancos, porém com retornos decrescentes de escala.

Gera e Gu (2004) ao estudarem o impacto da TI nas empresas canadenses adotam uma abordagem diferente. Ao invés de estimar a correlação da TI com a produção ou alguma forma de medir o lucro, os autores exploram o resultado da TI para variáveis intermediárias de produção: produtividade, aumento de vendas, variação de lucro, inovação em produto e inovação em processo. Como variáveis independentes no modelo são escolhidos gastos em TI, indicadores de mudanças organizacionais e capital humano. Como resultado observa-se que a incidência de mudanças organizacionais, inovação de produto, inovação de processo e ganhos de produtividade é maior nas firmas que investem mais que a média em TI. As firmas que investem em TI estão mais suscetíveis a mudar a estrutura do fim e propiciar maior liberdade aos funcionários, incentivando a pró-atividade e a difusão da informação.... Em contrapartida a este aumento da autonomia dos funcionários as empresas costumam bonificar os funcionários segundo o desempenho introduzindo participação nos lucros e bonificações por mérito. Segundo o estudo, 35% das firmas que investem em TI introduzem métodos de trabalho flexíveis, comparado com 20% das firmas que não investem em TI.

Uma outra abordagem alternativa realizada por Nguyen-Thi e Ludvine (2010), parte da extensão do modelo econométrico criado por Crépon, Duguet e Mairesse²²(CDM) em três estágios. O modelo original é composto por três equações: a primeira dos determinantes dos gastos em P&D, a segunda da capacidade dos gastos em P&D condicionados pelos seus determinantes em gerar inovações e a terceira o impacto na produtividade das inovações condicionadas aos gastos em P&D. Nessa extensão do modelo os autores incluem como determinantes de inovações a tecnologia da informação. Sob essa visão, além da introdução da tecnologia de informação representar uma inovação por si só, ela também deveria aumentar a capacidade das firmas inovarem.

²² Crépon, B., E. Duguet, and J. Mairesse (1998): "Research and Development, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level," *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 115–158.

No modelo CDM estendido, a primeira fase seria composta por duas equações de determinação dos gastos em TI e em P&D. Para melhorar a qualidade das estimativas os autores dividem as TI em aplicações distintas. Na segunda fase várias formas de inovações são determinadas a partir do uso das TI e dos gastos em P&D. Na última fase se correlaciona cada tipo de inovação (produto, processo e organizacional) com ganhos de produtividade.

Nguyen-Thi e Ludvine (2010) chegam a um surpreendente resultado de que a intranet e o e-commerce são associadas com inovações de produto e ganhos de produtividade, apesar de não estarem correlacionadas com inovações de processo ou organizacionais. Além disso, os investimentos em extranet afetam negativamente as inovações de produto. Outro resultado mais condizente com outros autores é a correlação das inovações organizacionais condicionadas aos investimentos em TI e aos ganhos de produtividade.

Gartner, Zwicker e Rödder (2009) tratam do paradoxo da produtividade para empresas brasileiras intensivas em TI no período de 2000 a 2006. Para o cálculo da regressão os autores utilizam uma função *Cobb-Douglas* em diferenças com um painel balanceado com dados dos fatores de produção de TI. Refutando o “paradoxo da produtividade” os autores encontram uma correlação positiva entre o nível de produção e os investimentos em TI de 0,191. A fim de aprofundar a análise, os autores também estudam a rentabilidade dos investimentos em TI e calculam a taxa interna de retorno (TIR) dos investimentos. Em média a TIR dos investimentos em TI foi de 125%. Os setores mais intensivos em TI obtiveram uma TIR inferior à média: o setor financeiro teve uma TIR de 85,9%. Essas são evidências de que mesmo com uma alta rentabilidade, os rendimentos em TI apresentam rendimentos decrescentes de escala, um sinal de que os investimentos estão acima do nível ótimo.

Por fim, o último estudo analisado neste trabalho é o de Brynjolfsson e Hitt (2003) um painel de 527 grandes firmas, de diversos setores, no período de 1987 a 1994. Os autores utilizam a metodologia similar à desenvolvida em Solow (1957) da produtividade total dos fatores. Primeiro, estimando uma função de produção *Cobb-Douglas* em duas versões: produção líquida em função do capital de TI, capital que não é TI e trabalho; produção líquida em função de capital genérico e do trabalho. Em ambos os casos, ocorre a estimação do fator exógeno ao modelo, a produtividade total dos fatores. Numa segunda fase os autores estimam o impacto da variação do capital de TI sobre a produtividade total dos fatores numa tentativa de estimar o impacto do progresso técnico sobre fatores produtivos não incorporados pelo modelo, como por exemplo, capital organizacional.

Ao utilizarem uma defasagem de um ano (curto prazo) a contribuição da TI mais ou menos iguala os seus custos. Porém, quando a defasagem temporal é maior (cinco anos) a

contribuição passa a ser substancialmente superior ao custo de capital. Essas evidências sugerem que a contribuição da TI para a produtividade multifatorial só acontece no longo prazo. Segundo os autores, isso ocorre devido à necessidade de investimentos complementares extensivos ao longo do tempo para que a TI gere todos os seus benefícios. Um dos possíveis investimentos complementares ressaltados pelos autores são as mudanças organizacionais, que muitas vezes são complexas e necessitam de um processo de aprendizado ao longo do tempo para serem implementadas nas empresas.

1.2.1 - Alternativas para a mensuração do impacto da TI nas empresas

Para avaliar o impacto da TI sobre as empresas é preciso considerar os custos e os benefícios que a tecnologia pode trazer, além dos riscos de adoção associados à incerteza tecnológica. Outro problema para as mensurações dos resultados dos investimentos em TI é a mensuração dos benefícios intangíveis associados à TI. Muitos pesquisadores assumem que boa parte dos benefícios não estão concentrados em aumentar a produtividade e fazer com que as empresas possam produzir a custos menores. O grande valor da TI se encontraria em sua capacidade de gerar melhorias nos produtos existentes e na criação de outros produtos. Estas melhorias, na maioria das vezes, são intangíveis e de difícil mensuração em análises quantitativas. Entre os benefícios intangíveis é possível citar: maior customização do produto, melhor qualidade no atendimento ao cliente, maior velocidade na entrega do produto, maior variabilidade dos produtos, maior comodidade para o cliente...

Existe uma grande diversidade de implicações resultantes da utilização da TI. Para analisarmos estas implicações precisamos de métodos, ou um conjunto de métodos, capazes de abarcar todas as dimensões da TI. Veras e Vianna (2013) citam quatro grupos de modelos que podem ser utilizados para avaliar os investimentos em TI.

1. Abordagem financeira²³: nesse caso se considera apenas os impactos que podem ser mensurados financeiramente; quais são os impactos dos investimentos em TI sobre o fluxo de caixa, retorno sobre o investimento, lucratividade...
2. Abordagem de múltiplos critérios: estes métodos de avaliação consideram tanto impactos financeiros quanto os não-financeiros. Podem ser expressos em termos monetários ou não monetários através de variáveis qualitativas. Um exemplo

²³ Esta metodologia, assim como a produtividade, é igualmente dependente de informações quantitativas para sua análise. Logo, uma parte considerável dos trabalhos sobre produtividade também utilizam a abordagem financeira para analisar o impacto da TI sobre a empresa de forma mais completa.

desse tipo são estudos que buscam identificar a relação da TI com a probabilidade de inovar de uma empresa. Outras formas de análise de múltiplos critérios são as análises de valor, abordagem Delphi e abordagem dos fatores críticos de sucesso.

3. Abordagem por proporção: estes métodos utilizam diversas proporções, como por exemplo, gastos com TI sobre o faturamento total. Dessa forma é possível facilitar a avaliação dos investimentos em TI de forma comparativa a um outro variável objeto.
4. Abordagem de Portfólio: são métodos mais qualitativo e aplicam portfólios (ou grades) para planejar diversas propostas de investimento em relação a critérios de decisão. Os métodos de portfólio são mais informativos do que os métodos de múltiplos critérios e normalmente usam poucos critérios de avaliação.

Destes métodos o mais utilizado nos estudos devido à facilidade de obtenção de dados é a abordagem financeira. Estes modelos financeiros admitem como premissa, que todas as alternativas foram examinadas, que todos os custos e benefícios são conhecidos e que podem ser expressos por meio de um padrão de medida comum, a monetária. Porém na prática essa necessidade de informação quase nunca é suprida, muito em parte por causa da existência de benefícios intangíveis. Os benefícios intangíveis – como serviço de atendimento ao cliente mais eficiente ou processo de decisão aperfeiçoado – por sua vez, não podem ser quantificados imediatamente, mas podem gerar ganhos quantificáveis no longo prazo. Os principais métodos de análise financeira do investimento são os seguintes:

1. Tempo de retorno: é o tempo necessário para que o projeto pague o investimento inicial, não levando em consideração os benefícios. A limitação do método é não considerar a influência do tempo no valor do dinheiro.
2. Valor presente líquido (VPL): técnica de desconto de fluxo de caixa que calcula o valor presente atual de todas as saídas e entradas de caixa prevista para o projeto.
3. Taxa interna de retorno (TIR): representa a taxa de remuneração do capital obtida quando se procura equilibrar os valores presentes dos custos e dos benefícios. A lógica da TIR sugere que, sempre que o seu valor for superior ao custo de capital da empresa ou a uma taxa de juros que a empresa julga atrativa, o investimento é interessante financeiramente. Como outros indicadores financeiros, a TIR não leva em consideração os custos e benefícios de difícil quantificação.

4. Retorno sobre o investimento (ROI): é calculado levando em conta o benefício anual proveniente do investimento dividido pelo montante investido, geralmente expresso como uma porcentagem. Além de não conseguir captar benefícios, o ROI não leva em consideração o risco envolvido e outras variações ao longo do tempo.
5. Análise do custo de substituição: consiste na comparação dos custos daquilo que a TI propõe-se a fazer com o custo de sua realização com outros meios.

Macdonald (2001) apud Souza e Novelli (2006) apresenta mais simplificada as formas de analisar a TI, separadas em três abordagens: análises quantitativas, análises qualitativas e análises mistas (quantitativas/qualitativas). Segundo Souza e Novelli (2006), três estatísticas costumam ser usadas para verificar os impactos da TI na empresa: produtividade, lucratividade e performance. Estas três, e suas variantes, devem ser analisadas separadamente para que as metodologias possam ser entendidas.

A produtividade é uma medida de eficiência da conversão de recursos em produtos. Ela pode ser calculada pela razão de alguma forma de mensurar a produção sobre uma medida de recursos usados na produção. Alguns exemplos de medidas de produtividade são: faturamento por horas totais trabalhadas ou funcionários e lucro por totais de horas trabalhadas ou funcionários. Uma das deficiências da produtividade como medida é que ela não é sensível a alterações na qualidade do produto, ou seja, não consegue medir os benefícios intangíveis.

Lucratividade é utilizada para calcular o retorno sobre o investimento. Utilizando métricas financeiras para calcular a lucratividade dos investimentos de TI. Entre estas podemos citar: retorno sobre o ativo total, retorno sobre o patrimônio líquido, retorno sobre vendas, análise de custo benefício, ponto de equilíbrio, valor presente líquido, valor econômico adicionado, abordagem de opções reais, abordagem de portfólio. Além destas métricas financeiras, outras também são usadas, como: lucratividade por cliente, crescimento nas vendas e aumento nos ganhos. Um dos problemas é que para montar essas estatísticas se usam indicadores contábeis desatualizados, e, assim como no caso dos indicadores de produtividade, não tem como considerar benefícios intangíveis ou indiretos.

A última forma tenta captar os benefícios intangíveis e indiretos trazidos com a TI. Esta é uma medida de performance no mercado de atuação de empresa. É uma medida que considera uma série de fatores qualitativos e quantitativos sobre a performance da empresa no seu mercado de atuação. Pode ser medida por um aumento da velocidade de entrega de um produto ou alguma outra variável qualitativa do produto.

1.2.2 - Explicações para o paradoxo da produtividade

Devido à grande contradição dos fatos, vários autores tentam explicar a falta de correlação entre a TI e ganhos de produtividade. Uma das explicações mais recorrentes para a incapacidade de se encontrar evidências do impacto da TI na produtividade são os erros de medida. A aplicação da TI no processo produtivo, além de alterar o processo produtivo, muitas vezes também altera o produto, aumentando a conveniência, variabilidade, qualidade, disponibilidade.... Essas variações são difíceis de serem captadas na mensuração do produto. Se considerarmos que muitas vezes a maior parte do benefício da TI se encontram no aumento da qualidade, uma importante contribuição da TI para a produção estaria sendo ignorada. Isto por sua vez causaria uma subestimação das estatísticas de produtividade.

Segundo Brynjolfsson (1993), faltam bons instrumentos para a mensuração da produção e o acréscimo de valor gerados a partir da utilização da TI. Wainer (2003) afirma que as estatísticas são inadequadas para a mensuração da produtividade do setor de serviços, setor este que mais investe em TI. Além disso, o autor argumenta que os erros são proporcionais ao longo do tempo. Dessa forma, haveria sempre um termo constante de erro, que, ao se calcular a variação da produtividade se anularia²⁴. O problema dessa argumentação é que na medida em que ocorre o desenvolvimento de fatores de produção não abarcados pelas estatísticas ocorre uma tendência desses erros aumentarem. Isso ocorreria devido a uma contribuição maior desses fatores à produção, e conseqüentemente aumentando a proporção da produção não contabilizada pelas estatísticas de produtividade.

Além dos erros de medidas de produção, é muito provável que ocorram erros de medidas nos *inputs* de TI. Se entendermos a TI como um sistema de investimentos que implicam também em algumas mudanças organizacionais, o custo de se investir em TI é muito superior ao custo de capital apenas²⁵. Segundo Brynjolfsson (1998) a tecnologia é apenas um componente num sistema de investimentos em TI como replanejamento do processo produtivo, treinamento dos funcionários e mudanças organizacionais. Ainda, segundo estimativas de Brynjolfsson (1998), para cada dólar gasto em aplicativos de *enterprise resource planning*(ERP)²⁶ são gastos de três

²⁴ Se $\frac{\Delta x}{x} = \frac{x_{t+1}-x_t}{x_t}$ e $y_t = zx_t$, então, $\frac{\Delta y}{y} = \frac{zx_{t+1}-zx_t}{zx_t} = \frac{z(x_{t+1}-x_t)}{zx_t} = \frac{\Delta x}{x}$.

²⁵ A definição de sistemas de investimentos ressalta a importância de investimentos complementares à aquisição de capital para que o processo produtivo a partir da utilização da TI possa ser eficiente. Como exemplos desses gastos complementares temos: custo de digitalização de documentação antes impressa, treinamento, infraestrutura que não seja TI (prédios, sistemas contra incêndios...)

²⁶ É um tipo de aplicativo utilizado para melhorar a eficiência da gestão dos processos da firma.

a quatro dólares em consultores para a implementação da nova tecnologia. Com isso, os *inputs* para o cálculo da produtividade também estariam subestimados.

A subestimação conjunta de *inputs* e *outputs* para o cálculo da produtividade causam problemas sérios para a conclusão a respeito do paradoxo da produtividade. O grande problema é que não há como saber qual direção será o viés da estimação. Caso apenas um dos elementos da produtividade estiver subestimado, poríamos inferir a direção do viés da estimação, caso a produção esteja subestimada o impacto da TI sobre a produtividade seria subestimado, e o impacto seria sobrestimado caso contrário. Sem saber ao certo da dimensão do erro essa incerteza sobre o viés acaba impossibilitando que se retirem implicações precisas a partir dos resultados das regressões.

Além dos problemas de mensuração de uma determinada unidade de produção, ainda existe a questão da escolha de como será medida a produção. Este é um problema considerável no caso de firmas que ofertam um conjunto de serviços de forma casada, ou que ofertam um produto abaixo de seu custo unitário de forma a atrair os consumidores para seus outros produtos. Berger e Humphrey (1992) abordam essa questão para o caso bancário. Os autores afirmam que é difícil se definir uma unidade de produto no setor bancário e que a escolha da unidade tem impacto direto nas medidas de eficiência subsequentes. A partir desse trabalho são citadas três formas de se medir a produção no setor bancário:

- Ativo: bancos são considerados apenas como intermediários financeiros entre os agentes superavitários e os deficitários. Os empréstimos e outros ativos são considerados a produção do banco, enquanto que os depósitos e outros ativos são considerados os *inputs*. Se os bancos fossem apenas intermediadores financeiros essa definição estaria de acordo, porém os bancos atuam além da intermediação financeira, produzindo e cobrando serviços que geram comodidade ou algum outro tipo de valor para o consumidor.
- Custo de uso: determina se um produto financeiro é output caso o seu retorno financeiro é superior a seu custo de oportunidade, caso contrário ele será considerado um input. O custo de oportunidade no caso é mensurado pelo custo operacional de prover o produto. Apesar de conceitualmente esta metodologia ser razoável, devido às necessidades de contabilizar o custo de oportunidade e a receita estritamente proveniente do ativo financeiro sua aplicabilidade é difícil.
- Valor adicionado: define a produção como aquela que gera um maior valor adicionado, é o melhor para estimar mudanças tecnológicas e produtivas ao longo do tempo. Neste caso todos os ativos e passivos tem algum grau de output e input.

Ao invés de utilizar custos implícitos esta abordagem explicitamente utiliza os custos operacionais para medir o valor adicionado de cada produto financeiro.

Um outro problema que é muito utilizado para explicar os resultados iniciais do paradoxo da produtividade é que ainda não havia transcorrido o tempo necessário para que os investimentos em TI gerassem retornos. Segundo Brynjolfsson (1993), a implantação eficiente de uma tecnologia não é imediata. Existe um processo que decorre ao longo do tempo de aprendizado e progresso técnico que impactam a produtividade no longo prazo.

David (1990) se baseia nesse argumento para criticar as análises puramente econométricas. O autor sugere como alternativa uma análise histórica sobre o tema para que se possa entender a TI como uma tecnologia em evolução. Um fator que agrava o problema é que a TI, assim como o dínamo e a eletricidade, é uma tecnologia de uso geral. Estas tecnologias demoram para se difundir na economia e implicam em mudanças radicais no sistema produtivo. Para analisar estas mudanças é preciso adotar uma perspectiva histórica para que se possa entender os processos de difusão, aprendizado, progresso técnico e o desenvolvimento dos ativos complementares à tecnologia, sujeitos às condicionalidades exógenas.

Outra questão importante são as economias de rede, como ressaltado por Gomes (2006). O autor concorda que é necessário um lapso de tempo para que a tecnologia afete a produtividade, argumentando que uma característica importante da tecnologia são as economias de rede, e, na medida em que a difusão na economia aumente, o valor unitário de cada ativo de TI se eleva. Dessa forma, no começo, quando apenas poucos agentes utilizam a tecnologia sua produtividade unitária é baixa, porém conforme ocorre a difusão e mais agentes passam a utilizar a tecnologia, sua produtividade se eleva.

Segundo o autor os investimentos em TI têm duas fases: “tempo de semear” e “tempo de colher”. O tempo de semear é o período em que ocorre transferência de recursos das áreas que não utilizam a tecnologia para setores que se beneficiam com sua utilização. O tempo de colher é o período em que a tecnologia já está difundida e seus ativos complementares já desenvolvidos. Nesta fase as economias de rede são relevantes e o crescimento da produtividade se intensifica.

Wainer (2003) crítica o argumento do lapso de tempo e argumenta que apesar de a TI ser similar à outras tecnologias de uso genérico, a sua difusão foi muito mais rápida do que a substituição da máquina a força hidráulica e a vapor pelas elétricas (neste caso o período foi de 30 anos). Então o argumento de que precisaria de um longo tempo para que a tecnologia afetasse a produtividade não é válido. Apesar de razoável, esse argumento desconsidera que os períodos históricos são diferentes e que a quantidade de capital na economia é diferente. A taxa de

difusão seria apenas um determinante da evolução de seu impacto nas variáveis econômicas ao longo do tempo. Outro ponto, talvez até mais importante, seria a proporção de capital que é de TI na economia. Uma vez que a quantidade de capital na economia aumentou entre os dois períodos, para que a TI tivesse a mesma importância que a eletricidade em termos proporcionais, seria necessário um volume de investimento muito maior do que o visto na época da transição para a eletricidade.

Os trabalhos do final da década de 80 sofriam de vários problemas, entre eles o número pouco significativo de estoque de capital de TI na economia. Segundo Brynjolfsson (1993), dado a proporção de TI sobre todo o capital fixo da economia norte-americana na década de 80, o efeito da TI sobre o PIB dos EUA seria apenas de 0,06%. Ou seja, ainda seria preciso um lapso de tempo maior para que a TI tivesse efeitos maiores sobre variáveis macroeconômicas, e mesmo que a sua difusão estivesse aumentando o seu estoque de capital em comparação a todas as outras tecnologias ainda era muito pequeno. Esse problema era maior ainda na medida em que os estudos da época, devido à indisponibilidade de dados, eram macroeconômicos ou setoriais.

O autor apresenta ainda um outro motivo para explicar o porquê mesmo no longo a TI não geraria os resultados esperados. Na medida em que a tecnologia progride, ela se torna cada vez mais complexa, necessitando cada vez mais de investimentos em ativos complementares. Nesse sentido o rápido progresso técnico que vem ocorrendo na TI, gera demandas cada vez maiores em investimentos em ativos complementares. Muitas vezes os ativos complementares não conseguem se desenvolver na mesma velocidade que a tecnologia, como no caso do capital humano. Nesse caso, a produtividade da TI acaba sendo nivelada por baixo devido à capacitação de seus complementares, a tecnologia não consegue ser tão produtiva quanto poderia ser.

Um terceiro ponto levantado por Brynjolfsson (1993) é que talvez um dos principais impactos da TI seja a redistribuição de lucros dentro de um determinado setor. Essa conclusão parte da hipótese de que a TI tem maior impacto sobre a qualidade de um produto. Dessa forma não haveria necessariamente ganhos de eficiência. O produto se alteraria e a partir da diferenciação de produto as firmas obteriam um diferencial competitivo que as permitiria se apropriar de uma parte maior do excedente do setor. Nessa linha de raciocínio não haveria incremento do excedente mensurado no setor, apenas uma redistribuição de lucro dos agentes menos eficazes na aplicação da TI para os mais eficazes.

A partir da visão da TI como ferramenta competitiva análises setoriais ou macroeconômicas a respeito da TI não são capazes de identificar os impactos da TI na economia. A TI teria maior importância numa análise microeconômica, a partir da firma como

unidade de análise. Dessa forma poderia se identificar o impacto dos gastos em TI em variáveis de performance da firma, como por exemplo: volume de vendas, receita, receita líquida, lucro, lucratividade do investimento, ROI, TIR...).

Carr (2004) trata especificamente do assunto da redistribuição dos lucros. Porém no caso, além da redistribuição ocorreria também a dissipação dos lucros provenientes do uso da TI. A embasamento do autor para concluir isso é a partir da afirmação de que a TI está ganhando características cada vez mais próximas da de uma commodity, e como consequência não mais é capaz de diferenciar mais as empresas. Mesmo que num primeiro momento a TI tivesse a capacidade de diferenciar a firma, conforme ela foi se tornando mais acessível e adotando padrões tecnológicos, sua capacidade de diferenciar as firmas começou a diminuir e ao invés de estimular a heterogeneidade das firmas em alguns casos ela resultou em homogeneização das práticas das firmas.

A incapacidade da TI em diferenciar a firma somado à sobrevalorização dos gerentes de TI quanto à tecnologia geram situações de investimentos acima do nível ótimo. Este ponto é defendido por Wainer (2003) e Carr (2004) como possíveis razões para o paradoxo da produtividade. E empiricamente foi demonstrado por Gartner, Zwicker e Rödder (2009) e Faria e Maçada (2011). Estes dois últimos autores encontraram evidências de retornos decrescentes de escala, como já mencionado na seção anterior desse mesmo capítulo.

A última grande razão do paradoxo da produtividade é de fato quando a TI falha em melhorar a produtividade ou a qualidade dos produtos. Wainer explora bastante esse ponto em seu artigo e separa essas causas em dois grandes grupos: gerencial e de programas.

O argumento gerencial afirma que mesmo com o decréscimo no custo do capital, a implantação da tecnologia ainda é muito cara. Nos casos em que a TI aumenta a mecanização da produção substituindo trabalho por capital a norma é o aumento do salário médio nas empresas. Este aumento é um reflexo da necessidade de profissionais mais qualificados para produzirem utilizando ferramentas de TI mais sofisticadas e também da extinção no número de profissionais com baixa remuneração. Logo, para que haja de fato uma economia devido à substituição da fator trabalho de produção é preciso que a quantidade de trabalho substituída seja o suficiente para compensar o aumento salarial, de forma que, a massa salarial, ou proporção de salários no excedente da produção diminua.

Existe ainda a possibilidade de o processo produtivo executado a partir da implementação da TI ser ineficiente, por mais avançada que seja a tecnologia. Wainer categoriza essa ineficiência como custos invisíveis da utilização da TI. Exemplo disso é um aumento da ineficiência do trabalho devido a uma maior quantidade de tarefas não relacionadas

com o trabalho possibilitadas pela tecnologia: leitura de e-mail pessoal, navegação na internet, jogos...

Este é um comportamento oportunista dos trabalhadores, onde seus interesses próprios vão contra os interesses da empresa, resultando em uma ação que acaba gerando ineficiências produtivas. É um caso de risco moral que pode ser fiscalizado pela empresa, restringindo o espectro de possibilidades de ações da tecnologia. Outra forma de se agir nessas situações é aplicar bônus aos funcionários pelo desempenho, de forma a tentar alinhar os interesses dos funcionários aos interesses da empresa. Ambas as medidas teriam a capacidade de limitar estes custos invisíveis citados por Weiner (2003), porém, a sua aplicação geraria custos diretos e visíveis para a operacionalização da empresa.

Além da ineficiência gerada depois da implantação do sistema de TI, também há a possibilidade de a própria implantação ser dispendiosa de mais em recursos. Existem custos adicionais como por exemplo manutenção do sistema, treinamento dos funcionários, desenvolvimento de uma infraestrutura adequada para suportar a TI (envolve mecanismos de segurança, como por exemplo proteção contra incêndio e terremoto).

Outro fator que encarece a TI é a sua alta depreciação ao longo do tempo. O mercado de TI é um mercado extremamente inovador, a competição nesse setor é em função da velocidade e da qualidade que as empresas conseguem inovar. Esta velocidade de inovação impacta negativamente na vida útil dos equipamentos. Na medida em que novas ferramentas de TI são criadas e atualizadas, as aplicações antigas acabam perdendo suporte técnico do fabricante. A retirada do suporte técnico é uma forma de estimular os clientes a comprarem novos aplicativos, acelerando a perda de valor dos ativos de TI ao longo do tempo. Este ciclo curto de atualização das aplicações da TI implicam em custos recorrentes para as empresas usuárias, que muitas vezes se encontram aprisionadas numa trajetória tecnológica de um determinado software de uma determinada empresa. E é esta dependência que acaba movendo as firmas a atualizarem os softwares a fim de continuarem recebendo suporte técnico.

Este problema tende a diminuir na medida em que empresas terceirizam suas atividades em TI se focando apenas em suas competências essenciais para a realização de suas atividades. Nesse cenário as empresas não teriam custos diretos em atualização nem precisariam se preocupar em contratar profissionais especializados para a manutenção e gerencia dos sistemas. Nesse sentido a computação em nuvem parece intensificar as capacidades da terceirização para as empresas. Um possível efeito adicional com a computação em nuvem seria uma economia de escala muito superior devido às economias de rede.

O segundo grande grupo das razões para as ineficiências da TI citado por Wainer (2003) são os motivos de programas. Segundo o autor existem problemas no desenvolvimento dos aplicativos para o uso das empresas. Muitas vezes os programas não são adequados às necessidades dos usuários, são difíceis de serem operados, e por isso trariam perdas de produtividade. Uma das razões para existir esta baixa qualidade dos programas é a falta de comunicação e compreensão entre programadores e clientes. Os desenvolvedores muitas vezes não estão integrados aos negócios dos clientes e não conseguem compreender as necessidades dos clientes. Existe uma distância cognitiva alta entre os demandantes e os ofertantes dos programas, o raciocínio lógico dos programadores é, em média, superior aos dos demandantes. Com isso procedimentos que parecem simples e lógicos para os programadores não são tão óbvias para seus usuários. Isso pode comprometer a usabilidade dos programas, que no caso comprometem o desempenho da tecnologia.

É razoável supor que este problema diminua conforme as atualizações do programa ocorram. Porém estes ajustes posteriores à etapa da produção envolvem retrabalhos e dispêndios de tempo e de recursos.

1.3 - CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo vimos várias formas de medir a produtividade. Também podemos identificar uma limitação dessa medida, evidenciada empiricamente pelo “paradoxo da produtividade”. Como uma primeira forma de solução desse problema são apresentadas medidas alternativas, que podem ser divididas entre financeiras, múltiplos critérios, proporção e portfólio. Porém, com exceção à abordagem financeira, todas as outras apresentam dificuldades metodológicas para o cálculo. A abordagem financeira, por depender apenas de fatores quantitativos é a de mais fácil utilização, porém assim como a produtividade, sofre os mesmos problemas de mensuração dos impactos.

Um fator importante desse capítulo é que mesmo os trabalhos que evidenciaram a não correlação entre os investimentos de TI e a produtividade, corroborando o paradoxo da produtividade, podem ser justificados de forma a não comprometer a inovação a partir da TI como progresso técnico. Essas justificativas na maioria das vezes defendem a capacidade da TI em aumentar a produtividade e culpam a metodologia adotada para a análise como fonte da falta de correlação estatística entre as duas grandezas.

Como muitas vezes as razões para o paradoxo acabam se tornando mais importantes que os resultados de paradoxo, se torna evidente que as metodologias adotadas são limitadas para

entender a inovação a partir da TI. Nesse sentido se faz necessário um rompimento com o arcabouço metodológico desenvolvido para estudar a TI apenas a partir de regressões de funções de produção.

Tendo em vista essa discussão, no capítulo seguinte será apresentado a TI sobre uma outra metodologia para que posteriormente possa ser entendido o impacto da TI na firma de forma teórica.

2 - INOVAÇÃO DA TI E O NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO E ECONÔMICO

Devido às limitações da metodologia econométrica, para entendermos os impactos da tecnologia da informação sobre a economia é preciso recorrer a uma perspectiva alternativa. Nesse sentido as teorias de inovação baseadas na corrente neo-schumpeteriana podem contribuir significativamente para o entendimento da questão.

É preciso entender que a adoção da TI na economia modificou radicalmente a forma como os agentes produzem, se relacionam e consomem. Essa nova tecnologia configurou e foi utilizada para romper com a forma de acumulação de capital anterior (Fordismo), inaugurando uma nova fase da acumulação do capital: a “Era do Conhecimento” ou “Era do Aprendizado”. Segundo Lastres e Ferraz (1999):

"Nesta discussão, aponta-se a importância de entender que o novo regime de acumulação exige o desenvolvimento de novos indicadores para mensurar sua dinâmica além da produtividade e lucratividade, a qual não pode ser medida pelos indicadores tradicionais" (p.52-53)

Em uma dinâmica econômica em que a tecnologia central acumula inovações a uma velocidade extremamente elevada, ocorrem várias mudanças na produção. Além do impacto direto da inovação, a TI tem um impacto indireto na medida em que ela serve de infraestrutura para a geração de outras inovações, reforçando o seu impacto sobre a inovação econômica.

Para adicionar esses elementos à discussão iremos primeiro discutir de forma conceitual a ruptura que a difusão da TI representou para a economia, iniciando o que será discutido posteriormente como um novo paradigma econômico e social. Num segundo momento, será abordado o conceito de inovação, apresentando suas diversas formas, meios e fontes. Em seguida será apresentado o conceito de inovação adaptado para o setor de serviços. A quarta seção tentará identificar os possíveis impactos da inovação do ponto de vista da distribuição do excedente. Por fim é feita uma breve discussão sobre formas de mensurar o conhecimento.

Um dos objetivos desse capítulo é iniciar o estudo sobre as possíveis contribuições da TI para a produção, tendo em vista que essa tecnologia é, ao mesmo tempo, complementar e substitutiva de trabalho.

2.1 - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O NOVO PARADIGMA

A ciência econômica é antes de tudo uma ciência social. Seu objeto de estudo é a sociedade e como ela se reproduz economicamente através da utilização de recursos que na

maioria das vezes são escassos. Como é realizada a produção? Como as empresas competem? Como ocorre a geração e a distribuição do valor gerado na produção? Como ocorre a precificação dos ativos? Esses são alguns exemplos de questões relevantes no estudo da economia.

Um problema referente ao estudo da economia é que o objeto em questão, a economia, está em constante evolução. O processo econômico é resultante de uma série de fatores institucionais, sociais e tecnológicos e na medida em que estes fatores se alteram as respostas às questões relevantes e à forma de se responder essas questões também devem se alterar.

Essa evolução do objeto de pesquisa impõe um grande desafio à ciência econômica, demandando que ela esteja em constante evolução e reformulação. Diferentemente de outras ciências que o objeto de estudo é constante, a capacidade da teoria explicar a realidade está condicionada a uma realidade mutável. Como a realidade está em constante evolução mesmo que em um determinado período a teoria esteja adequada à realidade e com uma capacidade explicativa aceitável, conforme a realidade muda, e as regras mais básicas e genéricas se alteram, a capacidade da teoria em explicar a realidade diminui consideravelmente.

Como resposta à falta de nexo com a realidade é comum a emergência de novas teorias, com hipóteses e preocupações diferentes a fim de melhorar a compreensão da ciência sobre a realidade. Tigre (1998) aborda exatamente esse ponto ao apresentar a evolução da teoria econômica segundo as mudanças na economia. O autor argumenta que existe um hiato temporal entre a realidade e a teoria econômica e apresenta três paradigmas econômicos para exemplificar esse hiato e o impacto das mudanças na realidade sobre o desenvolvimento teórico na ciência econômica.

Segundo essa abordagem o modelo neoclássico do equilíbrio geral e parcial estaria relacionado com a revolução industrial britânica. Na teoria neoclássica a produção era de produtos homogêneos, o ponto chave da produção era o custo e o preço de oferta da produção. A teoria buscava então entender como os preços eram determinados e o fator chave para explicar os preços eram as produtividades dos fatores de produção. A tecnologia e o conhecimento a respeito dos processos produtivos eram considerados como um bem público e de livre acesso a qualquer capitalista. A firma se restringia apenas a produção de um produto e tinha uma regra simples de conversão de insumos em produtos (função de produção).

A realidade mudou e o objeto de estudo da ciência econômica evoluiu ao longo dos anos. Em 1920 emergiu o que muitos autores consideram a era do fordismo, uma época em que a produção em massa e a divisão do trabalho geraram um aumento de produtividade das grandes empresas que possibilitou a elas usufruírem de um diferencial competitivo em preços. Mais

recentemente, a partir da década de 70, a evolução tecnológica microeletrônica possibilitou o barateamento e o aumento da capacidade das tecnologias de informação.

Por lidar com informação, a TI se configurou como uma tecnologia de uso geral, com poder para penetrar em todos os setores da economia, com inúmeras aplicações. O aumento da sua capacidade, tanto em potência quanto em versatilidade, somado ao seu barateamento possibilitou sua acelerada difusão pela economia. Hoje a tecnologia de informação é considerada de mesma natureza que a energia elétrica e a máquina a vapor: tecnologias de uso genérico que impactaram significativamente na economia.

Apesar de sua rápida difusão, o impacto da TI sobre a economia não foi imediato. Assim como ocorreu com as outras tecnologias de uso genérico, é preciso que um lapso de tempo decorra para que a tecnologia se difunda e que ativos complementares necessários para sua utilização se desenvolvam e difundam.

Segundo David (1990), os investimentos de TI envolveram vários processos para que a tecnologia fosse capaz de mudar o regime tecnológico. No começo a TI conviveu com o capital e os processos que seriam substituídos. Conforme a tecnologia foi se tornando mais confiável e eficiente a substituição de fato ocorreu. Outro ponto que contribuiu para a demora é que foi necessário transpor para o mundo digital e virtual, todas as informações que estavam armazenadas em outros formatos para que pudessem ser utilizadas de forma eficiente pelos computadores.

A transição de um regime tecnológico²⁷ para outro costuma ser demorada, custosa e pode estar associada a um período inicial de queda de produtividade. Este fato pode ser uma forma de justificar o período inicial do paradoxo da produtividade, em que no começo da difusão da TI a variação da produtividade norte-americana se desacelerou. Segundo este argumento, no período de transição os agentes mesmo empregando uma tecnologia diferente ainda produziam da mesma forma, porém, conforme os agentes se adaptavam a este novo paradigma e à nova forma de produzir, alterando as rotinas e os procedimentos produtivos é esperado que a produtividade tivesse voltado a se elevar.

A introdução da TI e sua difusão na economia resultou numa ruptura tão grande com a forma que os agentes interagiam, produziam e consumiam que pode ser considerada como o estabelecimento de um novo paradigma tecnológico, econômico e social. A emergência desse novo paradigma se fez a partir de um processo de seleção de uma combinação de inovações

²⁷ Regime tecnológico é composto de características como oportunidade tecnológica, apropriabilidade, cumulatividade e características da base tecnológica. Nesse caso a mudança da base tecnológica do regime iria alterar as demais características.

tecnológicas ao longo da trajetória de desenvolvimento de tecnologias centrais para o paradigma.

Segundo Dosi (1984), o paradigma tecnológico pode ser definido como um modelo ou um padrão para solucionar determinados problemas, baseados em uma série de princípios científicos e técnicos. Nessa visão a definição de um paradigma tem uma função limitadora muito importante. Essa limitação compreende tanto a geração de novo conhecimento quanto a utilização do conhecimento atual.

De acordo com Tigre (2006) para uma tecnologia constituir um fator chave de um novo paradigma ela necessita atender a três requisitos: custos baixos com tendências declinantes, oferta aparentemente ilimitada e potencial de difusão em muitos setores. No caso, a TI consegue preencher todos os requisitos necessários: a partir da ‘Lei de Moore’²⁸ a cada um ano e meio a capacidade de processamento dos chips dobram, apesar de a estrutura física da TI poder vir a ter limites de oferta, o software é ilimitado por ser a codificação do conhecimento e, por fim, como já argumentado a TI se configura como uma tecnologia de uso genérico, podendo ser aplicada a praticamente todos os setores da economia.

Lastres e Ferraz (1999) descrevem os impactos econômicos de uma mudança no paradigma tecnoeconômico. A partir desta citação é possível compreender o quão determinante o paradigma tecnológico é para a economia:

“A mudança de paradigma inaugura uma nova era tecno-econômica, envolvendo a criação de setores e atividades; novas formas de gerar e transmitir conhecimentos e inovações; produzir e comercializar bens e serviços; definir e implementar estratégias e políticas; organizar e operar empresas e outras instituições públicas e privadas (de ensino e pesquisa, financiamento, promoção etc.)” (p. 32)

A tecnologia de informação facilita a acumulação de conhecimento e informação. Dessa forma, assim como a tecnologia de informação está no centro desse novo paradigma, a produção, comercialização e a utilização do conhecimento vem se tornando um fator crítico de sucesso para as empresas competirem condicionadas a essa nova dinâmica. A maior intensidade no uso da informação e no conhecimento para o processo produtivo e de inovação tem alterado a forma com que as empresas produzem, cooperam e competem. A centralidade do conhecimento na nova dinâmica competitiva tem levado a uma parte dos pesquisadores a denominar essa nova fase da acumulação em a ‘Era do Conhecimento’.

²⁸ Apesar de ser intitulada como uma lei, na verdade é mais uma previsão realizada pelo então presidente da Intel, Gordon Moore.

Além de modificar a forma com que as empresas competem, a TI altera também a composição dos setores na contribuição para o crescimento econômico. A TI não afeta a economia de forma neutra, setores mais intensivos em conhecimento e informação são mais beneficiados. Um exemplo, é o crescimento da importância do setor de serviços, o setor da economia que mais utiliza TI. Além da expansão do setor de serviço pela própria expansão do setor, algumas empresas manufatureiras passam a ofertar cada vez mais serviços. Esta mudança torna a separação entre o setor de serviços uma questão mais sutil; cada vez mais as empresas ofertam um pacote de serviços e bens.

Esse novo paradigma substituiu o Fordismo. Um dos principais elementos do Fordismo era a produção em massa de suas empresas mais dinâmicas. A produtividade era um elemento chave nesse modelo de produção. A competição ocorria predominantemente por preços, e a produtividade era um elemento chave para a competitividade. Através de aumentos na produtividade os custos de produção se reduziam, permitindo a redução nos preços e o aumento da competitividade.

No novo modelo de acumulação a produção em massa é substituída pela flexibilização da produção, pela customização do produto, pela produção *just in time*. O preço continua sendo uma característica importante, mas devido ao aumento da variabilidade dos produtos perdeu relevância. Dessa forma, características qualitativas dos produtos se tornam mais importantes para a competitividade.

Essa mudança da produção em massa de produtos a baixo custo para a produção com maior valor agregado ou de qualidades diversas, impõe um desafio para a mensuração do valor da produção. Para medir valor da quantidade produzida ao longo do tempo corretamente seria preciso utilizar um indexador capaz de expressar e corrigir a variação na quantidade produzida pelos ganhos de qualidade na produção. Esta seria uma atividade complicada visto que a valoração da qualidade dos produtos não é uma questão totalmente objetiva, mesmo que possa ser objetivada a partir de características técnicas dos produtos. E ainda que possa ser mensurada pelas características técnicas dos produtos, haveria o problema de ponderar as diversas características a fim de obter um indicador único que expresse todas as qualidades de um produto.

Associada com o conhecimento nesse novo padrão de competição, a inovação tem se tornado um elemento importante para a competição. E o impacto da TI sobre essa variável é central para a nossa análise. Pois é a partir do estudo da inovação e de seus desdobramentos que parte não compreendida pela tradição econômica marginalista do impacto da TI sobre o desempenho competitivo das firmas pode ser desmistificada.

2.2 - A FIRMA NA ERA DO CONHECIMENTO

A TI teve um grande impacto nas tarefas relacionadas à geração de conhecimento. Talvez esse seja o maior impacto da TI sobre as atividades produtivas. Ao utilizarmos uma metodologia que trata da geração do conhecimento de forma exógena, boa parte dos impactos da TI acabam não sendo considerados. Essa restrição imposta pelos modelos limitam a mensuração dos benefícios da TI, um viés da metodologia que se concentra nas características tangíveis da produção.

Em resposta a essa limitação talvez seja interessante uma abordagem que coloque o conhecimento como ponto central da análise da produção. Sob essa perspectiva a firma seria o *locus* de acumulação de conhecimento. A capacidade produtiva da firma seria em função de seu conhecimento. O conceito de conhecimento adotado para a análise é genérico, podendo ser conhecimento tecnológico, administrativo, estratégico, científico ou sobre o mercado e as necessidades dos consumidores.

Uma questão importante é que ao se mudar o enfoque da função de produção para o conhecimento gerado e apropriado pela firma o objetivo da análise também muda. A função de produção estuda apenas como os recursos são transformados em produto. Nessa metodologia, questões como inovação, mudança tecnológica, organização da produção e diferenciação não são estudadas diretamente²⁹. Ao analisar a firma como uma acumuladora de conhecimentos estes pontos, que atualmente estão ganhando cada vez mais importância dentro dos estudos econômicos, conseguem ser abordados de forma mais qualitativa e detalhada. Esta mudança no enfoque pode ser importante para entendermos de forma mais abrangente os verdadeiros impactos da TI dentro da firma.

Uma primeira dificuldade é a definição do conhecimento conceitualmente. O conhecimento em si é um conceito extremamente genérico podendo abranger diversas atividades, assuntos e formas de representação. Para facilitar o entendimento do conceito é importante tentar classificar o conhecimento em tipologias segundo algumas de suas características básicas.

Shapira et ali. (2005) retratam bem a generalidade da definição do conhecimento. Os autores restringem o conhecimento analisado para apenas aquele que é relevante para a firma, ou seja, o conhecimento que pode ser utilizado com fins econômicos. Os autores definem o conhecimento da seguinte forma:

²⁹ Estes temas acabam sendo estudados por exclusão, se nenhum fator endógeno alterou a produção logo um fator exógeno alterou. Ou então, através da introdução de hipóteses ad hoc ao modelo.

“...the sum of human capabilities, leadership assets and experience, technology and information capital, collaborative relationships, intellectual property, information stocks and capabilities for shared learning and utilization that can be used to create wealth and foster economic competitiveness.” (p. 1)

Em uma primeira aproximação de uma taxonomia do conhecimento podemos separar o conhecimento em dois; tácito e codificado. O conhecimento tácito é aquele que não é explícito, difícil de ser traduzido em uma mensagem. Este tipo de conhecimento costuma estar incorporado nos trabalhadores e nas rotinas e procedimentos das organizações. O conhecimento codificado é aquele que já foi transformado em uma mensagem segundo uma linguagem de codificação.

Nesse trabalho definiremos como conhecimento codificado: um conjunto de informações sobre estados do mundo, estados possíveis, consequências e razões. O processo de codificação pode ser descrito como a transformação do conhecimento tácito em codificado. Um fator importante para a compreensão da diferença entre o conhecimento codificado e o tácito seria analisar como é realizada essa transformação.

Segundo Cowan e Foray (1997), a codificação do conhecimento é composta por três elementos chave: mensagem, linguagem e o meio. A mensagem é a própria informação, é o conteúdo do conhecimento. A linguagem pode ser entendida como a regra utilizada para a conversão e para a leitura e o entendimento da mensagem. Como exemplos de linguagens podemos citar as línguas faladas e escritas (português, inglês, mandarim, espanhol...), funções matemáticas, algoritmos, braile, Código Morse... O meio é a forma e o artefato em que os dados da informação são armazenados e transmitido (papel, hard-disk, CD, DVD, vinil...).

O processo de codificação é trabalhoso, envolve capacitações e conhecimentos de codificação³⁰ por parte dos indivíduos. Para codificar o conhecimento é preciso incorrer em custos financeiros e temporais. Outro fator que afeta a codificação do conhecimento é a própria natureza do conhecimento. Existem alguns conhecimentos que são mais fáceis de serem convertidos do que outros. Então quanto mais difícil de ser codificado o conhecimento maior será a necessidade de consumo de recursos (financeiros, temporais e humanos) para a transformação do conhecimento em informação.

Apesar da conversibilidade ser importante não podemos nos restringir a essa análise estritamente dual. É importante ter em mente que o conhecimento é um objeto complexo e pode ser composto por vários outros componentes mais simples, e cada parte com graduações

³⁰Estes conhecimentos são as linguagens: português, espanhol, matemática, lógica, Código Morse...

distintas de conversibilidade. A partir dessa concepção podemos afirmar que em casos de conversão de conhecimentos complexos a atividade de codificação é uma atividade reducionista, no sentido de que apenas alguns elementos conseguem ser codificados. Sendo assim, as mensagens codificadas dos conhecimentos mais complexos tendem a representar apenas uma parte do conhecimento tácito original.

A codificação do conhecimento confere ao conhecimento algumas características que o aproximam de uma mercadoria. A informação pode ser facilmente transmitida através de seu meio, sua materialização. Porém, como salientado anteriormente, nem todo o conhecimento consegue ser codificado. Com isso mesmo que o conhecimento consiga ser codificado haverá uma parte que não conseguirá se transformar em mercadoria, o que irá dificultar o estabelecimento de mercados onde estes conhecimentos possam ser adquiridos. Outro fator que dificulta o estabelecimento de mercados de conhecimento é o fato de ser difícil mensurar o valor do conhecimento, tornando difícil a sua precificação. O conhecimento é um bem que só pode ser valorado mais adequadamente após a sua experimentação. Isso torna difícil sua precificação *ex-ante* ao consumo.

Diferente de uma mercadoria convencional a informação não se desgasta conforme é consumida, apesar de que o meio em que ela é transferida se perde. Assumindo que o artefato em que a informação está incorporada tem um custo desprezível se comparado com o conhecimento contido nele, a comercialização do conhecimento codificado possui elevados ganhos de escala. Para a produção do conhecimento, a maior parte do custo de concentra na primeira unidade, na elaboração do conhecimento tácito e nos esforços de codificação. Após a obtenção do conhecimento codificado a replicação desse conhecimento tem baixos custos.

Com o crescente desenvolvimento do conhecimento conseqüentemente ocorre o aumento do número de evidência de conhecimentos codificados em artigos científicos, manuais, vídeos de aulas, apresentações em slides, pesquisas publicadas em periódicos... Esta evidência pode nos levar a uma falsa conclusão de que estamos num processo de codificação do conhecimento tácito, e que no futuro todo conhecimento tácito poderá ser transformado em conhecimento codificado. Esta é apenas uma meia verdade. A codificação do conhecimento tácito em codificado é um reducionismo, sendo que, apenas uma parte do conhecimento tácito pode ser codificado.

O conhecimento codificado é um conhecimento estático. O que não quer dizer que ele não possa ser alterado, apenas que a sua alteração envolve a interação com algum agente detentor de conhecimento tácito. A transformação do conhecimento tácito em codificado é o

engessamento do conhecimento. Se troca a flexibilidade do conhecimento tácito pela facilidade de armazenamento e de transferência do conhecimento codificado.

Uma outra forma de classificar o conhecimento é a partir de seu conteúdo, pois apesar da generalidade do conceito apresentado, o conhecimento não é algo homogêneo. Pelo contrário, devido à sua amplitude, o conhecimento é bastante heterogêneo quanto a seu conteúdo. A taxonomia de Ernst e Lundvall (1997) apresentada em seguida, classifica o conhecimento segundo seu escopo e o conteúdo:

- *Know-what*: Conhecimento de fatos. Quantos planetas existem no sistema solar. Quantas pessoas habitam no planeta terra. Qual a cor do mar... Esse é o tipo de conhecimento mais fácil de ser codificado, o mais próximo do conceito de informação.
- *Know-why*: envolve os conceitos a respeito de princípios e leis da natureza, da mente humana e da sociedade. É o equivalente ao conhecimento científico. É muito importante para o progresso tecnológico. Apesar de não ser tão facilmente codificável ainda assim pode ser codificado e transformado em artigos científicos. Porém devido ao seu nível de complexidade a sua codificação e decodificação são dependentes de conhecimentos tácitos que dificultam a sua transferência.
- *Know-how*: definido como a capacidade de fazer algo. Conhecimento para realizar processos: processos de produção, busca, desenvolvimento, marketing, gestão, organização, tomada de decisões. É um tipo de conhecimento com várias faces e mantém relação estreita com os outros tipos de conhecimentos. Os procedimentos de pesquisa e desenvolvimento afetam a acumulação de *know-why*. Sua natureza é quase sempre tácita e costuma ser transmitida apenas em relações de aprendizado entre aprendiz e mestre.
- *Know-who*: Envolve o conhecimento dos agentes, quais agentes sabem o que. Na medida em que esse conhecimento aumenta poderíamos dizer que a assimetria de informação entre os agentes diminui. Envolve capacidades social de estabelecer relações com outros agentes. É um conhecimento importante para o estabelecimento de redes de agentes. Este conhecimento só pode ser adquirido através da prática de interações sociais como os agentes. Assim como o *know-how* também tem natureza tácita.

Podemos utilizar a elaboração dessa dissertação para exemplificar também os tipos de conhecimentos segundo a taxonomia desenvolvida no texto. O *know-what* se refere ao conhecimento dos fatos: difusão da TI e pouca variação da produtividade. O *know-how* é o meu

conhecimento a respeito de metodologias de pesquisa para adquirir e gerar o conhecimento e de codificação para produzir o texto. O *know-why* é o próprio conhecimento utilizado para explicar os fatos observados, a explicação dos impactos da TI sobre as firmas e sobre a competição. Por fim o *know-who* são os meus conhecimentos dos agentes que eu interagi a fim de obter capacitações e conhecimentos externos que contribuíram para o processo de pesquisa e desenvolvimento desse conhecimento.

Agora é importante tentar identificar a importância desse conhecimento para a firma. Apresentar em quais ativos e procedimentos é possível identificar o conhecimento e como esse conhecimento se materializa. Para tal no próximo subitem será analisado modelos teóricos que tratam a firma como o *locus* de acumulação de conhecimento. Tendo essa visão de firma, subsequente a esta apresentação, será realizado um esforço abstrato a fim de compreender a firma, genericamente, como um conjunto de competências tangíveis e intangíveis.

2.2.1 - A materialização do conhecimento na firma

A abordagem da firma como o *locus* de acumulação de conhecimento é recente na teoria econômica. Fransman (1998) realiza uma breve revisão teórica das abordagens que utilizam esse conceito de firma. O autor cita quatro teorias que utilizam essa abordagem: Nelson e Winter (1982) e as rotinas da firma, Penrose (1959) e a firma como uma coleção de recursos produtivos, Chandler (1990a, 1990b) e a firma como uma coleção de capacidades organizacionais dinâmicas e Teece et al. (1990) e a firma como um conjunto de capacitações dinâmicas.

Na teoria de Nelson e Winter (1982), devido à complexidade do ambiente a firma adota uma série de rotinas a fim de diminuir a incerteza. As rotinas são aspectos regulares e previsíveis do comportamento da firma, o método operacional dela que ela utiliza no seu cotidiano. As rotinas seriam um resultado do conhecimento e também uma forma de a firma reter esse conhecimento. Assim, a rotina resulta e é resultado da acumulação de conhecimento na firma.

Em Penrose (1959) a firma é tanto uma organização administrativa quanto uma coleção de recursos produtivos. Segundo esse modelo, não são os ativos em si que são relevantes para a firma, mas sim os serviços que esses ativos geram para a firma. Esses serviços são uma função da experiência e do conhecimento acumulados dentro da firma. Uma vez que cada firma tem uma trajetória de acumulação de conhecimentos distinta, mesmo as firmas com dotações iguais de recursos e ativos conseguem ter uma produção distinta.

Em Chandler (1990) a firma é vista como uma coleção de capacidades organizacionais dinâmicas que são as fontes de competitividade da firma. As capacidades organizacionais são acumuladas ao longo da trajetória da firma e como são difíceis de serem transferidas por serem compostas praticamente de conhecimento tácito tem que ser desenvolvidas internamente. Essas capacidades dependem do conhecimento, habilidade, experiência, trabalho em equipe do trabalho humano, e são essenciais para se explorar o capital tecnológico.

Fransman (1998) considera que o modelo de Teece (1990) da firma como uma coleção de capacitações, que incorporam o conhecimento da firma, é uma extensão do modelo de Penrose (1956). Nesse modelo as capacitações da firma determinam as estratégias possíveis a serem adotadas pela firma e são um resultado do processo de aprendizagem, da oportunidade tecnológica e do processo de seleção do mercado. Em qualquer ponto do tempo essas capacitações são herdadas do passado e também limitadas pela trajetória da firma. As capacitações são difíceis de serem construídas e mudadas. Devido ao caráter tácito do conhecimento associado às capacitações, elas também não são transferidas facilmente tendo que na maioria das vezes serem desenvolvidas internamente pelas firmas. A dificuldade de transferência e de desenvolvimento do conhecimento associado às competências garantem a firma a sua distinção das demais.

A partir da interpretação do conceito de conhecimento desenvolvido em Shapira et al (2005), o conhecimento estaria incorporado tanto nas capacidades humanas quanto em capital fixo, ou seja, os fatores de produção. Tentando comparar a função de produção a esta visão, a produtividade dos fatores de produção seria uma função da quantidade de conhecimento incorporado em cada um deles. Porém a definição de conhecimento não se restringe apenas aos fatores de produção, ela vai além. Conhecimento aborda também a forma da função da produção, a tecnologia utilizada e a forma com que a firma se organiza. Ainda, como o objetivo da análise é o conhecimento na firma, só é relevante aquele conhecimento que pode ser utilizado na geração de excedente e na competição. E o mais importante, o conhecimento determina a capacidade criativa da firma, a capacidade de inovar.

Para a produção da firma o conhecimento mais importante é o *know-how*. Este compreende os conhecimentos explícitos e implícitos utilizados na produção. Podemos realizar uma abstração a fim de incorporar o capital fixo nessa análise do conhecimento, e considerar o capital como sendo composto também por *know-how* codificados e incorporados. Segundo essa

abstração, o capital seria composto por capacidades físicas e conhecimentos codificados incorporados. Os conhecimentos seriam as instruções do modo de usar essa capacidade física.³¹

Esta metodologia de análise explora uma dimensão complementar à separação da firma em capital e trabalho. É como se além de podermos dividir as capacidades da firma entre os fatores de produção, pudéssemos distinguir estas capacidades quanto a sua materialidade ou não. Com isso além da separação das capacidades da firma entre capital e trabalho, poderíamos classificar as capacidades entre as tangíveis e intangíveis. Uma forma simplificada de entender a dicotomia e a relação destes conceitos, é conceituar a capacidade de intangível como uma forma de realizar uma certa tarefa, enquanto que a capacidade tangível a capacidade física de realizara a tarefa especificada pela capacidade intangível. A partir dessa definição, constatamos a complementariedade das duas definições.

Realizando um paralelo com a conceptualização da firma a partir dos fatores de produção, vemos que os conceitos de capacidades tangíveis e intangíveis é transversal ao primeiro. Ou seja, tanto trabalho quanto capital tem características tangíveis e intangíveis. O trabalho poderia ser dividido entre conhecimento incorporado (conhecimento tácito) e as capacidades físicas e motoras do trabalhador. Analogamente, o capital poderia ser classificado a partir do conhecimento incorporado (conhecimento codificado, e suas capacidades mecânicas e eletrônicas.

Um exemplo de capital que contém conhecimento codificado são os softwares. Os softwares automatizam e aumentam a capacidade dos usuários em processar a informação. Porém, as funcionalidades dos softwares são limitadas pelos algoritmos utilizados em sua criação. Os algoritmos podem ser interpretados como uma forma lógica genérica que representa uma série de procedimentos quanto ao uso da informação, ou seja, a codificação de um procedimento para uma função lógica matematizada. Além dessa codificação o software contém uma segunda, que é a linguagem de programação utilizada para escrever o programa. A mensagem é o algoritmo que descreve um processo, e pode ser entendida como a essência do *know-how*.

Para desenvolver o programa, o programador tem que ter o conhecimento do processo produtivo, o algoritmo que representa essa função e o conhecimento da linguagem em que a mensagem será codificada. O programa estará restrito a executar as tarefas previamente

³¹Esta abstração foi desenvolvida a partir da observação da tecnologia da informação. A tecnologia da informação é composta por dois componentes, o hardware e o software. O hardware são as capacidades físicas da tecnologia. O Software por sua vez são as instruções codificadas em uma linguagem de programação de como estas capacidades físicas serão utilizadas para o processamento, armazenamento e transmissão de dados.

especificadas pelo programador, o que implica em uma certa rigidez no uso do capital. Para modificar a tarefa é preciso que o programador altere o código do programa. É claro que dependendo da complexidade da mensagem maior será a possibilidade e a flexibilidade do uso do software, e quanto maior a complexidade da mensagem mais difícil será a tarefa de codificação, requerendo uma capacitação maior de codificação do programador.

Segundo Ernst e Lundvall (1997), por não ser codificado o conhecimento tácito não é rígido sendo assim ele pode se adaptar às imprevisibilidades do ambiente. O conhecimento tácito está sempre em evolução e se adaptando às imprevisibilidades do ambiente. O conhecimento codificado só oferece respostas para o que foi previsto na sua codificação, quando o ambiente muda fora do padrão previsto ele perde sua validade. Isso impõe limites no que pode ser útil de ser codificado. O autor pondera que essa separação entre o conhecimento tácito e o codificado é importante para fins analíticos, porém na realidade os conhecimentos são uma mistura entre o tácito e o codificado.

"...tacitness has its roots in complexity and in variations in quality. It prevails in situations where there is a need to use simultaneously several different human senses, when skilful physical behavior is involved and when understanding social relationships is crucial." Ernst e Lundvall (1997), p. 27

Com isso, quando se troca trabalho por capital fixo, trocamos conhecimento tácito por conhecimento codificado. Esta troca traz algumas implicações para o processo produtivo. A primeira delas é o aumento da rigidez do processo produtivo. O capital só consegue produzir o que ele foi desenvolvido para fazer através de uma rotina pré-definida. Uma consequência positiva da rigidez é a padronização do processo produtivo o que diminui a variabilidade do produto, e facilita o controle de qualidade.

Uma segunda vantagem associada à mecanização é que uma vez codificado e incorporado ao capital, a replicação desse conhecimento e conseqüentemente do processo produtivo se torna mais fácil. Nesse sentido para ampliar a produção a partir da utilização de um know-how específico incorporado em um capital, basta comprar ou produzir o capital. Enquanto que se for expandir a produção a partir da contratação de mais trabalhadores, da utilização de conhecimento tácito, é necessário instruir e treinar o trabalhador para que ele acumule o conhecimento necessário para executar suas tarefas. Este processo segue as limitações da transferência de conhecimento tácito já citados na seção anterior.

Outra vantagem está associada à parte tangível do capital comparada ao trabalho. O trabalho tem capacidades físicas limitadas pela fisiologia humano. Enquanto que o capital

através do progresso técnico tem uma capacidade física em constante desenvolvimento. A cada novo modelo de um bem de capital são desenvolvidos melhoramentos que aumentam o desempenho do capital em executar uma determinada instrução. Com isso, os processos de automatização conseguem aumentar a produtividade do processo produtivo mesmo que o *know-how* do processo produtivo se mantenha o mesmo.

Devido à essa diferença tangível entre o trabalhador e o capital, é provável que o conhecimento que cada um dos fatores tenha incorporado seja distinto de forma a melhor utilizar suas capacidades físicas. Dessa forma nem sempre o trabalho de automação será apenas um de codificação de conhecimento, mas também um trabalho de criação e adaptação de *know-how* para a realização de atividades substitutivas ao trabalho.

A diferença entre o conhecimento incorporado no capital produtivo do codificado em algum outro meio é objetivo da codificação. Na codificação e incorporação do conhecimento em um capital o objetivo é substituir o conhecimento tácito do trabalhador pelo codificado no capital. A preocupação nessa codificação não é a transmissão do conhecimento em si, mas a execução de uma tarefa a partir das instruções determinadas no conhecimento.

A substituição do trabalhador pelo capital pode ter duas implicações. A primeira é devido à distinção entre as capacidades físicas de cada um. O capital tende a ter capacidades físicas superiores ao do trabalhador, e essa diferença é uma fonte de aumento de produtividade. Outro fator importante em relação à decisão de automatizar a produção, está relacionado com a propriedade dos fatores de produção. Ao substituir trabalho por capital, a proporção dos meios de produção pertencentes ao capitalista aumenta³². Com isso a tudo o mais constante a proporção da renda apropriada pelo capitalista também aumenta.

Focar na face intangível da firma é importante porque diferente dos outros capitais, a TI tem em sua composição uma parte substancial de *know-how* incorporado nas mensagens dos softwares. Isso também não quer dizer os outros capitais não tenham incorporados um certo *know-how*. A questão é que nos outros capitais esse *know-how* é extremamente mais limitado, sendo algumas vezes limitados a um único procedimento. Todo capital é composto por duas facetas, o *know-how* determina como ele é utilizado e a parte tangível que determina a capacidade de executar o *know-how*.

Uma forma de tentar entender esta dinâmica do lado tangível e intangível da produção e como eles se relacionam, é através do exemplo da TI. A TI pode ser decomposta em duas hardware e software, uma tangível e outra intangível e para executar as funções uma depende

³²Como a escravidão foi abolida, não é possível que o capitalista tenha a propriedade do trabalhador. Dessa forma o trabalho é apenas emprestado ao trabalhador, e o salário é a remuneração pelo aluguel da força de trabalho.

da outra. Sem o hardware o software não é nada além de uma série de instruções. O hardware é o que fornece a capacidade de processamento para as instruções contidas no software. Essa relação pode ser encontrada também em outros bens de capital. A grande diferença é que por ser um capital que lida com informação a instrução contida na TI, é muito mais complexa e fácil de ser observada. Os conhecimentos codificados e incorporados nos outros bens de capital costumam ter instruções extremamente limitadas, que normalmente poderiam ser representadas por uma linha de comando de um software.

Assim, podemos conceituar a firma segundo os seus recursos produtivos como uma unidade de produção que utiliza seus recursos tangíveis e intangíveis para realizar a produção. A utilização dessa abordagem ao invés de considerar os recursos da firma classificados apenas como capital e trabalho, pode ser importante para entender a economia do conhecimento e o impacto da TI sobre a produção. Uma vez que atividades antes tidas como exclusivamente humanas, através do desenvolvimento da computação e mais especificamente da inteligência artificial, vem sendo substituídas pelo capital fixo, essa abordagem pode ser utilizada para entender os impactos da parte tangível e intangível da TI.

2.2.2 - Aprendizado, o processo de acumulação de conhecimento

A definição de conhecimento até agora ajuda a explicar as capacitações da firma de forma estática. Para introduzir dinâmica ao modelo é preciso desenvolver um segundo conceito associado ao conhecimento: o aprendizado. Aprendizado no caso pode ser entendido como acumulação interna e aquisição externa de conhecimento. A firma pode aprender de diversas maneiras: aprender produzindo, aprender pesquisando, aprender usando... O exercício de cada uma das atividades da firma produz experiência que resultam em acumulação de conhecimento pelos funcionários da firma. A aplicação desses conhecimentos adquiridos explicitamente e implicitamente, resultam em inovações.

Podemos separar as práticas de aprendizado em duas: explícitas e implícitas. As explícitas são as práticas com objetivos diretos de geração de conhecimento. Exemplos de umas práticas explícitas de busca e desenvolvimento seriam: atividades de P&D, aquisição de serviços de consultoria, treinamento dos funcionários...

Por sua vez, as atividades que geram conhecimentos de forma implicitamente são aquelas que não tem como objetivo principal a geração de conhecimento, o aprendizado acaba sendo um resultado secundário. Nesses casos o aprendizado seria uma externalidade da atividade. Qualquer atividade da firma gera experiências para a firma que possibilitam a

acumulação de conhecimento. Assim, as atividades de produção, gestão, marketing, uso de fatores de produção e produtos, produzem experiências que contribuem para a acumulação de conhecimentos.

Segundo Teece e Pisano (1998) o processo de aprendizado é realizado a partir da repetição e da experimentação que possibilita que a firma realize tarefas com maior eficiência e qualidade e também que seja possível identificar e explorar novas oportunidades produtivas. Como nesse trabalho estamos analisando a firma sob a ótica do conhecimento, adotaremos o conceito de aprendizado como um processo de acumulação de conhecimento.

Porém a acumulação do conhecimento é algo muito ampla, a fim de qualificar melhor essa definição é proveitosa introduzir uma restrição ao conceito. Então, adaptando o conceito ao propósito do trabalho temos o seguinte conceito de aprendizado: a acumulação do conhecimento a partir da repetição, experimentação e busca que possibilite a firma realizar tarefas com maior eficiência e qualidade e também que torne possível identificar e explorar novas oportunidades produtivas.

O processo de aprendizado tem três características principais: cumulatividade, coletividade e interatividade. Coletivo no sentido de que envolve atores diferentes organizados em algum espaço definido. Interativo porque envolve a interação desses diversos atores com conhecimentos e capacitações diferentes para que ocorra a geração de um novo conhecimento. Cumulativo porque o conhecimento que pode ser adquirido e desenvolvido depende do estoque de conhecimento possuído no presente. Não é possível dar grandes saltos no desenvolvimento do conhecimento, ele progride segundo uma trajetória definida pelos desenvolvimentos do passado.

O conhecimento que a firma tem acesso para utilizar na geração de novos conhecimentos é uma função do conhecimento acumulado na firma por processos de aprendizados passados, quantidade de conhecimento codificado que a firma pode adquirir no mercado e contatos que a firma tem com outras instituições parceiras em uma cooperação pelo desenvolvimento de novos conhecimentos.

Uma característica importante do processo de aprendizado é a interatividade. Esta interatividade dos agentes confere um caráter social ao processo. Nesse processo existe um certo grau de dependência com atores e instituições externos à firma. Esta dependência é o que confere a importância aos sistemas nacionais, locais ou setoriais de inovação. Estes sistemas são basicamente fatores exógenos à firma que influenciam na sua acumulação de conhecimento.

A codificação do conhecimento facilita as práticas de aprendizado pois torna mais fácil a comunicação do conhecimento e o seu processamento. O conhecimento codificado em

informação é um insumo muito importante para a geração de novos conhecimentos. É a partir do que já foi construído que se pode criar o novo.

Como a codificação do conhecimento é uma atividade de reducionismo, os agentes ao utilizarem um conhecimento codificado como insumo de criação do conhecimento estão trabalhando com uma informação incompleta sobre o conhecimento original. Dessa forma a geração do conhecimento a partir de um conjunto de informações é um processo interpretativo dependente também dos conhecimentos dos agentes. Nesse sentido existe uma complementariedade entre o conhecimento tácito e o codificado.

Fransman (1998) adiciona um novo parâmetro condicionante à geração de conhecimento: a “visão”. O conceito de “visão” estabelecido por Fransman pode ser estabelecido como as crenças e as expectativas dos agentes. A “visão” incorpora elementos de informação processada, além de fatores como insight, equívoco e criatividade. A “visão” seria uma forma de os agentes tomarem decisões em situações de incerteza, complexidade e assimetria de informação. Na medida em que os agentes não possuem todas as informações disponíveis nem as capacidades necessárias para processá-las, os agentes tomam suas decisões baseadas em suas expectativas, crenças e interpretações da realidade.

A “visão” não determina apenas as decisões estratégicas da firma, mas também o processo de busca e geração de novos conhecimentos. A geração de conhecimento está subordinada a uma “visão”. Uma espécie de paradigma que determina as opções possíveis que podem ser consideradas e a forma que a informação será processada para a geração de conhecimento.

Fazendo uma analogia com o conceito de paradigma tecnológico de Dosi, a “visão” seria o espelho da geração do conhecimento do paradigma tecnológico. Da mesma forma que o paradigma tecnológico limita as formas que as firmas procuram soluções tecnológicas para a resolução de problemas, a visão estabelece e restringe a forma que a firma compreende e gera o conhecimento que irá gerar esse progresso tecnológico. Os dois conceitos são bem semelhantes, porém o conceito de “visão” é menos restritivo, no sentido de que cada firma pode ter a sua “visão”. Se cogitarmos a possibilidade, razoável, de que cada firma tenha a sua “visão”, podemos raciocinar que mesmo firmas com a mesma dotação de conhecimento poderiam ter trajetórias de aprendizado distintas. Segundo essa lógica, a “visão” contribuiria para a variabilidade do conhecimento e conseqüentemente a diversidade dos agentes no mercado.

Uma outra relação que podemos fazer entre os conceitos de “visão” e de paradigma é que um paradigma abrange mais de uma visão. Nesse sentido o paradigma seria mais genérico, abrangendo uma gama maior de possibilidades de resolução de problemas. Assim, num

paradigma haveria várias trajetórias de acumulação de conhecimento condicionadas pela dotação inicial de conhecimento e pela “visão” das instituições acumuladoras de conhecimento.

Uma característica que diferencia o conhecimento de outros produtos é que o consumo do conhecimento por um agente não inviabiliza o consumo do mesmo por um terceiro. Ou seja, o conhecimento é um bem não rival. Mas essa propriedade do conhecimento vai além da não rivalidade. Pode se dizer que o conhecimento usufrui de economias de rede. É totalmente plausível supor que conforme a quantidade de agentes que possuam o conhecimento e estão empenhadas em aprender e avançar na trajetória de desenvolvimento do conhecimento, maior a probabilidade de criação de um novo conhecimento. Sendo assim, quanto maior a difusão do conhecimento, maior será a velocidade de seu progresso.

A partir da definição de conhecimento e aprendizado, podemos definir a inovação como um processo de acumulação e implementação de conhecimento novo para fins produtivos.

2.3 - INOVAÇÃO E FONTES DE INOVAÇÃO

A grande diversidade de produtos é um reflexo do número de inovações na economia. No novo paradigma uma das formas de se competir de forma mais eficaz é através de inovações. Conforme as inovações ocorram mais aceleradamente, o ciclo de vida dos produtos se encurta, e inovar passa a ser mais importante para que as empresas continuem competitivas.

A primeira iniciativa de conceituar a inovação a fim de produzir estatísticas para seu acompanhamento, foi o manual Frascati da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), nos anos 60. Nesse manual a inovação assumia apenas seus aspectos tecnológico, e se limitava à inovações de produto e o processo. O processo de inovação também era tido como linear sendo originado principalmente pelas práticas de pesquisa e desenvolvimento das empresas (P&D).

O objetivo final da inovação é aumentar (ou manter) a performance competitiva da firma seja por aumento (manutenção) da demanda ou redução de custo. A diferenciação de produto teria impacto sobre a demanda direta a seus produtos. Caso se obtenha uma diferenciação positiva no mercado a firma teria a capacidade de aumentar seu *market-share*. Diferenciação positiva é apenas um termo para qualificar a diferenciação de forma mais específica, no sentido de restringir a diferenciação apenas quando gera aumento de demandas pelo produto. Como a diferenciação de produto é algo relativo a diferenciação positiva de um agente implica na diferenciação negativa de outro. No caso de ocorrer a diferenciação negativa a demanda relativa ao produto da firma diminuiria frente a seus concorrentes.

“Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.” (p. 55) (OCDE)

Esta definição além de compreender os elementos tradicionais de inovação (produto e processo) compreendem elementos alternativos, recentemente adicionados às teorias de inovação da firma (métodos organizacionais e marketing).

As inovações ainda podem ser categorizadas quanto ao seu impacto frente ao passado, se ele é uma ruptura ou apenas um aperfeiçoamento de uma trajetória. Sob esta lógica as inovações que rompem com as tecnologias anteriores são ditas radicais, enquanto que as que apenas afeiçoam e contribuem com uma tecnologia já estabelecida são as incrementais.

As inovações de produtos são categorizadas como a introdução de um bem ou serviço significativamente melhorado ou diferente do anterior. Para que de fato seja considerado uma inovação é necessário que as diferenças não sejam apenas quanto à questão estética do produto, como por exemplo: cor do produto ou embalagem. A mudança no produto tem que compreender suas características funcionais e suas capacidades.

As inovações de processo são mudanças no método de distribuição ou de produção, ou uma nova introdução de algum desses métodos. Incluem-se mudanças de capital, como por exemplo, software e hardware, ou alguma mudança de técnica produtiva incorporada no trabalho.

As inovações de marketing são uma novidade no manual de Oslo e incorporam as alterações estratégicas de precificação do produto e na forma que os produtos são ofertados. A publicidade e variações cosméticas no produto (meramente estéticas) também são contempladas. Como pode se ver, é um conceito amplo apesar da nomenclatura restritiva.

A inovação organizacional é a implementação de alguma mudança na forma que a firma está organizada. Compreende não apenas a organização interna na firma, mas também como ela se insere e se relaciona com outras instituições. É um conceito bastante similar ao de processo produtivo, sendo que em muitos casos a forma em que a produção está organizada e o processo produtivo em questão são extremamente complementares. Em casos de alinhamento e complementariedade a inovação em um dos elementos implicaria na inovação no outro elemento. Porém apesar da correlação entre os dois tipos de inovação não é claro qualquer determinismo como regra, seja tecnológico sobre a organização ou da organização sobre o tecnológico.

A semelhança entre as fontes de inovação é que elas são atividades de aprendizado sendo assim podemos inferir que a acumulação de conhecimento é insumo necessário para a introdução de inovações. Esta suposição é pertinente a esse trabalho pois neste, consideramos a firma como o *locus* de acumulação de conhecimento. Se o conhecimento determina as capacitações estáticas da firma, a capacidade de aprender e acumular mais conhecimento determina as capacitações dinâmicas da firma, a capacidade de inovar.

Se o conhecimento define as capacitações produtivas da firma, a acumulação de mais conhecimento e o aprendizado possibilitam que a firma melhore os produtos, os processos produtivos e a organização da produção. Da mesma maneira que o conhecimento definido num determinado período (estoque de conhecimento) se reflete nas capacitações produtivas da firma, a acumulação de mais conhecimento permite que a firma altere suas capacitações produtivas. Essa capacidade de mudar, caso implementada, resultaria em uma inovação.

Um problema dessas definições apresentadas até agora é que elas se concentram no setor produtor de bens. Para se aproximar mais do nosso objeto de estudo, a TI no setor bancário, apresentaremos agora um modelo de inovação que atenda as especificidades do setor de serviços.

2.3.1 - Inovações em serviços

O setor de serviços e de bens têm diferenças importantes que precisam ser consideradas ao se abordar as fontes e o processo de inovação. Para analisarmos a inovação no setor de serviços, mais especificamente no setor financeiro, de forma mais adequada é preciso considerar estas especificidades ao definirmos conceitualmente a inovação.

Antes de tratar das inovações no setor de serviços é preciso conceituar e definir o setor de serviços. A produção de serviços tem características distintas da produção de bens que precisam ser consideradas ao analisarmos a inovação. Estas especificidades podem ser fontes de inovações e precisam ser explicitadas na análise.

Miles (2008) define o serviço como um processo. As funções de serviços podem ser descritas como a transformação no estado de artefatos, seres vivos ou dados. Desta definição podemos distinguir de forma genérica uma diferença básica entre o setor de serviços e o setor de bens. Enquanto que no setor de bens se transaciona um bem, o setor de serviços oferta uma ação, ou seja, um processo produtivo que como dito anteriormente tem a função de modificar o estado de um artefato, um ser vivo ou um dado.

A partir da definição do serviço como um processo e não um produto podemos inferir outras características de sua produção. A primeira é a intangibilidade do produto, uma ação apesar de poder ter consequências físicas, não é um objeto físico. Os serviços não são materiais apesar de poderem ser incorporados em algum artefato físico através de sua alteração. Neste caso, o serviço está incorporado em algum artefato, sendo que o valor do produto não se encontra no artefato em si, mas no resultado da ação de alterar o estado do artefato. Graças a essa característica os serviços tem baixa portabilidade devido à sua dificuldade de armazenamento e transporte.

Diferente do que ocorre no setor de bens, a transação na economia de serviços não é instantânea. No setor de bens a transação ocorre na transmissão da propriedade do bem transacionado. Como no setor de serviços não existe esse bem, o que se oferta são ações e processos, a transação não ocorre em um instante, mas em um contínuo de tempo. Durante esse contínuo de tempo o cliente e o fornecedor do serviço estabelecem uma relação interativa entre as partes para a realização da produção do serviço. O processo de produção do serviço muitas vezes pode requerer a presença e a participação do cliente. Em casos em que a produção do serviço envolva a transformação das condições do cliente é fácil identificar esta necessidade.

Na interação entre cliente e produtor ocorre a comunicação e a troca de informação entre as partes. Para muitos serviços essa comunicação é fundamental para a execução do serviço. A partir dessa comunicação, o prestador do serviço obtém a informação, a processa e finaliza transmitindo a informação processada ao cliente. Como o setor de serviços é um dos setores intensivos no uso da informação ele também se tornou um dos grandes usuários de TI. Neste caso a TI tem um impacto importante sobre a prestação de serviços, pois por baratear os custos de comunicação em grandes distancias permite que a oferta do serviço não se restrinja tanto a fatores de localização.

Devido a essa relação de interatividade, o produto é uma função não apenas das características do produtor, mas também das características dos clientes. Alguns serviços chegam a ser dependentes também do trabalho do cliente. Um exemplo de produção conjunta entre o cliente e o produtor são alguns serviços de TI, mais especificamente os projetos de software. Nesse caso o cliente tem que codificar e comunicar a mensagem e o produtor tem que codificar essa mensagem para a linguagem da programação escolhida para desenvolver o software. Assim, o resultado do serviço seria uma função da capacidade de codificação e transmissão do cliente e da capacidade de compreensão da mensagem e desenvolvimento de software do produtor.

Podemos ainda definir a produção em serviços como um processo que ocorre ao longo do tempo, e que a oferta do produto é concomitante com esse processo. Assim, se estabelece uma relação próxima entre os clientes e os usuários, ao ponto que as características e capacidades dos usuários interferem no resultado da produção do serviço. Numa primeira aproximação, podemos definir as inovações em serviços como consequências de mudanças nas capacidades dos produtores e também dos usuários.

A partir destas características específicas do setor de serviços Miles (2008) define uma taxonomia para classificar as inovações em serviços. O autor ressalta que devido à concomitância entre o processo produtivo e o produto, a classificação separada das inovações em inovações de produtos e processos não faz sentido para o setor de serviços. Como alternativa à taxonomia tradicional de inovações, divididas em: processos, produtos, organização da firma e marketing, Miles apresenta a seguinte classificação:

- Inovação de conceito de serviço: a oferta de um serviço novo para seu mercado. Muitas inovações dos serviços envolvem alterações em suas características intangíveis, o que torna difícil sua identificação. Como exemplos podemos citar os novos tipos de contas de bancos ou serviços bancários. O fato de ser intangível não quer dizer que não possa ser mensurável, apenas que é mais difícil.
- Inovação de interface com o cliente: modificação na interação com o cliente. As formas que os clientes afetam a produção. Um exemplo disso é adicionar o *self-service* ao serviço: postos de gasolina em que o próprio cliente enche o tanque do carro, restaurantes em que os clientes se servem e bancos com unidades de autoatendimento.
- Inovação de sistema de entrega do serviço: A forma que os serviços são entregues aos clientes o que pode significar um distanciamento entre o prestador de serviço e o cliente, tornando desnecessário a presença do cliente para a prestação do serviço. Este tipo de inovação pode ser correlacionado com as inovações por modificação da interface com o cliente. A tecnologia da informação tem um papel importante nesse tipo de inovação, por permitir a comunicação de forma eficiente de informação a longas distâncias.
- Inovação tecnológica: este tipo de inovação representa o progresso tecnológico associado à alteração do capital e à melhoras na produtividade e da qualidade da prestação de serviços.

Uma das consequências dessa nova era de valorização do conhecimento e da informação é o crescente aumento de valor do setor de serviço e o aumento da produção de intangíveis. Esse crescimento de produção não ocorreu apenas no setor de serviços. Está cada vez mais comuns produtores de bens ofertarem serviços também, como por exemplo: serviços de atendimento ao consumidor, serviços de pós-venda, oferta de bens de capital como serviços (sem a transferência de propriedade) ...

Dada essa nova realidade é preciso analisar a inovação não apenas a partir de características específicas das firmas de serviços ou de bens, mas numa visão da inovação de forma a integrar as duas atividades na firma. Nessa visão a firma teria características de ambos os setores e o que definirá a qual setor a firma pertence é a intensidade ou a importância para a firma de fatores específicos de um dos dois setores.

Gallouj e Savona (2010) apresentam o modelo de inovação baseado em características (*characteristics approach*). Nesse modelo o produto poderia ser definido como um vetor de características (Ex. um produto financeiro seria um ativo composto por um indicador de liquidez e um outro indicador de retorno de ativo). Segundo essa concepção de produto, a inovação ocorreria de três formas: variação de algum elemento do vetor de características de características, adição de algum elemento que antes não existia ou da recombinação dos elementos originais.

Na adaptação desse modelo para a economia de serviços, porém preservando sua capacidade explicativa para a indústria de bens, o vetor de produto pode ser definido a partir de cinco categorias: características de serviços [Y], características técnicas internas [T] e externas [T'], competências internas [C'] e externas [C'']. A partir dessa metodologia é possível representar os produtos tangíveis e os intangíveis. O autor classifica a produção em quatro tipos:

- Serviços puros: ([C'']-[C]-[Y])
- Bens puros: ([T]-[Y])
- Bens e serviços integrados: ([C'']-[C]-[T]-[Y])
- Serviços de autoatendimentos: ([C'']-[T]-[Y])

A partir desta concepção a inovação ocorreria a partir das mudanças de algum dos elementos no vetor ou pela recombinação de elementos no vetor, seja a subtração de um elemento ou a adição de outro. A partir dessa definição de inovação as inovações podem ser classificadas em:

- Inovação radical: criação de um conjunto de características e competências novas.

- Inovação de melhoramento: não melhora a estrutura da composição da geração do produto apenas a melhora na qualidade de certas características.
- Inovação incremental: Adição ou a eliminação ou substituição de algum característica
- Inovação de recombinação: Dissociação e recombinação de características técnicas.
- Inovação formalizada: Formatação e padronização das características.

Essa abordagem é capaz de identificar inovações tecnológicas e não tecnológicas e obtidas a partir do cliente ou do produtor. Com isso ela é capaz de ser utilizada tanto na compreensão do setor de bens ou do setor de serviços, ou ainda em empresas que ofertem tanto serviços quanto bens.

2.3.2 - A apropriação do excedente da inovação pela firma

Após o estudo da inovação como um processo é importante entender os resultados da inovação. Mais especificamente os resultados em termos de apropriação dos fluxos de lucros provenientes da inovação. Agora será apresentado um modelo que tenta explicar como a divisão desses fluxos de excedente da inovação serão estabelecidos. Este método será particularmente importante para explicar os casos em que seria esperado a inovação gerar um retorno de capital nulo ou negativo devido à dispersão do excedente.

Antes de apresentar o modelo é preciso fazer uma observação importante. Esta modelo parte da hipótese de que as inovações foram exitosas em gerar valor econômico. Ou seja, ao utilizarmos este modelo para analisar as distribuições de excedente entre os agentes relevantes para o mercado estamos supondo que a adoção da TI gerou valor para o mercado. De forma simplificada estabeleceremos que a inovação gera valor de três formas básicas: redução de custos através, principalmente, da automação, agregando valor ao produto, ou sendo utilizada para introduzir um produto novo que define um novo mercado.

O modelo utilizado para analisar esta divisão do excedente será o “*Profiting from Innovation*” – PFI, desenvolvido em Teece (1986 e 2006). O modelo define a divisão do excedente a partir de três critérios: regime de apropriação, fase da difusão da inovação e a propriedade sobre os ativos complementares para a produção e comercialização da inovação. A partir da análise destas três características o modelo define como será dividido o excedente e

como as firmas irão adquirir os ativos complementares, pelo mercado ou integrando internamente.

O regime de apropriação é a primeira coisa a ser analisada. Ele é uma forma de medir o quão fácil é a cópia da inovação pelos concorrentes da empresa inovadora. Caso a imitação da inovação pelos concorrentes seja fácil o regime será fraco, caso contrário ele poderá ser considerado como forte³³. Em situações em que o regime é forte o inovador garante a apropriação da inovação, e com isso, pode se apropriar quase que exclusivamente dos fluxos de excedente provenientes da inovação. Esta condição é função tanto de regimes legais que garantem a apropriação da invenção e do conhecimento quanto de aspectos específicos da tecnologia e do conhecimento associados à inovação.

A partir desta definição podemos separar o regime de apropriação em dois: o formal e informal. Como sistema de apropriação formal podemos considerar os instrumentos legais que garantem a apropriação do conhecimento (patentes, propriedade intelectual, segredo industrial, *copyright*...). Por sua vez, os instrumentos informais de apropriação do conhecimento são seus aspectos específicos que dificultam a sua replicabilidade.

Como visto anteriormente, os conhecimentos tácitos tendem a ser dificilmente transferidos, tendo que ter a iniciativa do portador do conhecimento para o estabelecimento de uma relação de aprendizado de professor-aluno entre o portador do conhecimento e o receptor. Essa característica específica do conhecimento faz com que inovações baseadas em conhecimentos tácitos sejam mais fáceis de serem protegidas pela empresa contra a imitação dos concorrentes como a simples cópia não seria possível, para as empresas adotarem a inovação teriam que desenvolver internamente os conhecimentos tácitos e específicos associados à inovação.

A segunda característica importante na determinação da apropriação do excedente é a fase paradigmática em que a competição da inovação se encontra. Isto é, se já emergiu um projeto dominante ou a competição da inovação ainda se encontra na briga pelo estabelecimento de um padrão para o projeto da inovação.

No período inicial do processo de difusão da inovação existe uma multiplicidade de conceitos e projetos com características distintas do mesmo tipo de inovação (processo ou produto para fins desta análise). Nesta fase, tida como pré-paradigmática, ainda não há um

³³Esta definição do regime de apropriação a partir de características discretas e dicotômicas, fraco ou forte, é apenas uma simplificação teórica. A realidade é que existe um contínuo de intensidade de dificuldade de apropriação da inovação.

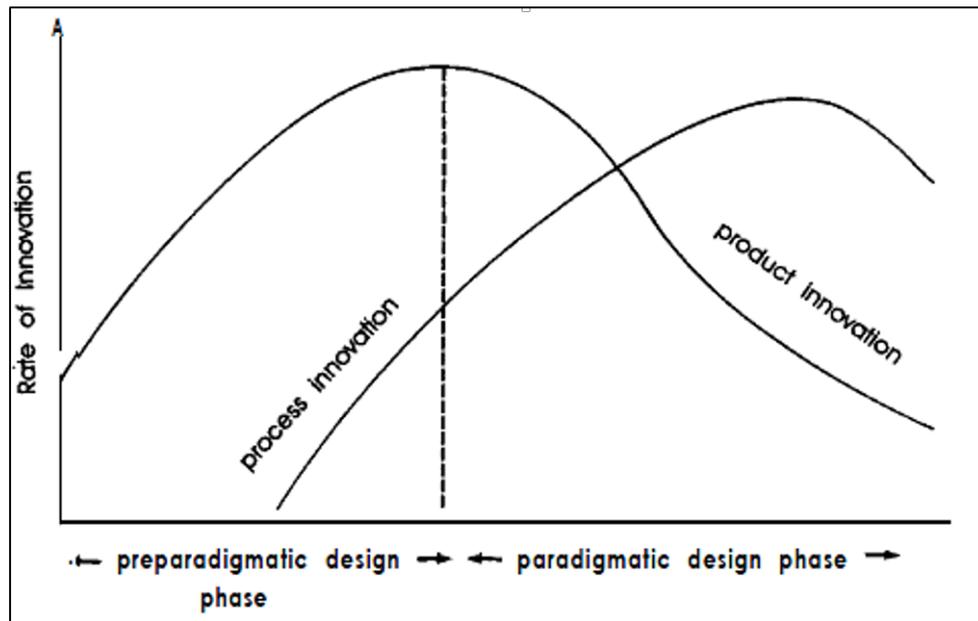
consenso a respeito de um padrão ou um conjunto limitado de padrões que se estabeleceram no mercado. Desta forma, a competição ocorre na definição de qual será o melhor padrão.

Conforme a inovação se difunde e progride tecnologicamente, segundo sua trajetória tecnológica, o mercado age como um seletor e define qual padrão ou conjunto restrito de padrões são os mais adequados para satisfazer suas necessidades. Após essa transição a fase muda da pré-paradigmática para a paradigmática, fase em que um paradigma quanto a inovação já está estabelecida, definindo um conjunto de características médias que cada inovação terá que ter. Segundo Teece (1986):

“...at some point in time, and after considerable trial and error in the marketplace, one design or a narrow class of designs begins to emerge as the more promising. Such a design must be able to meet a whole set of user needs in a relatively complete fashion.”
(Teece, 1986, p. 288)

Como há grande incerteza sobre a definição de quais características serão mais importantes para o produto ser competitivo no mercado a variação qualitativa dos produtos e a quantidade de inovações de produto é mais intensa na fase pré-paradigmática. Na fase paradigmática os produtos não apresentam mais o mesmo grau de heterogeneidade. A escala de produção aumenta e a lógica da competição entre firmas se altera da dimensão das características qualitativas do produto para o preço. Neste cenário a eficiência produtiva se torna um fator fundamental para a competitividade e devido à necessidade e ao know-how acumulado ao longo do ciclo do produto as inovações de processo se tornam mais frequentes.

Gráfico 2: As fases do projeto do produto



Fonte: Teece (1986)

Quando ocorre essas mudanças as competências necessárias para ser eficaz na competição também se alteram, e empresas que antes tinham uma vantagem competitiva podem passar para uma situação de desvantagem caso não tenham as competências necessárias para uma competição mais focada nos preços. Este fato pode ser uma explicação para o fato de que em muitos casos as empresas que introduziram a inovação não são bem-sucedidas durante o período de difusão da inovação. Ou seja, as competências inovativas são diferentes das competências produtivas. Com isso uma empresa que antes foi competitiva na fase pré-paradigmática e conseguiu estabelecer a sua inovação como o padrão, na fase paradigmática em que as características médias dos produtos já estão estabelecidos e a eficiência produtiva passa a ser mais importante, ela perde a competitividade e outras empresas se apropriam do excedente da produção.

O último fator e considerado como o mais importante para análise por Teece, é a propriedade dos ativos complementares necessários para a produção e comercialização da inovação. Estes ativos estão normalmente relacionados à oferta de serviços complementares, necessários para a comercialização da produção. Segundo Teece (1986):

“In almost all cases, the successful commercialization of an innovation requires that the know-how in question be utilized in conjunction with other capabilities or assets. Services such as marketing, competitive manufacturing, and after-sales support are always needed. These services are often obtained from complementary assets which are specialized.” (Teece, 1986, p. 288)

Podemos classificar os ativos complementares em três: genéricos, especializados e co-especializados. Os ativos genéricos são os que possuem múltiplos usos alternativos, podendo ser utilizados para outros fins que não ofertar estes serviços complementares. Os especializados são os de uso restrito para a oferta destes serviços, gerando uma relação de dependência unilateral entre a inovação e o ativo, no sentido de a inovação ser dependente do ativo. Já nos ativos co-especializados a dependência é bilateral.

A posse de ativos complementares também determina quais os caminhos que a empresa irá buscar no desenvolvimento de novos produtos. É razoável supor que as firmas procurem adotar e perseguir trajetórias de inovação que valorizem seu portfólio de ativos. Dessa forma quando a empresa inovar ela já terá os ativos complementares necessários para a sua produção e comercialização.

Caso a empresa não possua os ativos complementares necessários ela terá que os adquirir de alguma forma, seja através do mercado pelo sistema de preços, ou no caso de haver falhas de mercado terá que o desenvolver internamente. Nesse sentido o ativo complementar tem importância estratégica na análise pois a princípio sua obtenção será difícil e a não obtenção desse ativo comprometerá o desempenho competitivo da firma.

Apresentado todos os três elementos fundamentais na determinação do excedente é preciso entender como eles se relacionam e o resultado dessa interação. De forma esquemática podemos avaliar o impacto dessas relações pelo quadro a seguir.

Quadro 6: A apropriação do excedente da inovação

		Forte apropriação	Fracamente apropriação	
			Inovadores posicionados de forma vantajosa em relação ao acesso aos ativos complementares	Inovadores posicionados de forma desvantajosa em relação ao acesso aos ativos complementares
Estratégias	Inovadores e imitadores com vantagem na negociação com os proprietários dos ativos complementares especializados	Contrato	Contrato	Contrato
Resultado		Inovador deverá ganhar	Inovador deverá ganhar	Inovador ou imitador deverá se beneficiar os proprietários dos ativos não se beneficiarão
Estratégias	Inovadores e imitadores com desvantagem na negociação com os proprietários dos ativos complementares especializados	Contrato se conseguir ser realizado de forma competitiva ou desenvolvimento interno	Integração	Contrato
Resultado		Inovador deverá ganhar apesar de caso estabeleça contrato terá de dividir os lucros com o proprietário dos ativos	Inovador deverá ganhar	Inovador irá perder conforme o ciclo do produto avança para os imitadores ou para os proprietários dos ativos

Fonte: Teece (1986)

A primeira questão a ser avaliada é o regime de apropriação em que a inovação da empresa está inserida. Caso a apropriação seja forte, a firma inovadora se encontrará numa situação confortável, podendo desenvolver o projeto do produto até a fase paradigmática, e nesta fase, caso não tenha os ativos complementares necessários, terá tempo para desenvolvê-los ou então contratá-los. Assim, a empresa inovadora tenderá a se apropriar de quase a totalidade do excedente, no máximo, caso ela se encontre numa situação de dependência em relação aos fornecedores dos ativos específicos terá que repartir com eles o excedente.

A decisão de contratar ou desenvolver os ativos complementares parte da ótica das lentes de contrato. Quanto mais especializado o ativo, maior será o custo de transação e com isso mais atrativo será o desenvolvimento interno do ativo. Assim, caso a empresa não possua o ativo ela contratará os ativos complementares de terceiros, ou os serviços oriundos de ativos complementares de terceiros, e desenvolverá os ativos complementares especializados e co-especializados.

Caso a empresa não encontre formas eficazes de se apropriar da inovação, a empresa terá que competir nas duas fases, pré-paradigmática e paradigmática. Na primeira a competição

é pelo projeto dominante e na segunda, por custo. Assim, a firma será mais bem-sucedida ao entrar na fase em que seus ativos e capacidades lhe tragam maior competitividade.

Dependendo da dimensão da competição os ativos necessários para que se obtenha eficiência no mercado são diferentes. Por exemplo, na fase inicial é necessário que a empresa tenha recursos financeiros e organizacionais para permanecer no mercado até que um projeto dominante seja estabelecido, já na segunda fase a empresa necessitaria de eficiência produtiva, acessos eficientes às matérias primas, capacitações em marketing e pós-vendas, entre outros.

Nesta análise, os ativos complementares são centrais para a determinação da apropriação dos lucros. Numa fase onde o projeto dominante já está estabelecido é a posse de ativos complementares específicos que irá assegurar à empresa poder de mercado. Estes ativos são, segundo o autor, difíceis de serem imitados e por isso conferem a apropriação dos lucros de uma inovação.

Devido à separação feita na PFI entre a busca e a exploração da busca, inventar e inovar, é possível que firmas se especializem em uma dessas atividades caso haja um regime de apropriação rígido que possa tornar o know-how da invenção uma mercadoria. Assim, se a firma não possuir os ativos complementares para a exploração da invenção no mercado via sua produção, ela pode licenciar a sua tecnologia para empresas mais proficientes na produção e comercialização.

Uma ressalva que pode ser feita em relação a esse modelo é que ele foca sua análise na repartição dos lucros entre os fornecedores de ativos complementares, inovadores e imitadores. Apesar de citar como possibilidade a apropriação do excedente pelos consumidores não é explorado. Utilizando a lógica do modelo os consumidores se apropriariam do excedente quando nenhum dos três agentes conseguirem se apropriar da inovação ou dos ativos complementares. Dessa forma, através da competição por preços seria possível que os consumidores se apropriem de uma maior parte no excedente.

2.4 - MENSURAÇÃO DO CONHECIMENTO

A mensuração do conhecimento tem se apresentado como uma tarefa difícil para os economistas. A teoria econômica tradicionalmente tinha o costume de se dedicar mais ao lado tangível da economia. Porém com a emergência do setor de serviços e da economia do conhecimento a parte intangível da produção começa a demandar mais atenção e formas mais adequadas à sua imaterialidade para a mensuração de sua produção.

Os principais indicadores utilizados para mensurar o conhecimento na economia, segundo a OCDE, são os seguintes: gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), emprego de engenheiros e técnicos especializados, quantidade de patentes e o balanço de pagamentos internacional de tecnologia.

Os indicadores de P&D retratam a busca explícita das firmas em busca de aumentar a sua fronteira de conhecimento. Um viés desse indicador é que ele só compreende as práticas de aprendizado de conhecimentos tecnológicos, geralmente com alguma base científica. Os conhecimentos mais práticos gerados a partir do dia-a-dia dos trabalhadores da firma e incorporados nos processos produtivos não são compreendidos por essa medida. Assim, apenas uma fração do conhecimento gerado pela firma é mensurado por essa estatística.

As patentes são a codificação do conhecimento a fim de buscar uma garantia legal de propriedade e uso exclusivo do conhecimento contido na mensagem. Por ser a própria representação do conhecimento ela pode ser considerada uma boa estimativa do conhecimento apropriado pela firma. Porém, nem todo conhecimento se reflete em patentes. Pela própria natureza da patente, somente a sua contrapartida codificável é mensurada. Lembrando que a codificação é um reducionismo do conhecimento, uma fração do conhecimento não seria mensurado.

Ainda, comprometendo ainda mais essa estatística, mesmo que o conhecimento possa ser codificado não existe nenhuma razão que garanta que ele será patenteado. O patenteamento é uma forma de proteger o conhecimento ao estabelecer a propriedade sobre a originalidade de uma invenção, resultado da aplicação do conhecimento. Então caso não haja necessidade de garantir a propriedade (como por exemplo em casos de que o conhecimento seja de difícil implementação ou transferência), não haveria justificativas para que a empresa incorra em custos de codificação e de processos legais para a obtenção da patente.

Um terceiro problema da patente, é que por ela ser um mecanismo legal, depende dos mecanismos institucionais do sistema de inovação ao qual a geração de conhecimento está compreendida. Por isso, para que seja possível analisar a geração de conhecimento através da patente é preciso que as empresas tenham essa possibilidade legal.

Medir a quantidade de conhecimento pela quantidade de profissionais da área de engenharia também tem as suas limitações. Essa abordagem, assim como os gastos P&D e a quantidade de patentes retrata apenas o lado formal da aquisição de conhecimento. Um outro ponto, é que essa não é uma medida de conhecimento ou de geração de conhecimento, mas sim de capacidade de geração de conhecimento.

A última forma de medir o conhecimento segundo as recomendações da OCDE é o balanço de pagamentos de tecnologia. Este mede os fluxos internacionais de conhecimento pelo pagamento de taxas de licenciamento de tecnologia e outras formas de aquisição de conhecimento. Assim como as outras medidas, não existe garantia de que o balanço de pagamentos de tecnologia seja capaz de mensurar todos os fluxos de conhecimento.

A partir dessa breve revisão das recomendações da OCDE de como medir o conhecimento, podemos perceber a complexidade do tema revelado na incapacidade de desenvolvimento de uma medida que consiga quantificar por completo todas as dimensões do conhecimento dentro da firma. A quantificação dos ativos intangíveis da firma é tão difícil que nem mesmo a firma consegue mensurar com exatidão o valor de todos os seus ativos.

2.5 - CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Sob a perspectiva adotada até o momento a firma é o local de acumulação de conhecimento com o objetivo de aplicação econômica. O conhecimento se reflete no capital utilizado pelas firmas, na forma em que os trabalhadores utilizam o capital, nos processos produtivos, na gestão da firma, nas decisões estratégicas. Na TI também estaria incorporado parte desse conhecimento.

Como já definido anteriormente a TI é uma tecnologia de uso genérico, capaz de ser utilizada em diversos setores da economia. É uma tecnologia formada por dois componentes: hardware (tangível) e software (intangível). A TI é uma tecnologia com capacidades de armazenamento, processamento e transmissão de informação.

O hardware e o software são dois fatores complementares. O software determina as instruções para o uso da informação codificados nos algoritmos dos programas. O hardware determina as capacidades de processamento, armazenamento e transmissão da informação. A partir dessas duas definições podemos estabelecer uma relação de complementariedade entre os dois componentes. O software seria o cérebro, definindo as ações que tem que ser feitas, e o hardware seria o corpo, realizando os trabalhos.

Se analisarmos a TI em relação ao trabalho veremos que a TI o impacta de duas formas: complementar e substituo. O impacto substituo sobre o trabalho ocorre nos processos de automatização do processo produtivo. Nesses processos parte do know-how dos trabalhadores e de suas rotinas seria codificado e incorporado na TI através da codificação nos softwares. Os

algoritmos nos softwares são a representação das instruções adotadas pelos funcionários no exercício de suas funções³⁴.

A automatização substitui o trabalho pelo capital, conseqüentemente, substitui conhecimento tácito por codificado. Como já discutido, o conhecimento tácito é um conhecimento aberto, que está em constante evolução. O conhecimento codificado é estático, está fechado. A mudança da composição da natureza do conhecimento enrijece a produção, limitando o processo produtivo. Um processo produtivo rígido não consegue se adaptar agilmente às imprevisibilidades. Caso ocorra algo imprevisto, é necessário além de gerar o conhecimento necessário para resolver o problema, codificar o conhecimento para alterar o software e adaptá-lo à nova realidade.

Apesar de aumentar a rigidez, não podemos utilizar esse conceito de forma radical. Conforme o hardware se torna mais poderoso e os algoritmos dos softwares mais complexos, a quantidade de cenários que o software estará preparado a solucionar aumenta. Este aumento da capacidade da TI aumenta a sua flexibilidade e a prepara para solucionar um número maior de problemas sem que haja a necessidade de uma reprogramação. Ainda, conforme os softwares vão sendo desenvolvidos e utilizados através do aprendizado, o desenvolvimento tende a incorporar os algoritmos necessários para aumentar a resolubilidade do software.

Conforme o progresso tecnológico da TI avança a sua capacidade de processamento do hardware e a complexidade do *know-how* contido nos algoritmos dos softwares a TI se torna mais flexível. Com isso a sua capacidade substitutiva aumenta e ela se torna capaz de executar tarefas cada vez mais complexas. Exemplos disso podem ser encontrados na medicina e no direito com o uso da inteligência artificial. Na medicina existe uma iniciativa de automatizar o diagnóstico de doenças a partir do uso de um supercomputador. No direito, mais especificamente no direito de propriedade intelectual, na Alemanha existe uma empresa empenhada em criar um programa para automatizar o julgamento de pedidos de patentes.

A transferência do conhecimento do trabalhador para o capital torna mais fácil a reprodução desse conhecimento. Após o trabalho de codificação do conhecimento a sua reprodução se torna trivial. No caso do software a facilidade ainda é maior, pois por ser um conteúdo digital a sua reprodução tem um custo próximo a zero, se restringindo a um processo

³⁴ Essa especificidade do software de ser uma linguagem utilizada para incorporar o know-how de outras atividades pode ser um dos motivos da dificuldade da atividade de programação. Para escrever o programa é necessário ter conhecimentos da linguagem e do código. Normalmente o programador tem apenas o conhecimento a respeito do código, o conteúdo da mensagem tem que ser transmitido por um terceiro, o cliente. Assim, a comunicação entre o cliente e o programador é fundamental para que a mensagem seja transmitida corretamente e o software atenda às necessidades do demandante.

de “copiar e colar”. Enquanto isso no trabalho, para que ocorra a transferência do conhecimento de um trabalhador para o outro a tarefa é mais complicada, caso o conhecimento não esteja codificado ou não seja codificável, os trabalhadores teriam que estabelecer uma relação de aprendiz e mestre para que ocorra a transferência do conhecimento. Esse seria um processo consumidor de tempo e dependente da competência dos funcionários. Caso o conhecimento esteja codificado, a transferência se torna mais fácil, porém ainda demandante de tempo e capacitações (apesar de que nesse caso não precisaria do estabelecimento da relação de aprendizado).

Esta crescente transferência do know-how dos trabalhadores para o capital modifica as competências necessárias para os trabalhadores. Cada vez mais eles precisam saber menos do *know-how* específico para a realização da atividade em si e ter mais *know-how* de como interagir com a TI para que a TI se encarregue de realizar o trabalho. Este não é um processo novo, podemos considerar que toda automatização é um processo de transferência de conhecimentos do trabalho para o capital e de modificação nas capacidades necessárias para os trabalhadores. A grande diferença da TI é que ela é capaz de incorporar instruções e procedimentos complexos o que possibilita a automatização sem que haja um sacrifício muito grande sobre a flexibilidade.

Além do caráter substituto da TI, a tecnologia possui uma outra característica, a complementariedade. Este segundo impacto da TI sobre o trabalho é derivado de sua capacidade de manipulação da informação. Neste caso a TI seria apenas uma ferramenta para o trabalho, estabelecendo uma relação de complementariedade com o trabalho. A TI associada ao trabalho no processamento de informação aumenta a capacidade do trabalhador em gerar e acumular o conhecimento, além de facilitar a utilização o conhecimento na produção.

Nessa forma, a TI funcionaria como uma ferramenta para o trabalho humano. Como ferramenta a TI é heterogênea, apresentando vários graus de complexidade e conseqüentemente dificuldade de utilização. Quanto maior for essa dificuldade maior a necessidade de know-how por parte do trabalhador. Assim, além do efeito de substituir o trabalho ela modifica as capacitações necessárias por parte dos funcionários em função da complexidade do capital.

Estes dois efeitos causam um impacto ambíguo sob a massa salarial pois ao mesmo tempo em que substitui o trabalho por capital, ela demanda um trabalhador mais qualificado que em geral é mais escasso no mercado de trabalho e tende a receber um salário superior, aos de qualificações genéricas. Dessa forma apesar de o número de funcionários diminuir o salário aumenta e dependendo da intensidade dos dois efeitos pode ser que a massa salarial aumente ou diminua.

A TI também impacta no relacionamento entre as firmas, facilitando a comunicação entre os agentes econômicos: firmas, institutos de pesquisa, clientes, fornecedores.... Dada as tecnologias de transmissão de dados, a comunicação entre os agentes se torna mais eficiente e eficaz. Devido à convergência digital uma variedade de formas de codificar a informação (vídeo, texto, som, imagem...) são possíveis de serem transferidas a um custo mais baixo.

A facilidade de interação entre os agentes tem um grande impacto sobre os processos de aprendizado, que por definição é um processo interativo. A maior comunicação da informação permite que uma quantidade maior de agentes tenham o acesso ao conhecimento codificado na informação. A maior difusão do conhecimento aumenta a probabilidade de que ocorra um aprendizado. Ainda, a maior interação dos agentes através das tecnologias digitais facilita o trabalho colaborativo na busca e desenvolvimento de conhecimento.

Agora, na próxima sessão, cabe especificar os possíveis impactos da TI nos serviços bancários, para depois através do relato histórico e de uma análise de dados recentes, agregados para o setor bancário, tentar entender como essa dinâmica ocorreu de fato.

3 - O SETOR BANCÁRIO E A AUTOMAÇÃO BANCÁRIA

A automação bancária pode ser analisada através de estágios que se desenrolam cronologicamente, ou a partir do tipo de tecnologia utilizada. A primeira forma de analisar se concentra nos resultados do processo inovador e utiliza esses resultados para classificar o processo de inovação em fases. O segundo modo busca analisar a tecnologia adotada e classificar a inovação a partir de níveis tecnológicos. Apesar de ambas as abordagens serem enviesados para a questão tecnológica da inovação, para fins deste trabalho, de analisar a inovação bancária a partir da introdução e do desenvolvimento da tecnologia de informação, estes métodos de análise são bastante pertinentes.

Este capítulo fará uma apresentação teórica sobre a automação bancária, sendo que três serão analisados para o estudo. O primeiro é o ciclo reverso do produto apresentado em Barras (1986 e 1990), que analisa a adoção da TI aplicada especificamente ao setor governamental e de finanças. O objetivo do modelo é estudar o processo de difusão da TI no setor usuário de tecnologia e seus desdobramentos em novas inovações. Em seguida será realizada uma crítica ao modelo de Barras e apresentado o conceito de trajetória tecnológica como alternativa ao de ciclo do produto. Devido a uma menor rigidez um modelo com base no conceito da trajetória tecnológica ao invés do ciclo do produto será optado. Outro modelo a ser estudado é o desenvolvido em Cassiolato (1992) que estuda a inovação do setor bancário a partir de uma classificação quanto a especificidade da tecnologia adotada. Em seguida é feito um esforço de conciliação do modelo de Cassiolato com o conceito de trajetória a fim de identificar ao longo do tempo os momentos em que a tecnologia da informação utilizada pelos bancos se torna específica ao processo produtivo bancário. Esta união é adequada porque será feito um estudo histórico a respeito do processo de automação bancária, e o objetivo da análise é tentar identificar os impactos da TI do ponto de vista da competitividade.

Por fim, é feito uma análise da apropriação dos lucros a partir da teoria de Teece de “*Profiting from Innovation*”. Este último item tenta identificar teoricamente as implicações do desenvolvimento teórico apresentado até agora para a apropriação dos lucros provenientes das inovações. Um ponto central para essa análise é a especificidade do ativo utilizado na inovação.

3.1 - O CICLO REVERSO DO PRODUTO

O modelo do ciclo reverso do produto foi desenvolvido em Barras (1986). Foi um dos primeiros estudos sobre a inovação de serviços a partir de um viés teórico schumpeteriano. O

estudo tem o objetivo de estudar as inovações nos serviços (particularmente a administração pública e serviços financeiros e administrativos) a partir da adoção da TI. Esta primeira tentativa é considerada por pesquisadores da área de inovação em serviços como uma abordagem tecnicista. Ou seja, considera apenas as inovações oriundas de avanços tecnológicos, importando conceitos e métodos de análise similares a dos setores produtores de bens.

Esta modelo parte do ciclo de produto original desenvolvido por Kuznets (1953)³⁵ apud Barras (1986), e tenta adaptá-lo para o setor de serviços. O modelo do ciclo do produto original classifica o processo de difusão de uma inovação em três fases. Em cada uma dessas fases um tipo de inovação predomina e a competição ocorre em função desse tipo de inovação predominante.

A primeira fase é composta pela introdução de um novo produto. Em geral é uma inovação radical de produto. Nesse primeiro momento ocorrem muitas inovações de produto, a diversidade de características dos produtos é elevada. Devido à baixa difusão do produto, o custo unitário de produção é elevado. A competição a partir das características dos produtos, uma competição para selecionar o padrão ou um conjunto restrito de padrões que mais se adequam às necessidades do mercado.

Após a emergência de um padrão dominante o ciclo do produto entra em sua segunda fase. Configurada a segunda etapa, o produto está mais padronizado e a qualidade e especificações técnicas desse produto são melhoradas por inovações de processo. Ainda nessa fase conforme os processos de aprendizados vão sendo realizados com a produção, os processos produtivos vão se tornando mais eficientes. O progresso técnico e o aumento da difusão do produto diminuem o custo unitário da produção.

Na terceira fase o produto está maduro, a oportunidade tecnológica diminui, a produção já está altamente automatizada e o mercado já está saturado, sem muitas expectativas de crescimento. Nesta fase a competição muda de especificações de produto para preço, com isso as inovações em processo se concentram em diminuir a quantidade de trabalho, aumentando a produtividade do trabalho e diminuindo os custos unitários.

Como o próprio nome do modelo sugere, o ciclo do produto da adoção da TI no setor bancário é o inverso do ciclo do produto tradicional. As primeiras inovações são incrementais, mudanças tênues mudando o processo produtivo a fim de reduzir os custos. Na segunda fase as inovações incrementais mais radicais mudam consideravelmente a qualidade dos serviços prestados. Na última etapa, quando a utilização da tecnologia estiver mais madura, novos

³⁵ Kuznets, *Economic Change* (Norton, New York, 1953)

produtos são criados. Ou seja, ao invés do ciclo do produto ir das mudanças mais radicais para as mais incrementais, o caminho é inverso.

Durante a primeira fase do ciclo de inovações o setor usuário de tecnologia concentra em processos de automação, um processo de substituição de trabalho por capital a fim de diminuir os custos operacionais. Os ganhos de produtividade ocorrem a partir da economia com a mão de obra. Porém, esses ganhos só podem ser alcançados depois que a empresa adapte a gestão de seus recursos humanos à nova condição tecnológica.

“The early 1970s applications of mainframe computer technology in service organizations were certainly directed towards improved efficiency, and they usually led to the shedding of a considerable amount of clerical labor.” Barras (1986) (p. 166)

Na segunda fase a eficácia é priorizada à eficiência. A tecnologia passa a ser utilizada para melhorar a qualidade dos serviços existentes. Esta é uma fase de transição entre a primeira e terceira fase. Nessa fase começa a ocorrer competição por mercado, com as empresas buscando diferenciar seus serviços para expandir seu *market-share*. Neste ponto o mercado já se encontra mais saturado e apenas produzir mais do mesmo não é o suficiente para aumentar a base de clientes sendo necessário diversificar.

“These effects can clearly be seen in the more recent applications of mini and micro computer technology in services industries in the last few years. The focus of applications has moved from central systems directed towards internal administration, towards departmental applications on machines dedicated to the provision of improved services in sectors where there is growing consumer demand.” Barras (1986) p. 167

Na última fase o processo de inovação se concentra mais no produto ao invés do processo. Nessa fase o objetivo é aumentar a qualidade e a performance do produto para aumentar o mercado e capturar novos mercados. Surgem oportunidades para que novas indústrias e organizações entrem no mercado devido ao aumento da gama de serviços ofertados. A introdução do capital passa a aumentar as oportunidades de lucro, e também ao gerar novas linhas de serviço, aumenta a demanda por trabalho.

A categorização de um novo serviço pode ser analiticamente confusa dada a natureza concomitante do processo produtivo para o produto em si no setor de serviços. No caso o produto é o serviço consumido pelos clientes, enquanto o processo é a forma pela qual o produto é entregue aos clientes. Nesse caso quando ocorre mudança radical quanto à forma que o produto é entregue as características do produto são mudadas tão radicalmente que acaba por configurar um novo produto:

“...using an analogy with the contrast between a horse and a motor car as a means of transportation, these new services applications are so different in nature and mode of delivery from more traditional forms of services that they can meaningfully be described as new service products.”(Barras, 1986, p. 167)

Ao fim do ciclo reverso do produto um novo ciclo irá se iniciar, porém dessa seguindo o modelo padrão de desenvolvimento dos novos produtos, melhoras radicais do processo e por fim melhoras incrementais numa fase em que a oportunidade para inovar diminua.

As fases do ciclo reverso do produto ocorrem em paralelo com o ciclo do produto normal do setor fornecedor de capital. É importante ressaltar também, que esse modelo é apenas uma simplificação da realidade, onde a evolução do processo de difusão da inovação não é totalmente linear como esboçado no modelo. Na realidade o processo é interativo com *feedbacks* entre os setores desenvolvedores de tecnologia e os usuários.

A interação se revela na capacidade do setor usuário de tecnologia conseguir adaptar as tecnologias desenvolvidas nos setores desenvolvedores de tecnologias às necessidades de seus clientes. Esse processo de adaptação das soluções genéricas às necessidades específicas aumenta o nível de interação entre os usuários e os desenvolvedores de tecnologia. Em alguns casos, é possível que haja coprodução de tecnologia. Ao longo dessa trajetória de relacionamento entre os dois agentes, ocorre a geração de conhecimento especializado para a resolução dos problemas dos usuários. Nesse sentido a relação acaba se alterando entre as partes o setor usuário que antes era dominado pelo fornecedor passa a ser dominador. O setor fornecedor de tecnologia acaba tendo que desenvolver capacidades para a resolução dos problemas do setor usuário que algumas vezes só são necessárias para o setor usuário.

Devido a essa especificidade é comum que as empresas usuárias ao desenvolverem seu conhecimento a respeito do uso da tecnologia, não se limitem apenas ao uso. Pelo menos no setor bancário, praticamente todos os bancos grandes tem um setor de TI que não se encarrega apenas com a manutenção e operacionalização de tecnologia, mas também com o desenvolvimento. Mais especificamente o desenvolvimento de softwares que contém *know-how* e rotinas específicas do banco. Estes conhecimentos têm que ser preservados através do desenvolvimento interno, pois muitas vezes podem ser ativos estratégicos para a competição.

3.1.1 - Críticas ao Ciclo Reverso do Produto

O modelo do ciclo reverso do produto é um modelo limitado. Primeiro se comparado com as teorias de inovação de serviços apresentadas no capítulo anterior, o ciclo reverso do

produto compreenderia apenas a face tecnológica das inovações. A partir deste modelo inovações específicas do setor de serviços como as relações com os clientes, interface com o cliente, geradas por meio não tecnológico não seriam englobadas, ou então consideradas de forma superficial. Ainda, a evolução do conhecimento específico à prestação de serviço também não seria considerada como uma fonte de inovação. Por exemplo, no setor de financeiro, quando a partir da evolução dos conhecimentos financeiros de uma instituição ela institui um produto financeiro novo independente do uso de tecnologia.

Gallouj (1998) faz uma análise sobre o ciclo reverso do produto e critica sua replicabilidade a outros setores de serviços. Uma das críticas realizadas ao modelo do ciclo do produto é o seu viés extremamente tecnicista e o fato dele não considerar as especificidades do setor de serviços. Ao utilizar uma abordagem importada do setor produtor de bens o modelo não considera que nos serviços o que é comercializado não é um produto em si, mas sim um processo. Ao utilizar a classificação de inovação de produto e processo para distinguir os tipos de inovação, o modelo não considera que no setor de serviços esta distinção é ambígua.

O modelo é uma simplificação para entender os tipos de inovação e o padrão da competição com base na fase de difusão da tecnologia de informação no setor de serviços. É um modelo restritivo que suprime vários elementos do processo inovativo a fim de simplificar a análise. O modelo não considera fatores sociais e institucionais e como eles afetam o processo de difusão. Dessa forma sua replicabilidade em circunstâncias institucionais, sociais e econômicas distintas pode ocasionar resultados diferentes aos estipulados pelo modelo.

As simplificações realizadas no modelo ocasionam um determinismo tecnológico exógeno aos fatores econômicos. Como se determinantes tecnológicos se sobrepusessem a outros fatores que também afetam o processo de difusão e geração tecnológica. Se considerarmos o setor bancário, um dos setores mais regulados na economia, a não consideração de fatores institucionais pode acarretar em erro analítico.

Na medida em que a análise do setor bancário, a ser realizada no próximo capítulo, adotará uma perspectiva histórica, as limitações do ciclo do produto ao invés de facilitar a análise a prejudicam. Outro problema da utilização do modelo para fins desse trabalho é que nesse texto a análise não é de um produto (serviço) bancário, mas sim de uma série de inovações bancárias que se utilizaram da tecnologia da informação.

3.2 - TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA

Como alternativa ao modelo do ciclo do produto apresentaremos em seguida o conceito de trajetória tecnológica. A ideia de trajetória tecnológica vem sendo desenvolvida por vários autores da escola evolucionária. Antes de chegarmos ao conceito de trajetória tecnológica vamos retornar o conceito já mencionado no capítulo anterior de paradigma tecnológico. O paradigma tecnológico, como definido em Dosi (1984), é uma analogia ao paradigma científico de Kuhn. O paradigma tecnológico é um modelo ou um padrão de solução de problemas selecionados.

“...technological paradigm as a model and a pattern of solution of selected technological problems, based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies” (Dosi, 1984, p. 14)

O paradigma é ligado a heurísticas positivas e negativas, gerando também efeitos de exclusão quanto às possíveis soluções tecnológicas. Apenas uma forma de solucionar problemas é vislumbrada enquanto outras são ignoradas. O paradigma então define as direções a serem tomadas pelo progresso tecnológico, ao definir quais os caminhos possíveis a serem seguidos. Devido às limitações cognitivas dos pesquisadores e trabalhadores geradores de conhecimento, são restringidos os recursos tecnológicos a serem utilizados nas inovações, eles se tornam cegos em relações a outras oportunidades tecnológicas não compreendidas pelo paradigma.

Além de determinar a forma como as soluções são buscadas o paradigma também define uma noção de progresso tecnológico, ou melhor, o que pode ser considerado como um progresso em relação ao presente. Com isso são determinados problemas que a tecnologia tem que solucionar, características de produtos e serviços que tem que ser melhoradas em detrimento de outras. Esse norte dado pelos paradigmas, nas palavras de Dosi, “prescrições fortes sobre os rumos da mudança técnica para perseguir e aquelas a negligenciar”³⁶.

A partir da definição do paradigma temos a noção de progresso tecnológico. O autor define o que é a trajetória tecnológica de forma subordinada ao paradigma: “...*technological trajectory as the pattern of normal problem solving activity (i.e. ‘progress’) on the grounds of a technological paradigm*” (Dosi 1984, p. 15). Outra definição de trajetória tecnológica desenvolvida por Dosi (1982) é o de um movimento multidimensional entre *trade-offs*

³⁶Dosi (1982) página 152

tecnológicos selecionados pelo paradigma. A partir dessa definição o progresso seria considerado como uma melhora desses *trade-offs*.

Segundo Fonseca (1990), o progresso técnico tem direção, dimensão temporal e até contornos específicos. O progresso técnico não está apenas sobre a influência de fatores econômicos, como por exemplo: preço relativo dos fatores de produção e expectativas de demanda. Rosenberg (1976) aponta para uma natureza cumulativa e autogeradora do próprio progresso tecnológico. Nesse sentido a trajetória tecnológica seria determinada endogenamente pela própria tecnologia.

O progresso tecnológico tem características de descontinuidades e de continuidades. A continuidade estaria relacionada com as inovações incrementais e segundo o autor seriam as mais importantes para os ganhos de produtividade. As descontínuas seriam as inovações mais radicais, os rompimentos com trajetórias passadas, introdução de produtos e processos completamente novos que ao mesmo tempo em que rompem com as trajetórias próprias iniciam suas próprias trajetórias.

Limites impostos pela tecnologia em alcançar resultados econômicos resultam em uma direção que progresso tecnológico tem que seguir a fim de solucionar esse problema. Esses limites muitas vezes são impostos a partir da própria inadequação ou incapacidade tecnológica em prover os serviços necessários ao capitalista.

A orientação do progresso técnico está associada às regras convencionais e procedimentos que os agentes adotam na busca e desenvolvimento de novos conhecimentos. A adoção dessas regras é uma forma de os agentes diminuírem as incertezas a respeito do processo de busca.

Segundo Rosenberg (1976), a trajetória do progresso tecnológico equivale à direção com que o progresso tecnológico se desenvolve. Uma das forças que ditam a direção seria definida a partir de problemas inaugurados com a utilização da inovação. De forma simplificada uma inovação radical significaria um rompimento com uma trajetória passada e inauguraria uma nova trajetória com problemas próprios referentes ao uso dessa nova tecnologia. O progresso tecnológico ao longo da trajetória teria o objetivo de corrigir os problemas inaugurados com o uso da tecnologia e novos que forem aparecendo conforme a utilização da tecnologia.

As inovações radicais seriam uma resposta do capitalista ao limite de acumulação do capital. A existência do limite representa a incapacidade do atual em gerar mais excedente (mais especificamente o lucro). A fim de romper com esses limites se gera o novo. Essa é uma

definição bastante abrangente, podendo compreender vários tipos de inovação, e não apenas o tecnológico.

Estas inovações radicais costumam ser imperfeitas inicialmente, com várias falhas de projeto, que comprometem o desempenho. Ainda, a implementação de uma inovação radical causa um desequilíbrio com os outros elementos do processo produtivo, definidos por Rosenberg como um ‘desequilíbrio tecnológico’³⁷. Essas deficiências servem como guias para futuras melhoras e avanços tecnológicos, gerando sequências compulsivas de desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido o progresso e a trajetória do progresso tecnológico apresentam uma característica parcialmente endógena à própria tecnologia em que os melhoramentos são respostas a antigos gargalos tecnológicos.

As trajetórias tecnológicas podem variar em força, no sentido de inércia, ou seja, a partir do momento que a firma adotou uma trajetória a sequências compulsivas de desenvolvimento tecnológico e a cumulatividade do desenvolvimento aprisionam o usuário. Assim quanto maior a força de inércia da trajetória maior a dificuldade de troca para trajetórias tecnológicas alternativas.

A adoção a uma trajetória também é uma decisão incerta. É muito razoável supor que os agentes não consigam mensurar e prever todas as dimensões de uma trajetória *ex-ante*. Esse é um dos elementos relacionados com a incerteza do processo de busca e desenvolvimento de novos conhecimentos. Essa imprevisibilidade associada à força de inércia de algumas trajetórias pode gerar situações de aprisionamentos em trajetórias menos eficientes que outras, o que contribui para uma escolha não ótima do mercado.

Representando um produto, seja um bem ou um serviço, por um vetor com ‘x’ linhas e uma coluna temos que, cada elemento desse vetor presentaria a quantificação de uma característica desse produto (tempo de entrega, custo unitário, poder de processamento, disponibilidade, durabilidade...). Tendo essa representação em vista, podemos configurar o progresso tecnológico como aquele que altere os elementos escolhidos para serem desenvolvidos. Nesse sentido, a trajetória tecnológica poderia ser compreendida a partir da ótica de uma evolução de características selecionadas de produtos a serem desenvolvidas.

Com a alteração das características do produto podemos definir de forma bem genérica, que para o empreendedor, o objetivo último do progresso tecnológico são as expectativas de lucros acima da média do mercado ou um risco real de perda de parcela de mercado ou lucro. Segundo Rosenberg (1976) as ameaças apresentam forças superiores que os incentivos de lucro

³⁷Do original ‘technological imbalances’ em Rosenberg (1976)

e o progresso tecnológico incidiria sobre os fatores tecnológicos mais restritivos para a competitividade da firma.

Uma vantagem de se utilizar o conceito de trajetória é a sua generalidade. Ao definir de modo genérico que um limite à acumulação de capital pode causar a alteração de uma trajetória para outra, podemos argumentar que qualquer alteração, seja institucional ou econômico, funcione como um choque afetando as expectativas de lucro da firma, e que caso essas sejam duradouras, afetando as expectativas de longo prazo de lucro, é provável que elas inviabilizem uma trajetória econômica e induzam o mercado a seguir outra trajetória.

A análise da trajetória tecnológica é histórica sendo preciso, para entender a evolução das trajetórias, compreender o contexto histórico o qual essas escolhas foram realizadas. Sendo assim, esta seção se limitará a descrição de características mais genéricas e teóricas a respeito do conceito de trajetória. Na próxima seção será considerada fatores mais específicos da trajetória da automação bancária. O foco será em separar as tecnologias utilizadas no setor bancário para que no último capítulo possa ser realizada a análise da trajetória tecnológica tendo em vista a taxonomia desenvolvida em Cassiolato (1992) que separa a tecnologia bancária por níveis de especificidade.

3.3 - INOVAÇÃO BANCÁRIA POR NÍVEIS TECNOLÓGICOS

Um outro estudo sobre o processo de automação bancária, desenvolvido em Cassiolato (1992), se concentra na análise da relação usuário-produtor entre o setor bancário e o produtor de TI. Nesse modelo as inovações são analisadas a partir das características da tecnologia utilizada para a sua implementação e classificadas quanto ao grau de especificidade em termos de conhecimentos bancários utilizados para a inovação. São utilizadas três classificações: inovações a partir de tecnologias de infraestruturas, inovações a partir de tecnologias específicas e inovações de produtos bancários.

O nível tecnológico mais genérico da tecnologia bancária é a sua infraestrutura de TI. Essas tecnologias genéricas são utilizadas para o suporte das atividades bancárias e de outras tecnologias. Como exemplos destas tecnologias podemos citar os seguintes itens: computadores pessoais, mainframes, modems, ATM, sistemas operacionais, sistema de banco de dados.... Com algumas exceções, estes capitais são adquiridos por fontes externas à firma, pois muito pouco de conhecimento específico bancário é necessário para sua produção. A baixa especificidade do ativo e a existência de mercado fornecedor relacionado a esta inovação

permite que o banco utilize o mercado para ter acesso a esse capital³⁸. Se considerarmos apenas esse nível tecnológico o setor bancário poderia ser caracterizado a partir da taxonomia de Pavitt (1984) como um setor dependente dos fornecedores.

No segundo nível a tecnologia aplicada é específica às atividades dos bancos. Esse nível tecnológico pode ser dividido em duas partes: softwares e trabalho especializados. Ao mesmo tempo em que estabelecemos que o primeiro nível é composto basicamente por hardware e o segundo intensivo em software, determinamos um grau de complementariedade entre os níveis. Também é possível identificar elevado grau de complementariedade dentro desse nível, na relação entre trabalho manual e o software. Praticamente tudo no *back-office* depende dessa interação de trabalho manual e capital.

Essa infraestrutura de nível dois é utilizada para processar as transações bancárias e substituir algumas rotinas antes realizadas manualmente. Como cada banco tem suas rotinas específicas e formas de realizar a sua produção, as tecnologias de nível dois desenvolvidas são distintas entre os bancos. Então mesmo que para os consumidores não haja diferença de produtos, algo próximo de uma commodity, os processos internos no *back-office*, necessário para a oferta destes produtos, seriam diferentes para cada banco.

Como esse nível tecnológico é construído a partir das características específicas de cada banco, a tecnologia desenvolvida nessa etapa é fonte de diferenciação para os bancos. Enquanto o nível um fornecia a infraestrutura o nível dois determina a forma como essa infraestrutura será utilizada. Em muitos casos, devido à evolução do nível dois, as tecnologias de nível um tenham que se adaptar a elas.

Devido à especialização dos ativos dessa fase o simples fornecimento do capital por agentes externos não é o suficiente. A difusão tecnológica passa a ser realizada por empresas mais próximas aos bancos. Nesta fase se estabelece uma relação próxima entre os usuários de tecnologia e os produtores. Em muitos casos ocorre a coprodução do desenvolvimento da TI. Em outros mais extremos o desenvolvimento é completamente internalizado pelos bancos.

O último nível não é tecnológico *per se* mas é composto pelas necessidades de negócios que determinam os requerimentos tecnológicos. São as inovações bancárias, novos produtos, que determinam as novas necessidades tecnológicas. Essas são inovações específicas de serviços bancário, e o processo de determinação é oposta à convencional. Nesse caso as inovações bancárias seriam as indutoras das inovações tecnológicas.

³⁸ Segundo fulano(1956) um dos motivos para as firmas recorrerem ao mercado ao invés de produzirem internamente os recursos necessários para a realização de sua oferta a seus consumidores alvos é a existência de especificidade de ativos. Especificidade do ativo pode ser definida como um....

Quadro 7: Tecnologia de informação dos bancos por nível tecnológico

	Nível 1	Nível 2	Nível 3
	Tecnologia de infraestrutura (Intensiva em Hardware)	Tecnologia específica (Intensiva em Software)	Novos serviços (interfaces) bancários
Elementos Chave	Data center Mainframe Conhecimentos e tecnologias genéricas Sistemas de software Distribuição em mini/micros	Aplicativos Know-how de produto Know-how de processo Processamento do fluxo de trabalho	Necessidade por sistemas compatíveis Estratégia de negócios Esforço de marketing Serviço ao consumidor Trademarks
Fontes de Tecnologia	Externa Sem necessidade para desenvolvimento interno de capacidades	Maior parte externa apesar de ter uma parte interna Aumento da necessidade de capacitações internas	Maior parte interna Conhecimento específico é crucial
Nível de integração dos sistemas	Médio	Possível ser baixo, quanto maior mais eficiente	Muito alta
Fontes de vantagem	Economias de escala Tempo de adoção	Economias de escopo Apropriação do processo Desenvolvimento de competências internas	Identificação das necessidades de mercado Marketing

Fonte: Cassiolato (1992)

Analisando os níveis tecnológicos segundo a ótica da trajetória tecnológica iremos supor, a princípio, que a introdução da computação na tecnologia bancária iniciou uma nova trajetória tecnológica. Essa trajetória foi desenvolvida a partir de conhecimentos dos dois setores, o fornecedor e o usuário. Ao longo dessa trajetória comum aos dois setores, conhecimentos específicos à relação vão se desenvolvendo pelas duas partes. Então podemos supor que no começo da trajetória as tecnologias de nível um são mais presente do que as de nível dois. Ao longo da trajetória a partir do aprendizado dos dois setores haveria um crescimento maior das tecnologias de nível 2 e a tecnologia de informação vai obtendo contornos específicos do setor bancário. O nível 3 de tecnologia seria pervasivo ao longo dessa trajetória. A cada momento das trajetórias tecnológicas da automação haveriam oportunidades para o lançamento de novos produtos bancários.

Podemos supor sem muitos problemas que cada um dos níveis de tecnologia bancária tem a sua própria trajetória, e que elas são interdependentes. As trajetórias se seguem de forma cronológica da de menor especificidade de conhecimentos bancários para a maior. Os bancos, ao desenvolverem e assimilarem conhecimentos de TI, acabam os acumulando e sendo capazes de entrar em um nível de tecnologia mais avançado. Devido à interdependência entre as

trajetórias tecnológicas irão existir momentos em que os avanços em uma trajetória podem estar condicionados ao progresso em outra trajetória.

3.4 - CONSEQUÊNCIAS PARA A APROPRIAÇÃO DO EXCEDENTE

Supondo que as inovações gerem excedente cabe agora analisar como esse excedente pode ser distribuído entre os inovadores, imitadores, consumidores e fornecedores de tecnologia. É esperado que quanto mais específico for o conhecimento de alguma dessas fases maior será o poder de mercado do agente detentor do conhecimento.

Nesse sentido ao longo da trajetória tecnológica da automação bancária podemos inferir que o poder de mercado se desloca das empresas fornecedoras de TI para os bancos, uma vez que foi estabelecido que quanto mais avançada estiver a acumulação de conhecimento ao longo da trajetória maior será a participação de conhecimento específico das operações bancárias e consequentemente pertencente aos bancos.

Dessa forma no começo da automação bancária é razoável supor que devido a uma condição de dependência do setor usuário para com o fornecedor, maior será o poder de mercado do fornecedor e consequentemente a sua participação no excedente gerado pela inovação no setor. Conforme a trajetória se acentua se estabelece uma relação de co-dependência entre os dois setores, dessa forma a distribuição do excedente tenderia a se igualar. Na última fase o setor fornecedor de tecnologia seria dependente ao setor usuário e dessa forma sua participação de lucro seria menor³⁹.

Falta agora analisar como se define a distribuição do excedente entre o setor bancário (inovadores e seguidores) e o mercado consumidor de seus serviços. Esta repartição dependerá de pelo menos três fatores: a dimensão da competição, o regime de apropriabilidade da tecnologia e os ativos complementares.

Enquadrar a TI como um ativo complementar a essas inovações ou a própria inovação em si, pode ser ambíguo. Se o ponto de vista for algo tecnicista, a TI seria a tecnologia inovadora em questão ela seria o centro da inovação e os outros ativos que trabalhariam junto com ela para possibilitar a produção seriam os ativos complementares. Agora se considerarmos o setor de serviços como um setor repleto de especificidades e que as inovações de serviços são fruto

³⁹Essa dependência seria maior na medida em que as demandas dos usuários representem uma participação significativa de toda a produção do fornecedor.

da evolução dos conhecimentos específicos da indústria de serviços a TI deverá ser considerada um ativo complementar.

Como o ponto central é estudar a automação bancária a partir da utilização da tecnologia de informação, acredito que a melhor forma de analisar este processo é a partir de um viés tecnicista, porém sem desconsiderar as especificidades do setor de serviços e todo desenvolvimento teórico a seu respeito já apresentado no capítulo anterior. Dessa forma podemos considerar que nas inovações em que a TI tiver um papel mais ativo e central no processo de introdução das inovações no serviço, elas devam ser consideradas como a tecnologia núcleo da inovação. Já nos casos em que a TI já está estabelecida e ela só é utilizada como plataforma para a introdução de uma inovação de conceito de serviço, ela seria um ativo complementar.

Quando a TI for no núcleo da inovação, os conhecimentos específicos de serviço, as rotinas das empresas, o conhecimento retido nos funcionários seriam os ativos complementares. Complementar no sentido de que estes ou determinariam a adaptabilidade da tecnologia aos processos produtivos da empresa, ou estes ativos complementares determinariam o conhecimento incorporado no capital na forma de softwares.

Na medida em que os conhecimentos adotados pela firma são específicos à cada firma, a firma consegue se diferenciar das demais e caso essa diferenciação seja bem recebida pelo mercado se apropriar de maior parte do excedente. No setor bancário por mais que uma firma venha a imitar a outra, o serviço tem especificidades devido às características de cada firma. Sendo assim, é muito difícil que a imitação seja completa.

Porém, é difícil que se tenha a apropriabilidade da tecnologia. É comum que uma empresa de TI mesmo pertencente a algum banco desenvolva exclusivamente para apenas um banco.⁴⁰ Dessa forma ocorre a difusão da tecnologia até um ponto que todos conseguiriam adotar. Ainda, é possível a apropriação do software no sentido que ele incorpore os conhecimentos tácitos de cada banco. Ainda, como praticamente todos os bancos tem um setor desenvolvedor de TI, o desenvolvimento realizado por cada banco permanece dentro desses bancos. Devido às economias de escalas associada à produção de software⁴¹ nem todo o software seria desenvolvido internamente, apenas aqueles críticos para o funcionamento do banco, ou aqueles que possam propiciar um diferencial competitivo significativo ao banco.

⁴⁰Provavelmente como forma de aumentar a escala produzida e poder diminuir o custo unitário da produção do software.

⁴¹Assim como no processo de codificação de conhecimento a produção de software tem um custo de produção da primeira unidade elevada e as unidades produzidas em sequência apresentam um custo desprezível, o que faz com que quanto maior a quantidade produzida, menor o custo unitário de produção.

Tentando correlacionar estes três elementos podemos inferir que no começo como o setor bancário é dominado pelo setor fornecedor de TI e que o setor de TI não discrimina seus clientes, a TI em si não diferencia os bancos. Nesta fase o grande diferencial será a velocidade com que o banco consegue adotar a tecnologia. Os bancos que se moverem primeiro terão uma certa vantagem competitiva, porém não será sustentável pois bastará que o concorrente adquira o capital do fornecedor. Uma possível dificuldade nessa fase é a capacitação humana dentro da firma para a adoção da tecnologia de forma eficiente.

Conforme a trajetória tecnológica se desenvolve, e o mercado já tenha realizado a primeira seleção e apenas os que conseguiram utilizar minimamente bem a TI permaneceram no mercado, os bancos já partem de um ponto inicial em que já têm um certo domínio sobre as tecnologias de informação. Nesta fase as empresas que tiverem acesso às tecnologias de informação já desenvolvidas especificamente para algumas atividades bancárias estarão em uma posição vantajosa. Porém o regime de apropriabilidade continua sendo fraco, o que permite a imitação e não permite que as vantagens sejam sustentáveis. Isso faz com que na medida em que haja oportunidade tecnológica e a competição por mercado se intensifique, o número de inovações e a velocidade de inovações se acelere. A competição passa a ocorrer quanto à velocidade da inovação. Nesta fase, o setor bancário se apropria de parte do excedente do setor de TI.

3.5 - CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Nesse capítulo foi relacionado de forma lógica e com base em outros trabalhos a evolução de uma tecnologia, o aumento da especificidade ao longo da evolução de uma relação usuário-produtor, e os impactos para a distribuições dos lucros entre os usuários e os produtores da tecnologia utilizada na inovação tendo o nível de especificidade do ativo transacionado.

Podemos concluir que a introdução da tecnologia da informação no processo produtivo bancário iniciou uma trajetória tecnológica. No começo dessa trajetória os bancos não tinham grandes capacitações em TI. Porém, conforme o uso da tecnologia e do aparecimento novas necessidades os bancos foram aumentando suas capacitações em TI e cada vez mais adaptando a tecnologia às suas necessidades. A partir desse processo de adaptação a TI utilizada pelos bancos passou a ter cada vez mais contornos específicos do processo produtivo bancário. Nesse sentido ocorre uma mudança na intensidade de uso de tecnologias genéricas para tecnologias específicas.

A partir dos conceitos e das relações estabelecidas nesse capítulo, no próximo serão analisados esses fatores tendo em vista o plano de fundo histórico da automação bancária brasileira.

4 - HISTÓRIA DA AUTOMAÇÃO BANCÁRIA

A história da automação bancária se confunde com a história da indústria de TI nacional. Entre as décadas de 70 e 90 as duas indústrias apresentaram uma trajetória co-dependente. A indústria de TI fornecia o capital necessário para a operacionalização bancária, que conforme se expandia se tornava cada vez mais dependente da TI, enquanto que a indústria bancária financiava o desenvolvimento diretamente e indiretamente. A proximidade das duas indústrias era tão grande que alguns bancos chegaram a ter empresas de TI. Além das empresas de TI externas à estrutura dos bancos, todos os grandes bancos tinham um setor de TI que não se restringia apenas à manutenção e operacionalização de sistemas. Estes setores de TI dentro dos bancos participaram ativamente no desenvolvimento de tecnologias, muitas vezes em parcerias com as empresas que pertenciam aos próprios bancos, e em outros casos em parceria com as empresas que tinham alguma tecnologia necessária para a implementação de uma inovação.

Durante esse período uma série de fatores institucionais, exógenos à indústria bancária e a de TI, afetaram ambas e incentivaram essa aproximação. A regulação bancária e da indústria de TI tiveram papel determinante na participação ativa dos bancos na produção de tecnologia de informação.

Nesse sentido não podemos definir que a indústria de TI e o desenvolvimento da tecnologia sejam fatores exógenos ao setor bancário. No máximo podemos considerar essa indústria como parcialmente exógena, visto que alguns fatores de desenvolvimento científicos ou de desenvolvimento na indústria de TI internacional afetaram a nossa indústria de TI e por sua vez a indústria bancária.

Nesse capítulo não nos preocuparemos em distinguir entre as inovações do setor de TI nacional e o setor bancário. A distinção mais pertinente para esse trabalho será entre as inovações do *front-office* e as do *back-office*. Isso porque podemos separar as operações bancárias nessas duas formas, e cada uma dessas formas tem objetivos distintos a serem cumpridos e conseqüentemente parâmetros a serem melhorados ao longo de suas respectivas trajetórias. Adicionalmente, é proposto que cada uma dessas tecnologias siga uma trajetória própria, mesmo que parcialmente dependente uma da outra.

A primeira seção irá apresentar o segmento bancário, focando em suas características operacionais e competitivas. Em seguida será tratado dos fatores exógenos que afetaram o setor no período de 1960 a 2000. Na penúltima seção será apresentado as duas trajetórias de automação bancária para que na última parte se faça uma breve discussão a respeito das implicações dessa trajetória para a distribuição dos possíveis excedentes das inovações.

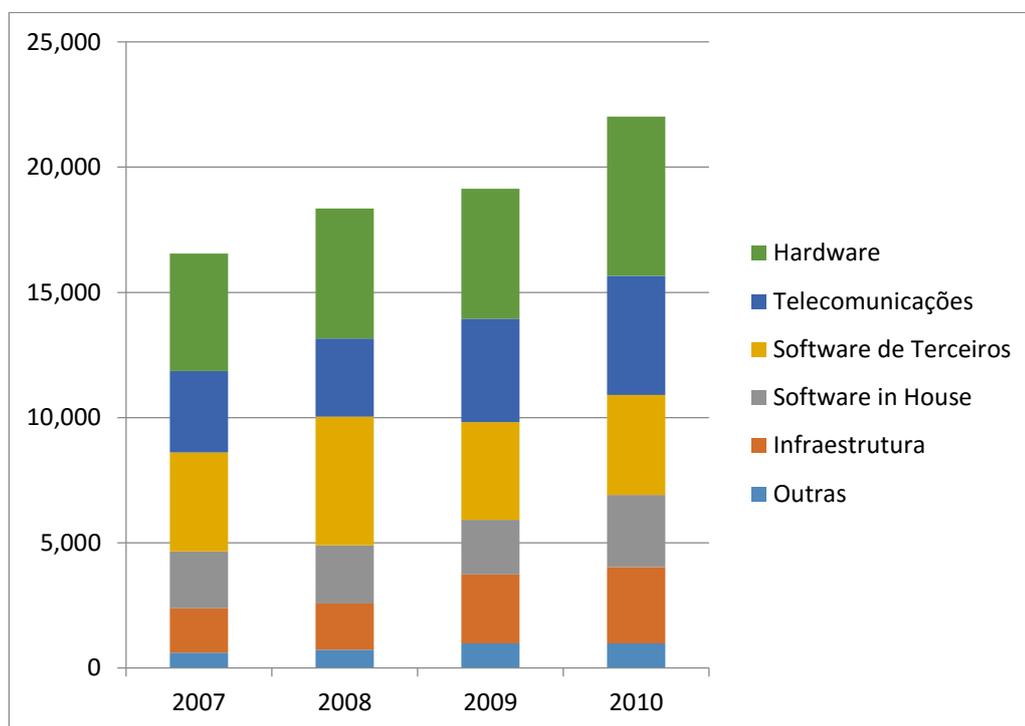
4.1 - O SETOR BANCÁRIO BRASILEIRO

A firma bancária vislumbrada na análise desse trabalho é o banco comercial, mais especificamente o banco comercial de varejo, que age como intermediador financeiro ao grande público. A concepção de banco adotada é a tradicional, a de que o banco é o intermediário das poupanças do público, ou seja, receptor de recursos dos agentes superavitários e transmissor para os agentes deficitários. Para esta tarefa as instituições bancárias além de intermediar a operação têm que administrar o risco inerente ao crédito.

A definição do banco como um agente intermediador de recursos financeiros e administrador de riscos, implica na execução de uma tarefa intensiva no processamento, transmissão e armazenamento de informação. Um exemplo de informação que precisa ser armazenada pelos bancos é o saldo das contas correntes dos clientes. Qualquer alteração nesse saldo fruto de alguma transação do cliente, tem que ser processada, e para ser processada a operação tem que ser requisitada pelo cliente (comunicação cliente-banco), e após o processamento da operação, confirmada para o cliente (comunicação banco-cliente).

A partir dessa concepção simplificada do setor bancário, poderia se justificar os altos investimentos do setor bancário em TI pela natureza da operação bancária ser intensiva em processamento, armazenamento e transmissão de informação. Devido à seus processos intensivos no uso da informação os bancos são as empresas que mais investem em TI. Segundo a Febraban (2011) os bancos brasileiros investem mais que dobro que a média nacional. No ano de 2007 os gastos do setor com despesas e investimentos com tecnologias de informação e comunicação eram de mais de 11,7 bilhões de reais. Ao longo do período de 2007 a 2011 esse valor se elevou em 52,5% chegando a uma soma de mais de 17,9 bilhões de reais em 2011.

Gráfico 3: Investimentos e despesas de TI do setor bancário nacional entre 2007 e 2010



Fonte: Febraban (2011)

Segundo Freitas (1997), o único limite para a criação de crédito por parte dos bancos é risco associado à alavancagem, dessa forma os bancos teriam que ser regulados de modo a controlar esse grau de alavancagem. Nesse sentido, a regulação bancária limita a competição e a forma com que os bancos competem. Os bancos competem através da construção de uma imagem de experiência, tradição e solidez; técnicas de marketing, qualidade de suas equipes operacionais, informações privilegiadas obtidas no relacionamento com seus clientes, desenvolvimento de novos instrumentos e serviços financeiros...

O setor bancário vive entre o dualismo da livre concorrência e forte regulação governamental. A busca pela estabilidade e segurança do sistema financeiro pode induzir os reguladores do sistema bancário a adotarem políticas que desestimulem a livre concorrência no setor. Segundo Diniz (2013) os processos de regulação bancária objetivam tanto garantir o nível de segurança financeira do sistema quanto possibilitar sua supervisão.

Apesar da regulação e do alto spread da taxa de juros, o setor é considerado como sendo altamente competitivo. Porém como visto a competição não é realizada por preços, mas por características qualitativas dos serviços. Como é explicado por Nakane (2005), os altos spreads verificados no setor bancário brasileiro podem ser fruto de informações assimétricas,

fidelização de clientes, custos de mudança dos clientes, rendas informacionais, risco moral e seleção adversa.

Podemos supor que devido a estas imperfeições de mercado no setor bancário a competição por preços é limitada. Na ausência de competição por preços, no setor bancário prevalece a competição pelas características qualitativas dos serviços ofertados, de modo que comodidade e disponibilidade são características importantes em um serviço bancário. Segundo Consoli (2005) os valores adicionados nos serviços bancários são dependentes da capacidade das instituições em removerem limites físicos e cognitivos para os clientes acessarem aos serviços bancários ao longo do tempo e espaço. A imagem de instituição moderna também é considerada um diferencial na competição no setor, sendo que as inovações a partir da TI são importantes enquanto aumentam a comodidade dos serviços, além de conferir uma imagem de instituição moderna.

A prestação de um serviço bancário depende da interação com o cliente, é preciso interagir com os clientes e entender as suas demandas, para em seguida processar as demandas internamente e comunicar ao cliente o resultado da operação. A partir dessa breve descrição podemos separar as atividades bancárias entre as de *front-office* (processos produtivos que compreendem a interação com os clientes) e as de *back-office* (processos internos compreendendo a operação das demandas dos clientes). Podemos separar a tecnologia utilizada na prestação de serviços com esses dois processos, ou seja, tecnologias de *back-office* e de *front-office*. Cada uma das operações tem a sua própria trajetória tecnológica com contornos específicos e dependente de tecnologias de informação específicas.

Além da dependência tecnológica, outros fatores exógenos aos setores bancários delimitaram a trajetória tecnológica, gerando desafios e oportunidades para a adoção de certas tecnologias. É importante entender quais foram as externalidades que condicionaram as trajetórias de *back-office* e de *front-office*. Então, antes de tratarmos das duas trajetórias tecnológicas do setor bancário, apresentaremos algumas externalidades que geraram os incentivos para as escolhas tecnológicas do setor.

4.2 - DETERMINANTES DA INOVAÇÃO BANCÁRIA

Diniz (2013) afirma que as inovações bancárias estão associadas a três categorias de determinantes ambientais: tecnologia, mercado e regulação. A tecnologia exógena considerada são as inovações radicais no setor de TI que configuram novas oportunidades e restrições para o setor bancário. Os determinantes de demanda incorporam a percepção dos bancos a respeito

das oportunidades de exploração da demanda potencial por um serviço. Estas são mudanças associadas também ao ambiente concorrencial: macroeconômicos, demográficos.... Por fim, ressaltando o ambiente institucional, a regulação e a legislação são outros pontos importantes na determinação das externalidades do desenvolvimento tecnológico do setor bancário.

Cassiolato (1992) aponta cinco externalidades como sendo principais para o desenvolvimento da automação bancária brasileira: existência de profissionais qualificados, boa rede de telecomunicações, condições macroeconômicas e regulatórias favoráveis e a política pública para área de TI.

A rede de telecomunicações da Embratel, empresa pública e monopolista do setor na época, durante a década de 70 era de qualidade, e permitiu que os bancos descentralizassem o processamento das operações de *back-office*. Porém conforme a década de 80 chegava e o volume de investimento para a implantação da rede foram aumentando a Embratel não teve capacidade financeira para continuar investindo o necessário. Salinas (2010) argumenta que na ausência de uma rede de telecomunicações de qualidade os bancos tiveram que implantar suas próprias redes de telecomunicações para criar seus sistemas on-line nas agências. Para tal, os bancos recorreram à aquisição de antenas de transmissão via satélite, rede de tráfego de dados, roteadores e até transmissão por rádio em locais mais isolados.

Entre as condições macroeconômicas e regulatórias favoráveis podemos citar: o estímulo à concentração bancária, a institucionalização de bancos como recebedores de pagamentos (em outros países essa atribuição costuma ser dos correios), alta inflação ao longo de praticamente todo o período (principalmente entre 1974-1994), incentivo do Banco Central na década de 70 às imobilizações bancárias em equipamentos eletrônicos....

Com a inflação a agilidade no processamento das transações bancárias virou sinônimo de qualidade na prestação de serviço. Segundo Cuoco (2010) o período de alta inflação da década de 80 gerou demandas de maior agilidade nos processos. Nesse período as receitas de *floating* representavam uma enorme quantidade de recursos para os bancos. Os bancos criaram sistemas complexos de multi-moeda: fundos de *money-market* e operações que podiam diariamente contar com a correção monetária⁴².

A alta inflação demandava que as operações fossem ágeis, a mais próxima do imediato possível, para que o banco não perdesse dinheiro com a desvalorização da moeda. Segundo

⁴²Correção monetária foi criada no Brasil com a ORTN –Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional – em julho de 1964, reajustando a dívida pública pela inflação. Em seguida, em 1965, a correção foi adotada também para títulos de renda fixa através da Lei de Mercado de Capitais e de Resoluções do Banco Central.

Cruz Neto (2010), em certa época o dinheiro se desvalorizava em um mês 50%, e essa foi uma das razões para que o sistema operacional bancário brasileiro se tornasse extremamente rápido.

Além de ser um desafio a ser vencido pelos bancos, a alta inflação representou também uma incrível oportunidade para os bancos. A partir das aplicações de *overnight*, os bancos conseguiram obter receitas de *floating*. Nesse sistema, os bancos poderiam transferir todas as noites os fundos nas contas correntes para uma aplicação com rentabilidade diária, as contas de *overnight*, no final do dia os fundos voltavam para a conta corrente e os bancos tinham parte da receita da aplicação.

Em 1994, com o fim da inflação, o foco dos investimentos em TI mudou passando a priorizar o aumento da eficiência operacional. Muitos bancos fecharam, a maioria deles eram os que tinham como principal fonte de renda as operações de *overnight* carecendo de competências operacionais que os permitissem operar num ambiente de baixa inflação.

Outro ponto importante é a dimensão territorial dos bancos. Segundo Leonelli (2010) como os bancos não tinham nenhum limite legal para sua atuação geográfica, o único empecilho para a expansão de sua rede de agências ao longo do território nacional era o aumento do custo operacional. Numa situação de rede de telecomunicações deficiente a transmissão de documentos entre filiais dos bancos se tornava um processo intensivo em logística e dependendo das distancias muito caro para ser justificável. No sentido de possibilitar a expansão das redes bancárias ao longo do território e aumentar a base de clientes dos bancos, a tecnologia de automação bancária do *back-office* buscou diminuir o custo operacional e agilizar os processos das agências mais afastadas dos grandes centros.

Em 1972 foi criada a CAPRE – Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico de Dados – que inicialmente apenas controlava os gastos governamentais em TI. Segundo Saur (2010) a CAPRE tinha o objetivo de aumentar a eficiência do gasto público aprovando apenas gastos justificados por um aumento de qualidade ou de produtividade do serviço público. Em 1974 a CAPRE passa a estender sua atuação para o setor privado a fim de controlar as despesas nacionais com importações em TI.

Para substituir o CAPRE no controle das importações de TI é criado em 1979 a SEI (Secretaria Especial de Informática). Além de combater os déficits nas contas nacionais brasileiras seu objetivo era, através da imposição de uma reserva de mercado, potencializar o desenvolvimento de TI nacional. Por ser respalda pelo Conselho de Segurança Nacional a Sei tinha mais poder para exercer suas funções que o CAPRE. Em 1984 as atuações da Sei passaram a ser respaldadas também pela Lei de Informática, a lei 7.232 de 29 de outubro de 1984. Segundo Pinheiros (2011) apenas em 1987 a proteção do software passou a ser efetiva.

Fregni (2013) argumenta que como a produção dos minicomputadores era mais fácil de ser realizada se comparada aos mainframes, ela foi escolhida para ser nacionalizada e protegida da concorrência estrangeira. A reserva de mercado também afetava a importação de peças, e de acordo com Gregório (2010), isso forçava as equipes de manutenção dos bancos a improvisarem e a produzirem suas próprias peças, o que fortalecia as competências internas. Com o surgimento dos microcomputadores, estes também passaram a ser abarcados pela política. Isso se tornou um problema pois os microcomputadores tinham uma demanda muito superior ao dos minicomputadores e o setor produtor não estava capacitado para atender essa demanda de imediato.

Segundo Fregni (2010) as vantagens da política se encontravam no longo prazo, somente após desenvolvimento e a consolidação da indústria nacional de TI, enquanto que os custos estavam no curto prazo. Estes custos representavam uma restrição ao consumo nacional de produtos internacionais a uma qualidade superior e a um preço inferior.

Em 1991 a nova Lei de Informática (lei 8.248 de 23 de outubro) abriu o mercado nacional, oferecendo estímulos fiscais à empresas que cumprissem o processo produtivo básico e investissem em P&D. Com a abertura abrupta muitas empresas de TI quebraram, entre as que não quebram podemos citar Scopus, Cobra e Itautec. Pinheiro (2011) aponta para o estabelecimento de competências específicas fruto da relação usuário-produtor, descrita em Cassiolato (1992), como sendo o determinante para que estas firmas se tornassem competitivas e tenham resistido à abertura do mercado.

Os bancos ainda contavam com um espaço institucionalizado para a colaboração e trocas de experiências em busca de soluções mais eficientes para a automatização bancária, o CNAB – Centro Nacional de Automação Bancária. O CNAB foi criado em 1971, e segundo Fonseca (2010), teve contribuição importante na padronização dos boletos bancários. O CNAB é formado por profissionais que os bancos enviam voluntariamente para compor a comissão. Essa instituição também atuou na padronização das ordens de pagamentos, compensação de cheques e no recebimento de títulos por volta de meados da década de 70.

O CNAB não foi palco apenas de iniciativas para a padronização das operações bancárias, mas também para discutir formas de aumentar a difusão da automação bancária em filiais mais afastadas dos centros de processamento dos bancos (processamento centralizado contra processamento descentralizado).

Outra participação importante da CNAB foi durante a década de 90. Com o fim da alta inflação em 1994, os bancos precisavam aumentar sua eficiência operacional, então um dos esforços do CNAB foi reunir as experiências dos bancos e tentar desenvolver novos métodos

de gestão de custos, inclusive na área de TI. Uma curiosidade é que nessa iniciativa os bancos se mostraram dispostos de até revelar dados mais específicos de gastos em TI, usualmente no CNAB apenas dados consolidados eram apresentados.

Segundo Herrero (2010) na segunda metade dessa década foi criado o Cadastro Positivo dos Fornecedores, com o nome das empresas indicadas pelos bancos que entregavam equipamentos e serviços nos prazos e com a qualidade. Esta é uma clara iniciativa de tentar diminuir os riscos associados à assimetria de informação nas relações com os fornecedores. Diminuir os riscos de assimetria de informação se tornou importante uma vez que os bancos aumentaram a terceirização de algumas de suas atividades e de alguns serviços oriundos da utilização de capital, o que foi necessário para a aumentar a liquidez de seus balanços patrimoniais⁴³.

Para finalizar a apresentação dos condicionantes à trajetória tecnológica temos a evolução da TI. A evolução da TI considerada nesse ponto não é a especificamente utilizada nas atividades bancárias, mas sim, a evolução da TI de forma geral: são tecnologias de uso genérico desenvolvidas pela indústria de TI. As inovações ao longo dessa trajetória são consideradas exógenas à trajetória da automação bancária, enquanto esta última é dependente da primeira.

As inovações ao longo dessa trajetória determinam oportunidades tecnológicas para o setor bancário, principalmente se considerarmos as inovações mais radicais. Estas inovações radicais do setor de TI se configuraram em oportunidades tão grande que ocasionaram rompimentos nas trajetórias tecnológicas do setor bancário, muitas vezes substituindo desenvolvimentos acumulados pela trajetória bancária e iniciando novos caminhos com novas possibilidades.

Consoli (2005) argumenta que a simples adoção da TI representa apenas uma mudança cumulativa no processo enquanto que o desenvolvimento do conhecimento a partir do uso dessas inovações e a adaptação da tecnologia às especificidades bancárias tem a capacidade de serem mais transformativas.

“Cumulative changes (continuous line) are direct consequences of application of GPTs on a given set of procedures. (...) By contrast, transformative changes (dotted line) emerge out of the creative employment of GPTs with the intent to widen their scope. Such changes build upon existing expertise and reflect the distributed nature

⁴³Ao efetuar a terceirização de alguma atividade o banco não precisa mais possuir o capital associado à sua execução. No lugar do capital ocorre a aquisição de um serviço, o que para o balanço patrimonial representar a troca de um ativo permanente por um passivo circulante e um possível aumento do caixa. Como resultado dessa troca o balanço patrimonial se torna mais líquido. Com a adoção do Acordo de Basileia I os bancos se viram obrigados a aumentar a liquidez de seus ativos.

of learning-by-using on an otherwise homogeneous process of innovation.”(Consoli, 2005, p. 471)

O autor cita exemplos dessas inovações a automação dos processos do *back-office* como sendo uma inovação cumulativa. Já uma inovação transformativa foi a aplicação da TI para automatizar o *front-office* a partir das experiências acumuladas com a tecnologia no *back-office*.

Tigre e Noronha (2013) separam a trajetória do setor de TI em seis fases. Cada uma dessas fases é iniciada por uma inovação radical: mainframe (1960-1970), minicomputador (1970-1980), microcomputador (1980-1990), internet (1990-2000), web 2.0 (2000-2010) e computação em nuvem (2010-...). Como o setor bancário é dependente da tecnologia da informação, podemos supor que as trajetórias de tecnologia bancária seguiriam essas mesmas fases, sendo fortemente influenciadas por essas inovações radicais.

Durante a primeira fase as economias de escala são baixas e as barreiras à entrada altas. Esta fase é marcada pelo surgimento do IBM 360 em 1964. Algumas características dessa fase são a grande verticalização na produção de software e o hardware e a baixa compatibilidade entre os dispositivos e programas. Apesar de a TI ser considerada uma tecnologia de uso genérico, devido ao seu alto custo e baixo desempenho, além da dificuldade no seu uso e baixa capacitação profissional para sua operacionalização, havia grande dificuldade no acesso à tecnologia, limitando a difusão da tecnologia pelos setores da economia.

Com a invenção do microprocessador Intel 4004 da Intel foi possibilitado o lançamento dos minicomputadores. Estes computadores tinham um menor porte e apresentavam uma compatibilidade maior com outros periféricos. Apesar da maior flexibilidade em relação aos hardwares, o software (sistema operacional) ainda era restrito às empresas desenvolvedoras dos hardwares. No geral, essa era uma solução mais flexível a um custo inferior dos mainframes, o que permitiu que a substituição dos mainframes pelos minicomputadores, iniciando um processo de *downsizing* e iniciando a fase dos minicomputadores.

Em 1976 a Intel lança um novo chip, o Intel 8080. Com esse chip foi possível introduzir no mercado os microcomputadores. Estes tinham custo de desenvolvimento e produção inferiores, maior padronização, escalabilidade e flexibilidade. Essas características possibilitaram que *hardware* dos computadores se tornasse num produto com características similares a de uma *commodity* (baixa diferenciação entre os computadores).

Em 1995 a *internet* foi lançada comercialmente. A comunicação dos dispositivos escalou a um nível global, diminuindo as barreiras locais no acesso e difusão da informação. Na mesma época o poder de processamento dos computadores já era suficiente para aumentar sua usabilidade e melhorar a interface de utilização. Essa evolução dos

computadores contribuiu para diminuir as barreiras cognitivas para o uso dos equipamentos e aumentar a gama de tarefas realizáveis com os computadores.

Atualmente estamos na fase da computação em nuvem. Com a evolução da *internet* passou a ser possível acessar às capacidades de processamento de *hardware* e às funcionalidades dos *softwares* pela *internet* ao invés de ser necessário a aquisição de computadores ou softwares. Isso facilitou a contratação de serviços de TI por meio da infraestrutura de nuvem.

4.3 - TRAJETÓRIA DA TECNOLOGIA BANCÁRIA

Como já identificado na seção anterior o processo bancário pode ser separado em dois tipos de operações: *back-office* e *front-office*. Devido à natureza de cada uma dessas operações a tecnologia envolvida e o objetivo da utilização da tecnologia em cada uma das operações é distinta. As operações de *front-office* estão diretamente relacionadas com o cliente. Estas são a forma com que os clientes e os bancos interagem, então a tecnologia age no sentido de melhorar essa interação. Neste caso uma interação melhor do ponto de vista do banco seria uma forma de interagir com o cliente a um custo menor, ou então agregando valor à interação. O valor nesse tipo relação estaria incorporado na comodidade, facilidade, disponibilidade da interação. Já as operações de *back-office* buscam reduzir os custos das operações, agilizar os processos internos, aumentar a confiabilidade das informações processadas...

Cada uma dessas trajetórias tenta solucionar problemas distintos, porém não independentes. Não podemos supor que uma trajetória tecnológica não afete a outra, mesmo porque, devido ao encadeamento dos processos existe forte dependência entre eles. Podemos evidenciar essa dependência a partir de dois exemplos: o primeiro, para demonstrar a dependência do *back-office* em relação às inovações no *front-office* e o segundo o inverso. Vamos supor que ocorra uma mudança no *front-office* que aumente a comodidade em realizar transações bancárias. Com esse aumento de comodidade o custo (pode ser um custo financeiro ou apenas um custo medido em utilidade) em se recorrer as transações diminui. Essa redução vai estimular que os agentes realizem mais transações o que aumentará a demanda por operações *back-office*, que caso não esteja preparado não será capaz de atender esse acréscimo na demanda. Por outro lado, o aumento da velocidade do processamento das transações diminui o tempo necessário para o atendimento dos clientes, ou seja, uma melhora no *back-office* pode implicar uma melhora também no *front-office*.

4.3.1 - Trajetória tecnológica do back-office

A automação bancária começou de fato na década de 60, quando em 1962 o Bradesco adquiriu um mainframe da IBM, o 1401, que tinha apenas 8 Kb de memória. Logo em seguida o banco Itaú, na época ainda Banco Federal de Crédito⁴⁴, adquiriu seu 1401. No começo da automação bancária brasileira, durante a década de 60, os bancos utilizavam grandes computadores (*mainframes*) feitos com tecnologia estrangeira. Segundo Dib (2013), na segunda metade dessa década, o Bradesco e o Itaú já eram os líderes de mercado. Foram esses dois bancos que lideraram as iniciativas de inovação na indústria bancária.

Com a aquisição dos *mainframes* foi adotado também o sistema do Listão e a implantação dos Centros de Processamento de Dados, doravante CPDs. Nos CPDs concentrava-se o processamento de dados dos bancos. O poder de processamento era bastante limitado e a entrada de dados era rudimentar, realizada a partir de cartões perfurados, assim como a própria programação. Segundo Moraes (2013) havia pouca confiabilidade nos resultados processados pelos computadores, o que ocasionava muitos retrabalhos e impedia que os computadores substituíssem o trabalho manual. Fonseca (2013) argumenta que nessa etapa a prioridade da implantação da TI era em melhorar sua precisão. O Listão, por sua vez, era uma lista impressa com posição das contas correntes consolidadas. Durante a madrugada as operações eram processadas no CPD para serem impressas e enviadas por malotes para as agências. Para Milano (2013) essas listas eram fundamentais para o funcionamento das agências e sem a distribuição destas era praticamente inviável a abertura das agências.

No primeiro momento, a automação foi para acelerar o processamento de um volume de informações crescente produzido nas agências. Segundo Cruz Neto (2013) a mão-de-obra não era custosa o suficiente para justificar a substituição de trabalho por capital a partir de vultuosos investimentos em TI. O maior objetivo da automação era realizar transações rápidas o suficiente para vencer a inflação. Outras razões que incentivaram o uso da tecnologia nas operações bancárias foi a segurança operacional, agilidade de informações ao cliente e a racionalização dos serviços bancários.

⁴⁴Itaú foi formado nos anos 60 pela fusão de vários bancos: em 1964 o Banco Federal de Crédito se fundiu com o Itaú, em 1966 o Federal Itaú se fundiu com o Banco o Sulamericano, em 1969 o Federal Itaú Sulamericano se fundiu com o Banco da América (Cuoco, 2013).

Nessa fase as empresas estavam ainda muito dependentes dos fornecedores neste caso três multinacionais: Olivetti, IBM e Burroughs. Além dos *mainframes*, devido a uma falta de capacitação interna dos bancos, outro fator que aumentava a dependência dos bancos era a manutenção e assistência técnica prestada pelas multinacionais.

Um problema do processamento concentrado nos CPDs era o processo de inserir os dados no sistema. Nesse momento a digitação dos dados era realizada sem uma interface de vídeo, nas perfuradoras de cartão. Era um processo demorado e que tinha que ser realizado diariamente nos CPDs. Moraes (2010) cita uma série de inovações que melhoraram esse processo: cartão perfurado, fita perfurada, disquete, terminal de digitação com interface em vídeo (Olivetti DE-250), máquina de leitura de código de barras magnéticos (CMC-7) e sistemas online.

Na década de 70 os bancos buscaram racionalizar seus recursos. Uma alternativa escolhida pelos bancos foi a padronização de algumas operações interbancárias. Para este fim, a atuação do Banco Central e a articulação realizada no CNAB foi de vital importância. Através de discussões realizadas no CNAB foi possível, por exemplo, padronizar os boletos de pagamento e os cheques. A cooperação foi muito importante nessa época. Segundo Fonseca (2010) a Comissão técnica Itaú-Bradesco, que tinha o objetivo de gerar padrões para a indústria, conseguiu padronizar os boletos bancários através do CNAB.

Magalhães (2010) cita uma série de inovações importantes no *back-office*. A primeira foi o Listão que agilizou o processo de transferência entre contas corrente. A segunda foi a possibilidade de digitar diretamente nos computadores, eliminando a necessidade de cartões e fitas perfuradas. O terceiro grande avanço foi a descentralização da digitação para os subcentros de processamento. Estes subcentros permitiram diminuir o volume de documentos transportados para as centrais de processamento, aumentando a velocidade com que os dados eram processados e permitindo que os bancos pudessem se expandir ao longo do território brasileiro.

Outro passo importante na automação do *back-office* foi a automação das agências. Iniciativas para esse processo começaram na década de 70. O Bradesco foi o primeiro a automatizar uma agência. Para a automação o projeto foi desenvolvido internamente pelo banco e depois produzida pela Sid Informática. A ideia era transferir as transações realizadas pelas caixas diretamente para o CPD. Dessa forma não seria necessária a digitação dos dados dos clientes para o processamento. Segundo Sanchez (2010, pag 86): “Foi preciso criar terminais de caixa, leitor de caracteres magnéticos, uma arquitetura de operação nova e misteriosa para a maioria, e para muitos de nós mesmo”.

Nesse período a restrição de mercado já havia sido implantada. Os bancos nacionais tinham restrição quanto ao acesso aos computadores estrangeiros. Somando à dificuldade dos bancos, as empresas fornecedoras tradicionais não estavam interessadas em atender às algumas especificidades dos bancos nacionais. Esses dois fatores impulsionaram os bancos a desenvolverem eles mesmos suas tecnologias através de parcerias com empresas de TI nacionais. Em muitos casos essas empresas ou pertenciam parcialmente ou totalmente aos bancos.

Almeida (2010) argumenta que as soluções apresentadas pelas empresas multinacionais eram impraticáveis pelos bancos nacionais na medida em que os bancos se expandiam para o interior. Essa expansão gerava necessidades específicas do setor bancário nacional e devido ao tamanho do nosso setor não eram vistas como importantes para os grandes fornecedores de TI.

Outro problema que os bancos precisam enfrentar, porém este associado à capacidade de se aproveitar uma oportunidade, era vencer as distâncias para o processamento dos dados das agências. Os bancos não tinham nenhuma regulação que impediam sua atuação em escala nacional. Essa possibilidade representava uma oportunidade de ganho de mercado para os bancos que conseguissem atender a um custo baixo as unidades mais distantes dos centros. Então, um dos objetivos da trajetória tecnológica do *back-office* nesse período era reduzir os custos de transmissão de dados entre as agências. A fim de solucionar esta barreira o setor bancário tinha basicamente duas alternativas: processamento centralizado ou descentralizado.

Fonseca (2010) realiza uma breve discussão a respeito das vantagens e desvantagens de cada um dos modelos. O modelo centralizado estava apoiado nos *mainframes* na dependência de uma rede de comunicação estável e veloz. O descentralizado era baseado em subcentros de processamento de dados, servidores em algumas agências, ao invés de depender do uso dos *mainframes* este modelo utilizava os minicomputadores. Segundo Calliari (2010), o modelo descentralizado tinha a vantagem de por ser mais modularizado apresentar riscos operacionais menores. No Brasil os dois caminhos se desenvolveram em paralelo e culminaram no mesmo modelo, o integrado e interligado.

No banco Itaú, segundo Cuoco (2010), a desconcentração do processamento possibilitou a expansão da automação bancária que por sua vez, eliminou parte do *back-office* das agências, aumentou a produtividade em 40% e deslocou parte dos funcionários da área de processamento das operações para outras áreas, como por exemplo: comercial e atendimento ao cliente.

Os bancos buscavam retirar a dependência do cliente em relação à agência em que ele tivesse conta, tornar o cliente em cliente do banco ao invés do cliente das agências. Para isso era preciso ter um sistema integrado, sob um único aplicativo de controle e segurança, com uma

base de dados “única”, operando 24 horas por dia, e com atualização em tempo real de praticamente todas as informações. Para isso era fundamental que os clientes pudessem acessar suas informações e realizar as transações independente de seu ponto de acesso. O objetivo era transformar o sistema em uma rede online/real time.

A inflação que num primeiro momento representou um desafio ao setor bancário, como já argumentado na seção anterior, depois que os bancos adquiriram uma maior eficiência e agilidade na realização das transações, e, com a indexação dos ativos financeiros de rentabilidade fixa, passaram a usufruir de altos ganhos com o *floating*. Essas rendas inflacionárias foram grandes financiadoras da automação bancária. Ainda, devido à facilidade com que essas rendas foram obtidas, possibilitou que bancos menos eficientes conseguissem operar no mercado. Porém com o fim do período inflacionário, marcado pelo início do plano Real em 1994, os bancos precisaram aumentar a eficiência do processamento das operações. Nesse momento a automação bancária se intensificou com um nítido motivo de reduzir os custos, aumentar a eficiência e a competitividade dos bancos.

O processo de automação chegou ao auge no final da década de 90. No Unibanco, por exemplo, em 1995 o banco tinha 4,5 funcionários de *back-office* em média por agência, em 2000 esse número tinha se reduzido para 0,9 (Boccia, 2010). Dantas (2010) ressalta que esse resultado só foi possível devido a uma trajetória tecnológica de mais de 20 anos.

Desde então poucas mudanças ocorreram no *back-office*, a mais recente pode ser considerada a modernização da infraestrutura de *back-office* a fim de acomodar um número maior de processamento, transmissão e armazenagem de dados.

A partir dessa análise podemos sintetizar a trajetória bancária do *back-office* como a década de 60 sendo o começo do processo de automação; década de 70 necessidade para agilizar os processos devido à inflação e automação das agências com a descentralização do processamento de dados sujeito à reserva de mercado; década de 80 aumento das rendas inflacionárias e introdução dos sistemas online e integrados; década de 90 fim das rendas inflacionárias e necessidade de diminuir os custos operacionais, integração total do sistemas online de processamento e a eliminação quase que total do *back-office* dos bancos para a realização das transações.

4.3.2 - Trajetória tecnológica do front-office

As primeiras inovações no *front-office* dos bancos surgiram apenas na década de 70, quase uma década depois do início da automação no *back-office*. Assim como ocorreu no *back-*

office os bancos que lideraram essa trajetória foram os dois líderes do mercado, Itaú e Bradesco. O Itaú lançou a Itaú-Cheque enquanto que o Bradesco o SOS Bradesco. Em ambas as máquinas os clientes inseriam um cartão e retiravam um envelope com uma quantidade pré-definida de dinheiro. Nesse caso o Bradesco foi mais bem-sucedido, não por uma questão de tecnologia, mas sim pela questão do marketing. Segundo Dib (2010) o serviço do Bradesco tinha um apelo de marketing superior devido a seu nome mais sugestivo.

Estas primeiras máquinas foram as precursoras das ATMs (*Automatic Teller Machine*). No Itaú o primeiro ATM foi implantado apenas em 1980. Os bancos médios não tinham escala suficiente para implantar essas máquinas. Unibanco, Bamerindus e Nacional se juntaram então e criaram a Tecnologia Bancária, Tecban, para desenvolver os caixas de ATMs que funcionariam para qualquer banco conveniado.

Inicialmente as inovações no *front-office* eram bem limitadas. Apenas em meados da década de 80 elas se intensificaram. A primeira transação online realizada por um ATM foi em 1989, por um terminal da Tecban. Até então o processamento das operações de um respectivo ATM era feito a partir da coleta de um disquete onde era armazenado os registros das operações diárias, somente então era realizada a consolidação diária. Com o terminal online a transação era processada automaticamente.

No ano de 1992 o Unibanco implementou o Unibanco 30 Horas. Essa não foi apenas uma inovação tecnológica, mas também de marketing. O próprio nome já fazia parte da estratégia de marketing, o '30 horas' representava as 6 horas de atendimento nas agências somados às 30 horas de atendimento pela rede de ATM. O grande objetivo dessa inovação era o aumento da conveniência ao consumidor.

Segundo Salinas (2010), no Banco do Brasil o aumento da oferta de caixas automáticas foi uma forma de reduzir o custo operacional no atendimento ao cliente. O caixa automático supria a necessidade expandir a oferta por caixas convencionais, operados por trabalhadores do banco.

Seguindo esse foco de aumentar a conveniência para o consumidor foi lançado também o autoatendimento via *Home Banking*. Este serviço funcionava a partir da distribuição de disquetes aos clientes. A partir dos disquetes os clientes instalavam o *software* do *Home Banking* para estabelecer a conexão com os bancos e realizar o atendimento de casa via a internet.

Futuramente, substituindo o *Home Banking*, veio o *Internet Banking*. O *Internet Banking* brasileiro foi o primeiro fora dos EUA. Um entrave para a adoção do *Internet Banking* era a segurança. Na época o estado norte-americano restringia o uso dos protocolos de

segurança de tráfego de dados adotados para outros países. Dessa forma o Brasil teve que desenvolver uma tecnologia nacional de criptografia de dados. Para tal, a Scopus foi para o MIT e estudou com três cientistas que escreveram os algoritmos e de posse dos algoritmos escreveram o código de criptografia nacional.⁴⁵

Segundo Gregório (2010), o fato do Bradesco ter a Scopus foi fundamental para o banco liderar e ser o primeiro a oferecer o *Internet Banking*, em 1996. Com o *Internet Banking* era possível acessar aos serviços bancários pela a internet diretamente do navegador de internet, sem a necessidade de instalação de um software específico. Pela internet era possível obter serviços de saldo, extrato, pagamento de contas, boleto e transferência entre contas do Bradesco. O Itaú conseguiu isso apenas dois anos depois em 1998. Então durante dois anos o Bradesco foi o único banco nacional a ofertar seus serviços pelo *internet banking*.

Frente a esse crescimento do acesso bancário por via eletrônica, uma preocupação fundamental nesse canal de acesso era a segurança. Para que o acesso dos clientes fosse bem-sucedido era necessário que os clientes se sentissem seguros ao utilizarem o serviço, além disso, inicialmente havia grande desconfiança do público quanto à confiabilidade do serviço. A fim de melhorar a segurança foi implementado uma senha exclusiva para o acesso pela internet: o Itaú distribuía também *tokens* para o acesso enquanto o Bradesco optou pela biometria.

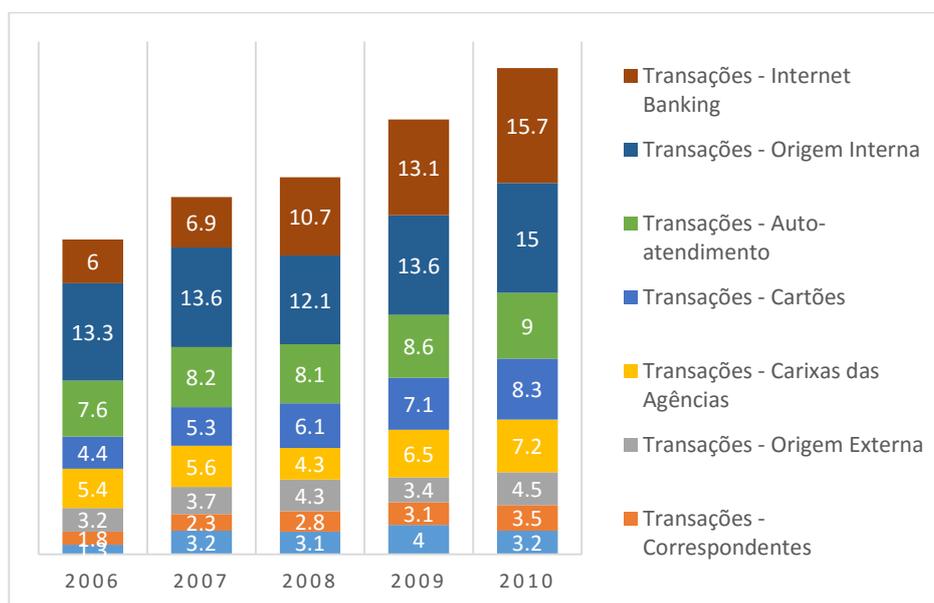
Os canais de acesso eletrônico também passaram a ser usados como canais de oferta e publicidade de novos produtos. Uma inovação de marketing a partir da utilização da TI como canal de comunicação com o cliente. Para customizar a publicidade utilizava-se de modelos estatísticos e a partir das informações dos clientes realizava um "*credit scoring*", com base nesse *credit scoring* se ofertava produtos diferenciados aos clientes. Dessa forma, além de aumentar o número de formas de realizar a publicidade dos produtos e serviços dos bancos, automatizava e aumentava a eficiência da comunicação desses produtos.

Como consequência dessa trajetória podemos ver que a quantidade de autoatendimento é altamente representativa no total das transações (37,2% das transações).⁴⁶ Mesmo não sendo tão importante quanto no passado o número de transações nos caixas convencionais proporcionalmente se manteve estável, a uma média aproximada de 10% ao longo do período de 2007 a 2011.

⁴⁵Este era o cadeado com chaves de 128 bits.

⁴⁶Valor relativo à soma das transações realizadas por autoatendimento e por Internet Banking

Gráfico 4: Fonte das transações bancárias por tipo de transação entre os anos de 2007 e 2010



Fonte: Febraban (2011)

4.4 – CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

As trajetórias tecnológicas do setor bancário no período da década de 60 até os anos 2010, foram divididas entre as de *back-office* e as de *front-office*. De forma genérica a de *front-office* procurou aumentar a conveniência do cliente e reduzir o custo do atendimento. Por sua vez, a trajetória do *back-office* buscou aumentar a agilidade do serviço, a qualidade, reduzir os custos operacionais e os custos de inflação.

Devido à não competição por preços que prevalece no setor, é possível que o uso da tecnologia da informação tenha sido com o objetivo de ganho de mercado pelo aumento da capacidade de expansão dos bancos e pela diferenciação dos serviços bancários. No período em que a distância era um entrave para a operacionalização dos bancos, os bancos que conseguissem ofertar seus produtos a um custo mais baixo *vis-a-vis* a distância, conseguiriam ofertar seus produtos a um número maior de clientes. Essa dinâmica se aproveitava da população não bancarizada para expandir seu mercado. Na medida em que a população não bancarizada se reduzia, diminuía também as oportunidades de expansão da rede bancária, nesse contexto, a competição pelos clientes já bancarizados se tornou mais importante. Um impacto sobre isso foi a oferta de uma gama cada vez maior de novas formas de atender ao cliente aumentando a comodidade e a quantidade de novos serviços.

Então vemos que existem dois efeitos, um expansivo e outro redistributivo. O expansivo aumenta a produção bancária em termos de números de clientes atendidas pelo setor. O distributivo por sua vez implica numa redistribuição dos clientes entre os bancos. É a partir desse último que o consumidor tem a maior capacidade de se apropriar dos ganhos com a inovação enquanto no primeiro o setor bancário tem maior capacidade de se apropriar do excedente. Porém na medida em que há rigidez de preços esse poder do consumidor é limitado.

O regime de apropriabilidade na maioria das vezes se demonstrou fraco, visto que muitas inovações conseguiram ser copiadas num intervalo curto de tempo, com exceção do *internet banking* do Bradesco que demorou dois anos para ser copiado pelos concorrentes. Além disso, devido à natureza do serviço e a regulação atribuída, muitas outras inovações atuaram no sentido de padronizar a prestação do serviço, ao invés de diferenciar. Isto gerou um efeito ambíguo pois ao mesmo tempo em que retirou o poder de mercado obtido a partir de uma possível diferenciação, reduziu o custo da operação.

Apesar disso é possível que a TI aplicada aos bancos tenha tido a capacidade de diferenciar a prestação de serviço em alguns pontos. A diferenciação pode ser mais facilmente observada na aplicação da TI no *front-office*. Cada banco tem o seu sistema de caixas eletrônicos e portais de acesso à internet, o que pode ser considerado um fator diferenciador no serviço. Mesmo que não diretamente, a possibilidade de utilizar o caixa eletrônico como canal de oferta de marketing direcionado pode produzir resultados positivos que compensem o custo da individualização do terminal. Segundo Oliveira (2010):

"No Brasil houve pouco compartilhamento de rede de caixas eletrônicos entre os bancos e uma das razões pode ser essa, porque os bancos passaram a ver como uma vantagem competitiva ter o domínio desse canal justamente pela possibilidade de, além de oferecer o serviço de conveniência, poder vender produtos também através desses canais eletrônicos." (Oliveira, 2010, p. 234-235)

O *back-office* é mais difícil de perceber algum diferencial competitivo fruto das inovações em TI. Porém, assim como no *front-office*, é possível que ele seja um fator importante na diferenciação, ainda mais se considerarmos que as duas trajetórias não são independentes e que especificidades em uma tecnologia pode implicar em especificidade na outra. Segundo Cuoco (2010):

"...a evolução de cada banco está relacionada com sua cultura, sua estrutura organizacional e que as soluções de cada um podem ser distintas e os objetivos atingidos por caminhos diferentes." (Cuoco, 2010, p. 211)

Quanto à apropriabilidade, o fato dos bancos terem se empenhado no desenvolvimento de tecnologia de forma ativa facilitou a apropriação da tecnologia. Porém, outros fatores afetaram o uso compartilhado de determinadas tecnologias (regulação, cooperação entre os bancos, busca por padronização, necessidade comunicação interbancos...). Então, temos dois fatores que contribuem de forma contrária para a apropriação tecnológica dos bancos, uma preza a padronização enquanto que a outra a diferenciação.

Enfim não se pode definir com precisão a distribuição do excedente das inovações de TI no setor bancário. Existindo momentos em que o compartilhamento de tecnologias foi importante para reduzir custos e outros momentos em que o acesso exclusivo a certas tecnologias foi importante para a competição. Ainda foi possível observar que para um mesmo problema em vários casos, como no caso da segurança das transações e do modelo de processamento de dados do *back-office*, os bancos utilizaram tecnologias diferentes para atingir o mesmo objetivo. Podemos afirmar, porém que o excedente não ficou exclusivamente com nenhum dos três agentes mais importantes nessa trajetória: consumidor, bancos e fornecedor.

CONCLUSÃO

Nesse trabalho podemos analisar, principalmente de forma teórica, os impactos da TI sobre as empresas. Como objeto empírico para realizarmos a análise foi escolhido o setor bancário devido à uma possível maior facilidade da análise devido a ser um caso de sucesso e já haver um histórico de trabalhos sobre o setor.

Primeiro apresentamos uma série de trabalhos empíricos sobre o “paradoxo da produtividade”. Em seguida, buscamos nas teorias da inovação uma possível solução para esse paradoxo. Na terceira parte, realizamos o desenvolvimento teórico mais próximo da realidade bancária. Na última parte ocorre, de fato, a análise histórica da TI no setor bancário conjuntamente a uma tentativa de avaliar seus impactos.

No primeiro capítulo realizamos uma encontramos uma diversidade muito grande de metodologias e evidências empíricas sobre os impactos da TI sobre as empresas, evidenciando um possível “paradoxo da produtividade”. Devido a essa discrepância dos resultados, as explicações sobre o paradoxo, algumas vezes, acabam se tornando mais importantes que as próprias evidências empíricas. Dentre essas explicações, quatro foram identificadas como as mais contundentes: erros de medida, tempo insuficiente para o investimento maturar, redistribuição dos lucros entre as empresas de um setor (o que anularia qualquer contribuição agregada) e investimentos malsucedidos.

Como pode ser percebido apenas uma das razões de fato corroboraria uma real contradição entre investimentos em TI e a sua não correlação com ganhos de produtividade. Isso evidencia que existe uma grande possibilidade de que as metodologias utilizadas para identificar o impacto dos investimentos em TI sobre o sistema produtivo não estão adequadas à realidade. Isso em parte pode ser uma consequência da incapacidade dos indicadores de produtividade em mensurarem todos os benefícios que a TI pode trazer para as empresas, visto que em muitos casos a produtividade é apenas um dos elementos que a TI, podendo nem ser o mais importante. Nesse caso ao analisarmos apenas um dos possíveis impactos, estaríamos subestimando os impactos da TI sobre o processo produtivo.

A fim de tratar o problema de forma mais adequada, buscamos nas teorias da inovação explicações teóricas para entendermos como a TI poderia afetar o processo produtivo. Primeiro consideramos que a introdução da TI no processo produtivo é uma inovação radical e representa um rompimento com o paradigma passado. O novo paradigma iniciado pela TI valoriza e facilita a geração de conhecimentos na economia. Em seguida, analisamos como se insere o

conhecimento dentro da firma e apresentamos o desenvolvimento de uma metodologia de análise da firma com base no conhecimento.

Uma metodologia interessante desenvolvida neste trabalho e que apesar de não ser muito trabalhada pode vir a ter implicações para futuros trabalhos é a separação da firma entre capacidades tangíveis e intangíveis. Segundo essa metodologia, além da divisão da firma entre capital e trabalho, podemos analisar a firma a partir de uma outra dimensão: capacidades tangíveis e intangíveis. Estas duas capacidades estariam distribuídas entre capital e trabalho. Como capacidade intangível estamos nos referindo primordialmente ao conhecimento mais especificamente o *know-how* respectivo ao processo produtivo. Por sua vez, a capacidade tangível seriam as capacidades físicas para executar as instruções contidas no conhecimento.

A TI pode ser considerada o primeiro capital a conseguir incorporar de forma eficiente (ou pelo menos mais explicitamente) as capacidades intangíveis contidas nos fatores de produção. Entenda por capacidade intangível o conhecimento contido nos trabalhadores e rotinas dos trabalhadores, que, no caso da TI, estão codificados nas linhas de programação dos *softwares*. Em geral o capital carrega apenas instruções limitadas de uso o que restringem a forma com que possam ser utilizadas e o resultado da produção. A TI foi a primeira tecnologia que conseguiu incorporar uma sequência de procedimentos complexos, flexibilizando a produção e aumentando a possibilidade de automatização de processos mais complexos. A TI consegue incorporar através do *software* conhecimentos produtivos e com isso automatizar etapas do processo produtivo que antes não podiam ser automatizadas, como é o caso de algumas operações de serviços. Este, por sinal, pode ser um dos grandes motivos que a TI tenha sido utilizada de forma mais abrangente pelo setor de serviços.

Dada a importância da TI para o setor de serviços é preciso entender as especificidades da inovação para o setor de serviços. A fim de solucionar essa questão é apresentado duas metodologias de análise das inovações em serviços: a taxonomia de inovações em serviços em Miles (2006) e o modelo baseado em características de Gallouj e Djelall (2010).

Supondo que a inovação seja bem-sucedida e gera excedente na economia, é preciso também entender como esse excedente será distribuído entre os agentes. Este é um ponto importante para a análise, pois um dos motivos para a explicação do “paradoxo da produtividade” é que a utilização da TI provoca uma redistribuição do lucro entre as empresas no mercado. Segundo a metodologia de “*Profiting from Innovation*”, desenvolvida em Teece (1986 e 2006) o excedente gerado de uma inovação pode ser dividido entre os agentes de mercado em função de três características: apropriabilidade, ativos complementares e fase paradigmática da inovação. Ainda esse modelo abre a hipótese que mesmo uma inovação bem-

sucedida, não necessariamente gere excedente para a indústria que inseriu a inovação, existindo a possibilidade de que o excedente seja distribuído também entre os fornecedores e os consumidores. Caso os consumidores sejam os mais beneficiados o excedente seria traduzido em aumento de bem-estar. Esse resultado geraria um grande problema para as análises econométricas, pois esse aumento de bem-estar não poderia ser medido por formas convencionais.

No terceiro capítulo analisamos dois modelos que tratam da inovação no setor bancário a partir da utilização da TI: ciclo reverso do produto (Barras; 1986 e 1990) e a análise por níveis tecnológicos (Cassiolato; 1992). O ciclo reverso do produto tenta analisar as inovações no setor de serviços a partir de uma visão tecnicista, comum às análises dos setores produtores de bens. Para o estudo de um setor de serviços esse viés, se torna pouco prático. A divisão das inovações entre processo e produto não é pertinente ao setor de serviços, é uma adaptação do setor bens que pode prejudicar a análise e encobrir algumas especificidades do setor de serviços.

Considerando as limitações do modelo do ciclo reverso do produto é proposto uma alternativa, analisar ao longo do tempo segundo o conceito de trajetória tecnológica. Esse conceito é menos rígido que o de ciclo de produto e é mais fácil de ser adaptado. A análise por trajetória é basicamente histórica, levando em consideração fatores endógenos do desenvolvimento tecnológico bem como fatores exógenos. Esse desenvolvimento será aplicado no último capítulo.

Ainda no terceiro capítulo, o modelo dos níveis tecnológicos é importante para salientar que a tecnologia da informação utilizada pelos bancos pode ser segmentada em níveis que variam quanto ao grau da especificidade do conhecimento. Estes níveis podem ser divididos em três: infraestrutura, específica e novos serviços. No caso a quantidade de conhecimento específico é maior nas de novos serviços, que não é tecnológica per se, mediana na específica e pequena na de infraestrutura.

Ao associarmos o conceito de trajetória com o de níveis tecnológico, podemos supor que conforme os bancos desenvolvem tecnologias próprias para o setor, e adaptam tecnologias externas, o nível de conhecimento das tecnologias vão se tornando cada vez mais específico. Isso é, o banco acumula conhecimentos ao longo da trajetória de utilização da tecnologia, com isso, eles conseguem contribuir com a criação do capital utilizado em seus procedimentos através de uma relação usuário-fornecedor e como consequência o desenvolvimento da tecnologia vai moldando e adaptando o capital às necessidades específicas do setor.

A análise histórica realizada no último capítulo a partir da trajetória tecnológica do setor bancário brasileiro dividiu a tecnologia em dois grupos: *front-office* e *back-office*. Cada uma

dessas tecnologias seguiu uma trajetória distinta, porém interdependentes. No caso da trajetória do *front-office* o grande objetivo da tecnologia era agregar valor ao serviço oferecido pelos bancos, apesar de que também gerou contribuições importantes para a redução do custo da prestação de serviço. No caso da trajetória da tecnologia de *back-office* seu desenvolvimento buscou diminuir o custo do processamento dos dados e da distribuição dos dados entre os diversos pontos de atendimentos do banco. Nesse caso o custo também forma um critério importante apesar de que mais uma vez o aumento da qualidade da prestação do serviço tenha sido mais determinante.

Como conclusão da utilização da TI no setor bancário vemos que foi possível um aumento da eficiência operacional dos bancos, o que por sua vez possibilitou sua expansão territorial concentrada em poucos bancos e a difusão dos serviços bancários para a população brasileira. Frente a esse resultado é inegável que os usuários dos serviços bancários aumentaram seu bem-estar devido a um aumento da comodidade, disponibilidade e velocidade dos serviços bancários. Um fator que não foi possível identificar com precisão foi a distribuição do excedente entre os agentes no mercado. De forma geral é possível observar que todos os agentes do mercado conseguiram se apropriar de alguma fatia do excedente e mesmo que a diferenciação do serviço final que o consumidor adquira possa ser pouco diversificada as formas de se ofertar os serviços (os processos internos de *back-office*) podem ser distintas.

Por fim, devido às limitações encontradas na conclusão podemos afirmar que da mesma forma que a análise estritamente quantitativa é insuficiente para compreender os reais impactos da TI sobre a produção de um determinado setor da economia, uma análise excessivamente qualitativa, tem pouco poder para identificar esses desdobramentos. Sendo assim, fica clara a necessidade de um trabalho complementar, com um foco mais quantitativo (utilizando econometria ou não), para que possa ser respondida algumas questões que não foram possíveis ser respondidas por esse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABUD JÚNIOR, J. As Indústrias Nacionais. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- ALMEIDA, R. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- BARCET, A. Innovation in services: a new paradigm and innovation model. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. (Eds.). **The Handbook of Innovation and Services A Multi-disciplinary Perspective**. [s.l.] Edward Elgar, 2010.
- BARRAS, R. Towards a theory of innovation in services. **Research Policy**, v. 15, n. 4, p. 161–173, ago. 1986.
- BARRAS, R. Interactive innovation in financial and business services: The vanguard of the service revolution. **Research Policy**, v. 19, n. 3, p. 215–237, jun. 1990.
- BATISTA, R. A. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- BERGER, A. N.; HUMPHREY, D. B. Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking. In: GRILICHES, Z. (Ed.). **Output Measurement in the Service Sectors**. [s.l.] University of Chicago Press, 1992. p. 245–300.
- BIANCHINI, P. C. As Indústrias Nacionais. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- BOCCIA, E. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- BOCCIA, E. Os Bancos Ganham Velocidade. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- BRYNJOLFSSON, E. The Productivity Paradox of Information Technology. **Communication of the ACM**, v. 36, n. 12, p. 67–77, dez. 1993.
- BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. M. Beyond the Productivity Paradox Computers are the catalyst for bigger changes. **Communication of the ACM**, v. 41, n. 8, p. 49–55, 1 ago. 1998.
- BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. M. **Computing Productivity: Firm-Level Evidence**. [s.l.] MIT Sloan School of Management, 1 jun. 2003.

- CALLIARI, A. A. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- CALLIARI, A. A. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- CARR, N. G. TI já não importa. **Harvard Business Review**, 1 maio 2003.
- CARR, N. G. **Does IT Matter? Information Technology and the corrosion of competitive advantage**. [s.l.] Harvard Business School Publishing, 2004.
- CARRARA, A. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- CASSIOLATO, J. E. **The Role of User-Producer Relations in Innovation and Diffusion of New Technologies: Lessons from Brazil**. [s.l.] Universidade de Sussex, 1992.
- CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectorial patterns of innovation. **Research Policy**, v. 37, p. 978–994, 2008.
- CEZAR, L. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- CHANDLER, A. D. (1990a), **Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism**. The Belknap Press of Harvard University: Cambridge, MA.
- CHANDLER, A. D. (1990b), The Enduring Logic of Industrial Success, **Harvard Business Review** (March-April), 132-140.
- CONDE, E. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.
- CONSOLI, D. Technological cooperation and product substitution in UK retail banking: the case of customer services. **Information Economics and Policy**, v. 17, p. 199–215, 2005.
- CONSOLI, D. The dynamics of technological change in UK retail banking services: An evolutionary perspective. **Research Policy**, v. 34, p. 461–480, 2005.
- COPPETTI, C. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

COSTABILE, H. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

COSTABILE, H. Os Bancos Ganham Velocidade.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

COWAN, R.; FORAY, D. The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n. 3, p. 595–622, 1995.

CRUZ NETO, J. R. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

CUOCO, R. Os Bancos Ganham Velocidade.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DA FONSECA, C. E. As Indústrias Nacionais.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DA FONSECA, C. E. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DA FONSECA, C. E. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DANTAS, H. Os Bancos Ganham Velocidade.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DAVID, P. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. **Economic History Technology**, v. 80, n. 2, p. 355–361, 1 maio 1990.

DE AZEVEDO, L. M. O Princípio de Tudo.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DE CARVALHO, C. A. A Política de Informática e a Reserva de Mercado.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DE LUCCA, E. A. Os Bancos Ganham Velocidade.In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DE OLIVEIRA, A. C. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DE PAULA, L. F. Tamanho, Dimensão e Concentração do Sistema Bancário no Contexto de Alta e Baixa Inflação no Brasil. **Nova Economia**, v. 8, n. 1, p. 87–116, jul. 1998.

DEN HERTOOG, P. Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 4, n. 4, p. 491–528, 2000.

DIBB, G. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DINIZ, E. H. Determinantes de Inovação no Setor Bancário. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, jun. 1982.

DOSI, G. Trends in Innovation and its Determinants: The Ingredients of Innovative Process. In: **Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry**. London: Macmillan, 1984. p. 7–20.

ELBLING, J. As Indústrias Nacionais. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

ERNST, D.; LUNDEVALL, B.-A. **Information Technology in The Learning Economy - Challenges for Developing Countries**: DRUID Working Paper. [s.l.: s.n.].

FARIA, F.; MAÇADA, A. C. Impacto dos investimentos em TI no resultado operacional dos bancos brasileiros. **Revista de Administração de Empresas**, v. 51, n. 5, p. 440–457, set/out de 2011.

FEBRABAN. **CIAB 2011 - A Tecnologia Além da Web**, 2011. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/Setor%20Banc%E1rio%20em%20N%FAmeros%204%2005%20\(2\).pdf](http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/Setor%20Banc%E1rio%20em%20N%FAmeros%204%2005%20(2).pdf)>. Acesso em: 28 out. 2013

FONSECA, M. DA G. D.; UNIVERSIDADE, E. DE C. **Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para a agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas**. Campinas, SP: s.n., 1990.

FRANSMAN, M. Information, Knowledge, Vision, and Theories of the Firm. In: DOSI, G.; TEECE, D. J.; CHYTRY, J. (Eds.). **Technology, Organization, and Competitiveness Perspectives on Industrial and Corporate Change**. [s.l.] Oxford University Press, 1998.

FREGNI, E. A Política de Informática e a Reserva de Mercado. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

FREITAS, M. C. A Natureza Particular da Concorrência Bancário e seus Efeitos sobre a Estabilidade Financeira. **Economia e Sociedade**, v. 8, p. 51–83, 1997.

GALLOUJ, F. Innovating in reverse: services and the reverse product cycle. **European Journal of Innovation Management**, v. 1, n. 3, p. 123–138, 1998.

GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. Introduction: filling the innovation gap in the service economy - a multidisciplinary perspective. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. (Eds.). **The Handbook of Innovation and Services A Multi-disciplinary Perspective**. [s.l.] Edward Elgar, 2010.

GALLOUJ, F.; SAVONA, M. Towards a theory of innovation in services: a state of the art. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. (Eds.). **The Handbook of Innovation and Services A Multi-disciplinary Perspective**. [s.l.] Edward Elgar, 2010. p. 27–48.

GARTNER, I. R.; ZWICKER, R.; RÖDDER, W. Investimentos em Tecnologia da Informação e Impactos na Produtividade Empresarial: um Análise Empírica à Luz do Paradoxo da Produtividade. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 13, n. 3, p. 391–409, 1 jul. 2009.

GERA, S.; GU, W. The Effect of Organizational Innovation and Information Technology on Firm Performance. **International Productivity Monitor**, n. 9, 2004.

GOMES, O. As TIC e a Produtividade: Desmistificação de um Paradoxo. **Revista de Ciência da Computação**, v. 1, n. 1, p. 41–56, 2006.

GREGIO, O. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

GREGIO, O. Os Bancos Ganham Velocidade. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

GUTIERREZ, W. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

HERRERO, A. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

HÖHN, R. A Política de Informática e a Reserva de Mercado. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

HOWELLS, J. Services and innovation and service innovation: new theoretical directions. In: GALLOUJ, F.; DJELLAL, F. (Eds.). **The Handbook of Innovation and Services A Multi-disciplinary Perspective**. [s.l.] Edward Elgar, 2010.

LAM, A.; LUNDEVALL, B.-A. The Learning Organization and National Systems of Competence Building and Innovation. In: LORENZ, N.; LUNDEVALL, B.-A. (Eds.). **How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models**. [s.l.] Oxford University Press, 2007. p. 110–139.

LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. Chaves para o Terceiro Milênio na Era do Conhecimento. In: LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. (Eds.). **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 7–26.

LASTRES, H. M.; FERRAZ, J. C. Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado. In: LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. (Eds.). **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LEMONS, C. Inovação na Era do Conhecimento. In: LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. (Eds.). **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 122–144.

LEONELLI, C. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

MAGALHÃES, E. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

MALERBA, F. Learning by Firms and Incremental Technical Change. **The Economic Journal**, v. 102, n. 413, p. 845–859, jul. 1992.

MARTI, J.; ZEILINGER, A. New Technology in Banking and Shopping. In: FORESTER, T. (Ed.). **The Information technology revolution**. [s.l.] MIT Press, 1985. p. 350–358.

MILANO, J. C. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

MILES, I. Patterns of innovation in service industries. **IBM System Journal**, v. 47, n. 1, p. 115–128, 2008.

MORAES, A. G. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

MORELLI, A. C. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

NAKANE, M. I. **Concorrência no Setor Bancário: Resumo da Evidência para o Brasil.** In: BACEN & USP - 2 JORNADA DE ESTUDOS DE REGULAÇÃO. Ipea, nov. 2005

NASSER, A. **Competição e Concentração no Setor Bancário Brasileiro Atual: Estrutura e Evolução ao Longo do Tempo.** São Paulo: [s.n.].

NELSON, R. R. e WINTER, S. G. (1982), **An Evolutionary Theory of Economic Change.** The Belknap Press of Harvard University Press: Cambridge, MA.

NGUYEN-THI, T. U.; MARTIN, L. **The Relationship between Innovation and Productivity conditional to R&D and ICT use. An empirical analysis for firms in Luxembourg**24 ago. 2010

OCDE. **The Knowledge-Based Economy,** OCDE, , 1996.

OCDE. **Manual de Oslo Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação.** Tradução FINEP. 3. ed. [s.l: s.n.].

OCDE. **Measuring Productivity OCDE Manual Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth.** [s.l: s.n.].

PAIVA JUNIOR, L. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro.** São Paulo. FGV, 2010.

PAPALEO, R. As Indústrias Nacionais. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro.** São Paulo. FGV, 2010.

PASSOS, C. A. Novos Modelos de Gestão e as Informações. In: LASTRES, H. M.; ALBAGLI, S. (Eds.). **Informação e Globalização na Era do Conhecimento.** Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 58–83.

PAVITT, K. Sectorial patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343–373, dez. 1984.

PENROSE, E. T. (1959). **The Theory of the Growth of the Firm.** Basil Blackwell: Oxford

PINHEIRO, A. **Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), Inovação e Serviços Intensivos em Conhecimento: o que os indicadores retratam e o que deveriam relatar.** Tese (Doutorado em Economia)—Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

PRASAD, B.; HARKER, P. T. **Examining the Contribution of Information Technology Toward Productivity and Profitability in U.S. Retail Banking:** Financial Institutions Center Working Papers. Philadelphia: University of Pennsylvania, 1997.

ROCHA, E. A Política de Informática e a Reserva de Mercado. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro.** São Paulo. FGV, 2010.

ROLO, L. O Princípio de Tudo. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge [Eng.]; New York: Cambridge University Press, 1976.

ROXO, G. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

ROXO, G. CNAB e CIAB - Uma História de Cooperação. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

RUGGIERO, W. Os Bancos Ganham Velocidade. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

SALINAS, J. L. A Era da Internet. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

SANCHEZ, F. Racionalização e Padronização em Direção ao Real-time. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

SAUR, R. A Política de Informática e a Reserva de Mercado. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.

SHAPIRA, P. et al. **Knowledge Economy Measurement: Methods, Results and Insights from the Malaysian Knowledge Content Study**. In: TRIPLE HELIX 5. Turin, Itália: 21 maio 2005

SOLOW, R. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312–320, 1 ago. 1957.

SOLOW, R. We'd Better Watch Out. **The New York Times Book Review**, p. 36, 12 jul. 1987.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v. 15, n. 6, p. 285–305, dez. 1986.

TEECE, D. J. Reflections on “Profiting from Innovation”. **Research Policy**, v. 35, n. 8, p. 1131–1146, out. 2006.

TEECE, D. J.; PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. In: DOSI, G.; TEECE, D. J.; CHYTRY, J. (Eds.). **Technology, Organization, and Competitiveness Perspectives on Industrial and Corporate Change**. [s.l.] Oxford University Press, 1998.

TEECE, D. J., PISANO, G. e SHUEN, A. (1990). Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy, **CCC Working Paper No. 90-8**

TEIXEIRA, F.; CAVALCANTE, L. R. Relações entre tecnologia, padrões organizacionais e produtividade no setor bancário no Brasil. **Revista de Administração**, [s.d.].

TIGRE, P. B. Inovação e Teorias da Firma em Três Paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 3, 1998.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação A Economia da Tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TIGRE, P. B.; NORONHA, V. B. Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação. **Revista de Administração**, v. 48, n. 1, p. 114–127, mar. 2013.

VERAS, M.; VIANNA, F. **Valor da TI**, [s.d.]. Disponível em:
<<http://www.gabrielmartins.com.br/cap-investimentos.pdf>>. Acesso em: 21 maio. 2013

WAINER, J. O Paradoxo da Produtividade. In: RUBEN, G.; WAINER, J.; DWYVER, T. (Eds.). **Informática, Organizações e Sociedade no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2003.

WORTSMAN, N. As Indústrias Nacionais. In: DA FONSECA, C. E.; MEIRELLES, F.; DINIZ, E. (Eds.). **Tecnologia Bancária no Brasil uma história de conquistas, uma visão de futuro**. São Paulo. FGV, 2010.