# 2 Referencial Teórico

Este capítulo trata da revisão do referencial teórico sobre os temas envolvidos na questão central do problema de pesquisa: Inovação, Setor Elétrico Brasileiro e P&D, os quais auxiliaram na análise do problema proposto para a dissertação. Primeiramente, foi realizado um levantamento do estado da arte do conceito de inovação e particularmente àquelas chamadas disruptivas. Apesar do incremento da importância do tema inovação nos dias de hoje, ainda existe uma grande dificuldade de compreendê-la e defini-la. Utterback (1986) comenta que a pesquisa da teoria da inovação é altamente dispersa, não tendo sida adotada por nenhum dos campos científicos além de não existirem dados suficientes para construção de um modelo de predição da inovação. Dessa forma, qualquer tentativa de conceituar a inovação torna-se um desafio e ao mesmo tempo vulnerável a críticas. Neste capítulo, buscou-se o estado da arte da inovação sem, no entanto, limitar sua definição. O objetivo é contextualizá-la no âmbito da cadeia de inovação (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) em investimentos de P&D do Setor Elétrico. Para tanto, serão explorados os conceitos de inovação tecnológica, a diferenciação entre inovações de produto e processo e o papel do mercado na aceitação de novos produtos ou pela sua necessidade de novos consumos. Em seguida, é apresentado um levantamento histórico do Setor Elétrico Brasileiro identificando suas características e especificidades, a institucionalização do setor a partir da reestruturação do SEB em 1998 e da criação do órgão regulador ANEEL. Por fim, é apresentado o contexto de Pesquisa e Desenvolvimento existente no Setor Elétrico Brasileiro identificando a legislação vigente, classificações teóricas e práticas atuais.

## 2.1. Inovação

Tendo em vista que a geração, a exploração e a difusão do conhecimento são fundamentais para o crescimento econômico, o desenvolvimento e o bem estar das nações, muito se têm trabalhado para se dispor de melhores conceituações e medidas da inovação (OCDE, 2005). Ao longo do tempo, a natureza e o panorama da inovação se modificam, assim como a necessidade de indicadores que capturem tais mudanças e ofereçam aos formuladores de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

políticas instrumentos apropriados de análise. Um trabalho considerável foi realizado durante os anos 1980 e 1990 a fim de desenvolver modelos e estruturas de análise para estudos sobre inovação. Experimentos com pesquisas pioneiras e seus resultados, juntamente com a necessidade de um conjunto coerente de conceitos e instrumentos, levaram à primeira edição do Manual de Oslo em 1992 (versão em português de 1997) centrada na "inovação tecnológica de produto e processo" (TPP) na indústria de transformação. Os resultados dessas pesquisas levaram a refinamentos na estrutura do Manual de Oslo em termos de conceitos, definições e metodologia, originando a segunda e terceira edições. Para a OCDE, o conceito aceito atualmente é que uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 2005).

Vários autores contemporâneos buscaram conceituar o fenômeno da inovação. Higgins (1995) associa a inovação à novidade: "é a geração, desenvolvimento e adaptação de uma idéia ou comportamento novo à organização" assim como Rogers (1995) que define a inovação como "uma idéia ou objeto, que é percebido como novo por um indivíduo". Por sua vez, Cumming (1998) considera inovação como a primeira aplicação bem sucedida de um produto ou processo. Enquanto isso, Damanpour (1996:694) associa à mudança: "inovações são concebidas como meios de mudança da organização seja como respostas às mudanças do ambiente externo ou como uma ação preventiva que influencie o ambiente". Para Dosi (1988), a inovação está essencialmente relacionada à descoberta, à experimentação, ao desenvolvimento, à imitação e à adoção de novos produtos, novos processos de produção e novos arranjos organizacionais.

Segundo Rocha Neto (2003) o conceito de inovação é econômico, pois se refere à apropriação comercial de invenções ou à introdução de aperfeiçoamentos nos bens e serviços utilizados pela sociedade, relacionando com o conceito de mercado e com o ambiente de oferta e demanda de bens e serviços. Da mesma forma, o Manual Frascati (OCDE, 2002:224) coloca o mercado no centro da inovação definindo-a como "a transformação de uma idéia em um produto novo ou melhorado que se introduz no mercado, ou em novos sistemas de produção e em sua difusão, comercialização e utilização. Em se tratando de adição de valor econômico, Prahalad e Hamel (1995) afirmam que, na nova economia, as maiores recompensas vão para companhias que criam

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

modelos de novos negócios – idéias que trazem novas fontes de renda, baseadas em tecnologia viável e em novos hábitos dos consumidores. Nessa perspectiva, um ambiente inovador pode ser criado, conscientemente, se uma empresa está disposta a abandonar velhas regras.

O Manual da ANEEL (2007:11) conceitua inovação como "a introdução na empresa ou no mercado de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente, ou com alguma característica nova e diferente daquela até então em vigor, com fortes repercussões socioeconômicas".

Expandindo a contextualização, emerge o conceito de inovação tecnológica que é mais aderente a realidade de um setor como o de Energia e Eletricidade, calcadas pelos avanços tecnológicos e científicos. Segundo Myers e Marquis (1969), a inovação tecnológica é uma atividade complexa, que se inicia com a concepção de uma nova idéia, passa pela solução de um problema e vai até a real utilização de um novo item de valor econômico ou social. Para Donadio (1983), a inovação tecnológica é a utilização de um acervo de conhecimentos científicos, técnicas e procedimentos diversos, para a obtenção e comercialização ou utilização de novos produtos e/ou processos de produção. Por sua vez, Saenz e Capote (2002) a inovação tecnológica é a primeira utilização – incluindo a comercialização nos casos em que se aplica – de produtos, processos, sistemas ou serviços, novos ou melhorados. Já o Manual Frascati (OCDE, 2002) resume inovação tecnológica como "a melhoria substancial de produtos ou processos existentes".

A visão aceita atualmente é que a inovação seja tratada como um processo (OECD,1997) dentro de uma continuidade onde são incluídas a Pesquisa, Desenvolvimento, Clientes e Mercado (MILLER e MORRIS, 1999).

### 2.1.1.Teoria da Inovação

A Teoria da Inovação vincula-se, enquanto legado teórico, a Joseph Schumpeter, economista austríaco e professor da Universidade de Harvard, principal formulador desta teoria em seus aspectos epistemológicos. Foi dele a observação de que as longas ondas dos ciclos do desenvolvimento no capitalismo resultam da conjugação ou da combinação de inovações, que criam um setor líder na economia, ou um novo paradigma, que passa a impulsionar o crescimento rápido dessa economia (SCHUMPETER, 1984). A primeira contribuição ao tema e a criação da definição de inovação ocorreu quando Schumpeter dividiu o processo de mudança tecnológica em três fases básicas:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

- Invenção, como resultado de um processo de descoberta, de princípios técnicos novos, potencialmente abertos para exploração comercial;
- Inovação, como o processo de desenvolvimento de uma invenção de forma comercial;
- Difusão, como a expansão de uma inovação em uso comercial, novos produtos e processos.

Enquanto a invenção é a idéia em si, traduzida por um modelo de um produto ou processo, a inovação só se concretiza ao se realizar a primeira transação comercial do novo produto ou processo. A inovação, para Schumpeter é, portanto, limitada à comercialização de um produto novo ou a implementação de um novo processo de fabricação. Com relação às atividades de inovação, Schumpeter enumera 5 tipos (1984):

1. Introdução de um produto novo ou uma mudança qualitativa em um produto existente;
2. Novo processo de inovação na indústria (que não precisa envolver um conhecimento novo);
3. A abertura de um mercado novo, um mercado em que uma área específica da indústria ainda não tenha penetrado, independentemente do fato do mercado existir antes ou não;
4. Desenvolvimento de novas fontes de provisão para matérias-primas ou outras contribuições, independentemente do fato da fonte existir antes ou não;
5. Aparecimento de uma nova estrutura de organização, como a criação de uma posição de monopólio ou quebra de monopólio existente.

A dimensão das atividades de inovação a qual se refere Schumpeter (1984) é a de inovações radicais, ou seja, àquelas inovações que produzem um grande impacto econômico ou mercadológico, deixando em segundo plano as inovações de ordem incremental e os aprimoramentos técnicos de base contínua.

Peter Drucker (1985) adota uma orientação neo-schumpeteriana ao afirmar que a inovação é um esforço para criar alterações úteis ao potencial econômico e social da empresa, além de considerá-la uma indispensável disciplina de gestão empresarial. Aborda a inovação como uma disciplina a ser aprendida e

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

praticada em empresas de diferentes tamanhos, estágios de desenvolvimento, estrutura e ramo de atividade – a Administração Empreendedora. Drucker procurou organizar, sistematizar e racionalizar o tema, numa tentativa de facilitar a busca dos empreendedores pelas fontes de inovação e pelos sintomas que indiquem oportunidades para que uma inovação tenha êxito. A partir da análise do ambiente empresarial americano entre as décadas de 60 e 80, Drucker constatou que o mundo empresarial já requeria mudanças cada vez mais rápidas por parte das empresas, que precisavam apresentar agilidade na resposta aos movimentos de mercado, até mesmo antecipando-os, sob pena de perda de participação no mercado ou até mesmo extinção. Segundo ele: "a inovação é o instrumento específico dos empreendedores, o meio pelo qual eles exploram a mudança como uma oportunidade para um negócio diferente ou um serviço diferente" (DRUCKER, 1985:25).

A primeira edição do Manual de Oslo (OCDE, 1997) fazia uma diferenciação importante entre inovação tecnológica e atividade inovativa. Considerava como inovação tecnológica apenas os dois primeiros tipos mencionados por Schumpeter (introdução de um novo bem ou de um novo método de produção):

> *"Inovações de Produtos e Processos Tecnológicos (Technological Product and Process - TPP) referem-se a novos produtos e processos tecnológicos implementados e melhorias tecnológicas significativas em produtos e processos. Uma inovação TPP foi implementada se introduzida no mercado (inovações de produto) ou utilizada em um processo produtivo (inovações de processo). Inovações TPP envolvem uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais" (OCDE, 1997)*

Já as atividades inovativas foram classificadas em sete grupos:

- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): entendida como o trabalho criativo desenvolvido em uma base sistemática a fim de aumentar o conhecimento existente;
- Engenharia Industrial: aquisição de equipamentos, ferramentas, procedimentos de controle de qualidade, métodos e padrões, ou mudanças em algum desses elementos, visando à manufatura do novo produto ou à aplicação do novo processo;
- Início da produção: compreende as modificações de produto e processo, treinamento de pessoal nas novas técnicas e lote experimental;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

- Marketing de novos produtos: atividades relacionadas a lançamento de novo produto, adaptação do produto a diferentes mercados, comercialização pioneira;
- Aquisição de tecnologia intangível: na forma de patentes, licenças, know-how e serviços de conteúdo tecnológico em geral;
- Aquisição de tecnologia tangível: aquisição de máquinas e equipamentos tecnológicos conectados com as inovações de produto e processo introduzidas pela empresa;
- Design: atividades relativas à definição de procedimentos, especificações técnicas e aspectos operacionais necessários à produção do novo objeto ou introdução do novo processo.

A figura 3 apresenta a conceituação das inovações tecnológicas de produto e processo conforme a primeira versão do Manual de Oslo (OCDE, 1997).

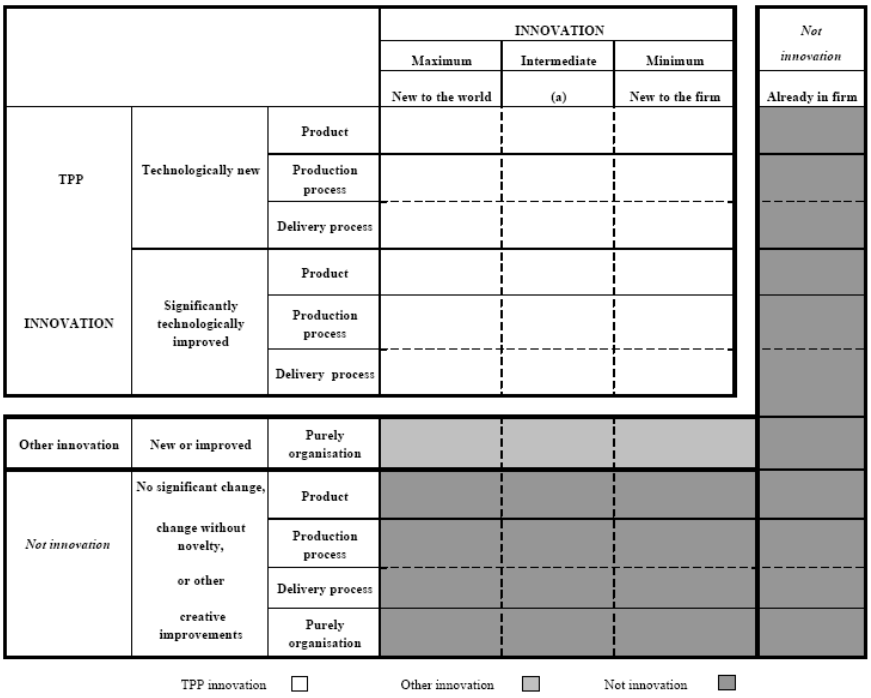


Figura 3 – Tipos e escalas de inovação - Manual de Oslo, primeira edição
Fonte: OCDE, 1997.

Como diversas inovações no setor de serviços não são capturadas de maneira adequada pelo conceito TPP, as versões posteriores do Manual de Oslo contemplaram a questão das inovações não tecnológicas. Na terceira edição (OCDE, 2005), diferenciam-se quatro tipos de inovação: de produto, de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

processo, de marketing e organizacional. Essa classificação possui o maior grau de continuidade possível com a definição precedente de inovação de produto e de processo. As inovações de marketing e as inovações organizacionais ampliam o conjunto de inovações tratadas pelo Manual em relação às edições anteriores.

### 2.1.2.Inovação de Produto e Processo

Segundo o Manual (OCDE, 2005), as inovações de produto tanto podem utilizar novos conhecimentos ou tecnologias, quanto podem basear-se em novos usos ou combinações para conhecimentos ou tecnologias existentes. O termo "produto" abrange tanto bens como serviços. Por sua vez, as inovações de produto incluem a introdução de novos bens e serviços, e melhoramentos significativos nas características funcionais ou de uso dos bens e serviços existentes. Logo, novos produtos são bens ou serviços que diferem significativamente em suas características ou usos previstos dos produtos previamente produzidos pela empresa.

Já uma inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos ou softwares. As inovações de processo podem ter como objetivo reduzir custos de produção ou de distribuição, melhorar a qualidade, ou ainda produzir ou distribuir produtos novos ou significativamente melhorados. Além de incluir métodos novos ou significativamente melhorados para a criação e a provisão de serviços, as inovações de processo podem envolver mudanças substanciais nos equipamentos e nos softwares utilizados em empresas orientadas para serviços ou nos procedimentos e nas técnicas que são empregados para os serviços de distribuição.

Com relação aos bens, a distinção entre produtos e processos é clara: para os serviços, porém, a diferença pode ser menos evidente, pois a produção, a distribuição e o consumo de muitos serviços podem ocorrer ao mesmo tempo. Segundo o Manual de Oslo (OCDE, 2005), existem algumas diretrizes diferenciadoras:

- se a inovação envolve características novas ou substancialmente melhoradas do serviço oferecido aos consumidores, trate-se de uma inovação de produto;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

- se a inovação envolve métodos, equipamentos e/ou habilidades para o desempenho do serviço novos ou substancialmente melhorados, então é uma inovação de processo;
- se a inovação envolve melhorias substanciais nas características do serviço oferecido e nos métodos, equipamentos e/ou habilidades usados para seu desempenho, ela é uma inovação tanto de produto como de processo.

O Manual da ANEEL (2007: 11), da mesma forma, divide a definição das inovações tecnológicas em produto e processo:

a) Inovação Tecnológica de Produtos: Ocorre inovação tecnológica de um produto quando suas características de projeto são modificadas para prover melhor serviço aos usuários. As inovações podem envolver tecnologias novas ou combinação de tecnologias existentes para atender novos usos ou, ainda, melhorar o desempenho de produtos existentes. As modificações envolvidas deverão ter um caráter não-trivial e os recursos destinados à inovação tecnológica devem guardar proporção pequena com os ganhos estimados.

b) Inovação Tecnológica de Processos: Ocorre inovação tecnológica de processos quando há mudança significativa na tecnologia de produção de um bem ou serviço. Essa mudança pode ser por meio de novo equipamento e/ou novo método de organização e de gerência. O aperfeiçoamento das organizações não pode ser obtido utilizando plantas ou métodos convencionais, ou sem aumentar a eficiência do processo produtivo de equipamentos ou tecnologias existentes.

A justificativa para focar particularmente na distinção entre inovações de produto e processo baseia-se na tese de que os impactos sociais e econômicos destes dois tipos de inovação diferem entre si. Enquanto que a introdução de um novo produto normalmente gera um efeito positivo na economia e no nível de emprego, as inovações de processo comumente resultam em otimizações e cortes de custo (FAGERBERG, 2004).

Outra distinção entre inovação de produto e processo diz respeito ao ciclo de vida destas inovações. A "dinâmica da inovação tecnológica", ou seja, os momentos que caracterizam a evolução da mudança tecnológica ao longo do tempo, foi proposta por Utterback (1994). Depois de uma análise de empresas norte-americanas, Utterback (1994) definiu três fases no processo de inovação: fluida, transitória e específica, onde inovações de produto e processo se

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

diferenciam por suas taxas de inovação e características de orientação ao mercado.

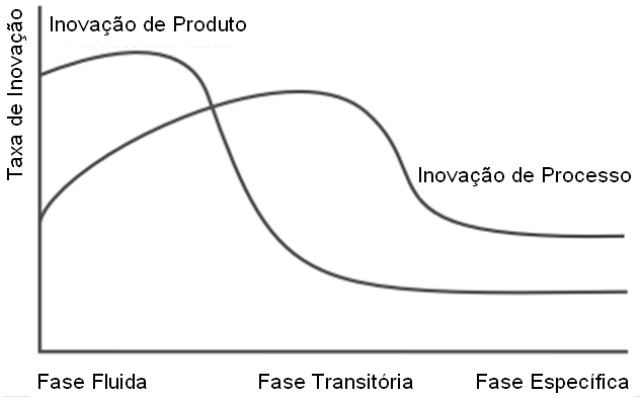


Figura 4 – Modelo da Dinâmica da Inovação Tecnológica
Fonte: Utterback e Abernathy, 1975.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

Na fase fluída a pesquisa não está direcionada obrigatoriamente para o mercado. As idéias estão em ebulição e a criatividade é o valor mais enfatizado: o profissional voltado para este tipo de atividade deve ter competências específicas. Na fase transitória a idéia começa a materializar-se, enquanto o protótipo do produto entra em fase de teste, o processo é examinado e verificado em situações concretas. O valor do produto ou processo no mercado começa a ser levado em consideração e os investimentos passam a depender cada vez mais das possibilidades de risco e sucesso. Há, no entanto, a preocupação sistemática em dirimir as possibilidades de fracasso. Na fase específica, o produto ou processo já está entrando no mercado.

## 2.2. Inovação Disruptiva

Um dos maiores desafios da Era do Conhecimento reside no fato de que, à medida que há um acesso a um número maior de informações, paradoxalmente há menos condições de gerar conhecimento a partir dessas informações. Isso porque é cada vez mais difícil estabelecer a diferença entre "sinal" e "ruído". (CHRISTENSEN, 1997). Para as empresas, esse desafio assume várias formas. Afinal, é preciso reconhecer as mudanças que estão ocorrendo no ambiente e também identificar quais as novas tecnologias que são efetivamente transformadoras. A esse respeito Christensen e Raynor (2003) afirmam que:

> *"A disrupção é uma teoria: um modelo conceitual de causa e efeito que possibilita prever com mais confiança os resultados de batalhas competitivas, em diferentes circunstâncias". (CHRISTENSEN e RAYNOR, 2003)*

Thommond e Leticce (2002) definem inovações disruptivas como produtos, serviços e modelos de negócio explorados de maneira bem sucedida que transformam significativamente a demanda e as necessidades do mercado, criando uma ruptura nos *players* atuais.

A teoria da inovação disruptiva aponta para situações nas quais os novos participantes de um mercado, armados de soluções tecnológicas relativamente simples, podem passar à frente das atualmente poderosas empresas líderes de mercado. A teoria sugere que as empresas líderes tendem a ter sucesso quando concorrem no campo das inovações sustentáveis – oferecer soluções melhores a seus principais clientes. Os novos concorrentes, por sua vez, tendem a ter sucesso quando concorrem no campo das inovações disruptivas – oferecer soluções convenientes, simples e de baixo custo que sejam bem-vindas pelos clientes e que os atuais concorrentes não atendem ou não querem atender. O modelo proposto por Christensen (1997) possui 3 aspectos básicos (Figura 5):

- *Performance* que possa ser absorvida pelo cliente

A primeira premissa do modelo é que, em todo mercado, existe uma trajetória de melhoria no produto ou no serviço que o cliente poderá realmente absorver ou utilizar ao longo do tempo (representada pela linha tracejada). Na verdade, esta linha é uma distribuição dos clientes em torno de uma média que varia desde clientes com alto nível de exigência (*high end*), que irão utilizar toda a *performance* disponível até os clientes com baixo nível de exigência (*low end*) que estarão mais que satisfeitos com muito pouco.

- Trajetória de melhorias

O segundo pressuposto é que em todo mercado existe uma trajetória de melhoria independente, viabilizada pelos agentes da inovação por meio da introdução de gerações e mais gerações de produtos novos e melhorados. Em quase todos os tipos de indústria, a trajetória do desenvolvimento tecnológico ascende mais rápido do que evolui a capacidade de absorção pelos clientes. Na busca por clientes *top*, o fornecedor de produto ou serviços estará sempre oferecendo melhorias que vão além da capacidade de absorção da maioria dos

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

clientes. Significa dizer que um produto ou serviço que não seja bom o suficiente para ser adotado por um cliente exigente pode ser melhorado de maneira tão rápida que atenda perfeitamente as necessidades deste cliente em pouco tempo.

- Sustentadora x Disruptiva

A terceira parte do modelo analisa as diferenças entre melhorias sustentadoras e disruptivas.

As inovações sustentadoras são assim definidas: tecnologias que resultam em produtos muito melhores, para os melhores clientes e que possam ser vendidas pelas maiores margens. Já as inovações disruptivas costumam trazer para o mercado produtos e serviços não tão bons quanto os disponíveis. Dessa forma, não poderiam ser utilizadas por estes clientes líderes. As inovações disruptivas geralmente são mais simples, mais convenientes e mais econômicas, atraindo, sobretudo, clientes novos ou menos exigentes.

Como os clientes das empresas estabelecidas não são capazes de utilizar as tecnologias disruptivas no momento em que são introduzidas, perderão sua chance e, quando tais tecnologias evoluírem a ponto de serem utilizadas pelos clientes líderes, as empresas estabelecidas já não estarão mais em condições de satisfazer a demanda dos clientes.

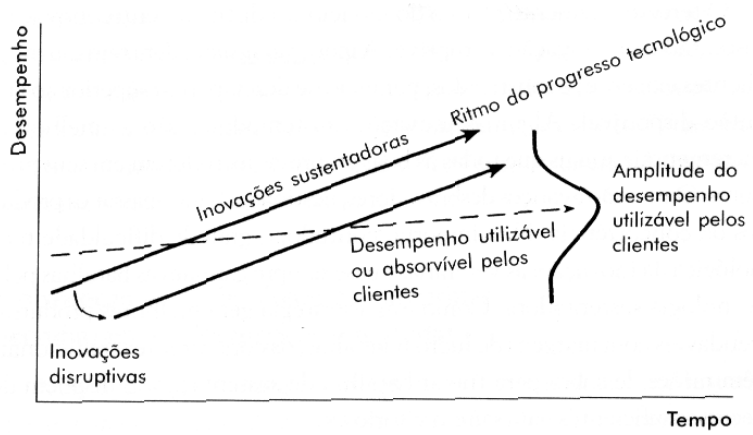


Figura 5 – Modelo de Inovação Disruptiva

Fonte: Christensen (1997)

Christensen e Raynor (2003) acrescentaram uma nova dimensão ao diagrama apresentado na Figura 5 para diferenciar tipos de inovação de baixo mercado, que foca nos consumidores que não necessitam do desempenho valorizado pelos consumidores mais exigentes, e de novo mercado que foca em consumidores que até então não eram servidos satisfatoriamente pelos

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

incumbentes. O terceiro eixo representa, portanto, novos clientes e novos contextos de consumo (Figura 6).

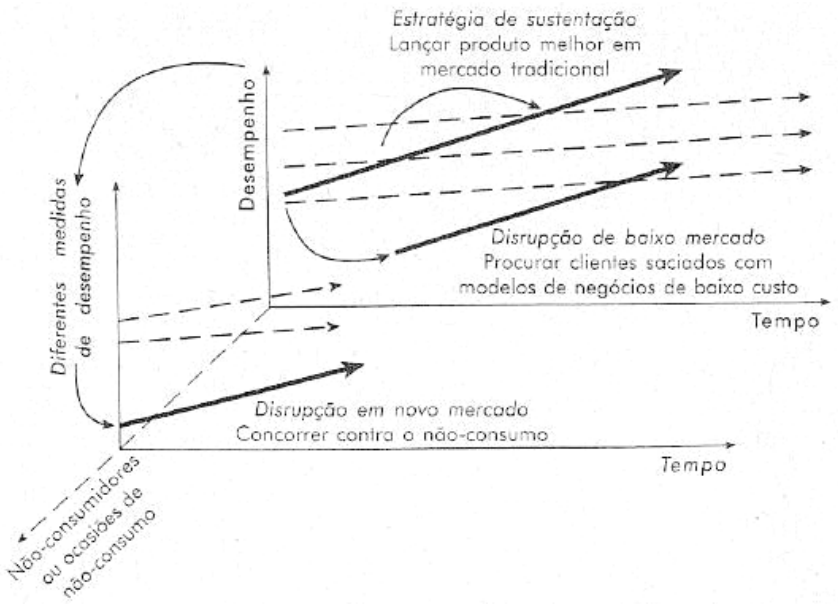


Figura 6 – Terceira dimensão do Modelo de Inovação Disruptiva
Fonte: Christensen e Raynor (2003)

Disrupções de baixo mercado ocorrem quando a taxa de melhorias dos produtos excede a taxa de adoção do desempenho pelos consumidores. Assim, em algum momento, a *performance* do produto supera os níveis de exigência de certos segmentos do consumidor possibilitando que a tecnologia disruptiva entre no mercado e ofereça um produto que apesar de menor desempenho, satisfazendo certos consumidores ganhando espaço no mercado. Estas disrupções focam, inicialmente, consumidores menos lucrativos que já estão "mais do que satisfeitos" com os produtos existentes. Estes consumidores não estão dispostos a pagar melhorias de funcionalidade dos produtos ou serviços. Após a conquista deste segmento de mercado, há a procura de melhores margens, sendo necessária a entrada no segmento de mercado em que os consumidores se dispõem a pagar mais por uma melhor qualidade. Para isso, o "disruptor" precisa inovar sem se preocupar com os incumbentes que focarão em segmentos mais atrativos do mercado até que a disrupção atenda a grande maioria dos consumidores retirando a participação das empresas estabelecidas no mercado (CHRISTENSEN e RAYNOR, 2003).

As "disrupções de novo mercado" competem com o não-consumo pois os produtos disruptivos de novo mercado são tão mais acessíveis e simples que

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

podem ser adquiridos e utilizados por toda uma nova faixa demográfica, em contexto muito mais conveniente. Estas disrupções ocorrem quando um produto, que é inferior na maioria das métricas de desempenho existentes, se adéqua a um novo e emergente segmento de mercado. Em resumo, a teoria da inovação disruptiva esta baseada em cinco características:

- A inovação possui desempenho inferior nos atributos dos produtos e serviços existentes no mercado;
- Os novos atributos não são valorizados pelo segmento mais importante do mercado;
- A inovação é normalmente mais simples e barata e oferecida a um preço menor que os produtos existentes;
- Na sua introdução, o produto apela pelo segmento mais sensível a preços do mercado, limitando a concorrência com incumbentes;
- Com o desenvolvimento e melhoria da *performance* do produto, a inovação passa a atrair maior fatia do mercado.

Entretanto, nem todas as tecnologias disruptivas são de desempenho inferior. Existem casos que apesar de uma performance superior, o produto ou serviço não é adotado pela maioria dos *players* do mercado. Este tema foi bem abordado por Utterback (1994) que identificou, sob que condições designs dominantes de produtos podem interferir na estrutura da indústria e no passo das inovações do setor. Govindarajan e Kopalle (2005), por sua vez, identificam a inovação disruptiva como a introdução de um novo conjunto de atributos (características e desempenho) relacionado a um produto existente, oferecido a um preço menor, o que significa uma combinação pouco atrativa às companhias estabelecidas no mercado. No entanto, diferencia a inovação disruptiva das inovações radicais de forma diferente à proposta por Christensen (1997). Para Govindarajan e Kopalle (2005), a disrupção esta relacionada a uma dimensão de segmentação de mercado enquanto que a radical relacionada à dimensão tecnológica do produto. Markides (2006) propõe a separação dos conceitos de inovação disruptiva tecnológica e de modelo de negócio justificando que os dois tipos de inovação disruptiva possuem diferentes efeitos competitivos e requerem diferentes estratégias de respostas pelos incumbentes.

O modelo proposto por Christensen (1997, 2001) pode ser enriquecido considerando as pesquisas de outros autores sobre inovações radicais, revolucionárias, não lineares ou descontínuas. Por exemplo, Veryzer (1998) analisou o impacto das inovações descontínuas relacionando-as com a

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

percepção de valor dos novos atributos de produtos e serviços identificando 3 tipos de inovações descontínuas que podem ser entregues pela organização, cada uma requerendo abordagens diferentes dos gestores. Tushman e Anderson (1986) identificam dois tipos principais de inovações descontínuas: *competence-destroying* e *competence-enhacing*. As duas formas são consideradas por Christensen como altamente disruptivas, demandantes de novas habilidades e de conhecimento normalmente introduzidas por novos entrantes (CHRISTENSEN, 1997). Hamel (2000), por outro lado, afirma que empresas podem criar inovações disruptivas com processos, tecnologias produtos ou serviços, porém o real valor econômico percebido das inovações "não-lineares" está relacionada à inovações de modelo de negócio.

### 2.2.1. Diagnóstico de Disrupção

O sucesso das inovações que ocorrem no mercado é atribuído, em grande medida, a uma combinação harmônica entre os elementos "produto certo", "lugar certo" e "momento certo". Sendo assim, a intuição e uma forte dose de coincidência, supostamente, ditam as regras no aspecto inovação de produtos e serviços. No entanto, de acordo com a teoria da inovação disruptiva proposta por Christensen e Raynor (2003), o sucesso ou fracasso no desenvolvimento de um produto ou serviço pode ser previamente diagnosticado. Scott et al. (2004) apresentam 3 perspectivas sob as quais pode ser analisado o potencial disruptivo de um projeto. Não necessariamente, estas perspectivas devem ser conduzidas em uma linearidade ou individualmente. O resultado positivo de uma das dimensões faz com que as outras duas sejam revisitadas.

- Diagnóstico do Cliente

O diagnóstico do ponto de vista do cliente identifica segmentos de mercado disruptivos: envolve a procura de sinais de grupos de consumidores saciados (ou "mais que satisfeitos") ou não-consumidores.

Clientes saciados consomem o produto ou o serviço, mas não necessitam de todos os atributos ou funcionalidades. Estes consumidores "mais do que satisfeitos" podem se encontrar no próprio segmento de mercado ou em mercados adjacentes. Três indicadores específicos identificam este grupo: reclamações sobre alta complexidade e preço dos produtos e serviços; atributos do produto ou serviço não percebidos como benefícios e por isso não utilizados; inovações contínuas na trajetória do produto ou serviço não mais agregam valor.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

O outro grupo de clientes é o de não-consumo, por falta de habilidade, dinheiro ou acesso acabam sendo obrigados a contratar outros para obter o serviço ou se satisfazerem com produtos ou soluções menos que adequadas. O não-consumo existe em todos os mercados, especialmente naqueles já consolidados. Normalmente, o não-consumo ocorre pelos seguintes motivos (SCOTT et al., 2004): por falta de habilidades ou treinamento são forçados a se tornarem *experts* para resolver problemas importantes; por falta de recursos financeiros não têm acesso ao mercado; só podem utilizar o produto ou serviço em local centralizado e/ou inconveniente. Já os clientes insatisfeitos, ou seja, aqueles que sofrem com as limitações do produto ou serviço e se dispõem a pagar mais pela sua melhoria são foco de inovações sustentadoras.

- Diagnóstico de Portfólio

Esta dimensão trata da alocação com sucesso de potenciais inovações para satisfazer a necessidade de um grupo de consumidores. Envolve a busca de características tecnológicas das inovações e o potencial de seu modelo de negócio. Uma inovação de baixo mercado satisfaz a necessidade de clientes saciados provendo funcionalidades adequadas a um preço baixo. Por sua vez, tecnologias deste tipo oferecem desempenho adequado e um modelo de negócio que gera retorno financeiro mesmo com baixos preços. Dessa forma, inovações disruptivas de novo mercado satisfazem os não-consumidores oferecendo novos benefícios entre eles conveniência, customização ou simplicidade a baixo preço e distribuição mais simplificada.

- Diagnóstico da Concorrência

A terceira dimensão envolve a análise dos competidores no segmento de mercado desejado de forma a assegurar que as oportunidades possuam diferencial competitivo. Christensen e Raynor (2003) sugerem que inovações disruptivas ocorrem a partir das chamadas “assimetrias de motivação” entrando em mercados onde os incumbentes estão motivados a sair ou a ignorar os entrantes. Segundo a teoria, os incumbentes tendem a não aproveitar oportunidades menos atrativas, mesmo que possuam as habilidades necessárias em sua cadeia de valor, deixando espaços no mercado para o crescimento das inovações disruptivas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

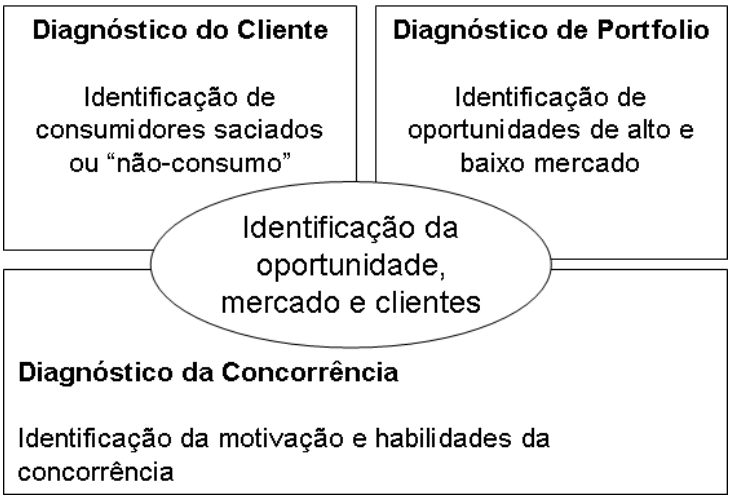


Figura 7 – Diagnóstico de Disrupção

Fonte: Scott et al. (2004)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

## 2.3. Setor Elétrico Brasileiro

O Brasil, no fim do século XIX, viveu um período de grandes mudanças políticas, sociais e econômicas. Naquele momento, o desenvolvimento industrial promoveu a aceleração do processo de urbanização e a intensificação do consumo de energia, principalmente para a iluminação pública. Além disso, o processo de modernização do país impulsionou o crescimento das cidades, a expansão da indústria, e com isto a necessidade de incremento de infra-estrutura urbana entre elas a energia elétrica (GOMES et al., 2002).

Na década de 30 inicia-se a queda do modelo primário-exportador e a aceleração do processo de industrialização de forma mais introvertida, sendo posteriormente caracterizado por um elevado grau de desnacionalização e concentração. A eletricidade e todos os seus benefícios marcavam de tal modo a vida brasileira que muitos de seus aspectos mais relevantes: como a fixação de preços, as condições de outorga das concessões destes serviços públicos e o controle do lucro das empresas passaram a ser objeto de constantes debates (BARROS e GOLDENSTEIN, 1997). Em 1934, o arcabouço regulatório para o setor é formalizado por meio do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934). A partir deste momento, a União passa a deter a competência de legislar e outorgar concessões de serviços públicos de energia elétrica. Em 1939, é criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (Cnaee), órgão subordinado a Presidência da República responsável pela regulamentação e desenvolvimento do setor.

Esse arcabouço regulatório e a Segunda Guerra mundial diminuíram o interesse dos investidores estrangeiros no setor elétrico, reduzindo o ritmo de expansão da capacidade instalada e causando limitações de oferta. Até a década de 50, o capital privado dominava o desenvolvimento da indústria de eletricidade no Brasil. Sob esta égide, os serviços de geração, transmissão e distribuição foram organizados no país sob a forma de sistemas isolados e independentes (CACHAPUZ, 2003). Neste contexto, o Estado decide ampliar seu papel para além das atribuições reguladoras e fiscalizadoras, passando a investir diretamente na geração de energia elétrica. Para tanto é criada, em 1945, a Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF.

Posteriormente, durante o governo Juscelino Kubitschek, entre 1956 e 1961, foi criada a maior parte das companhias estaduais de distribuição de energia elétrica e, no ano de 1957, o Governo Federal criou outra empresa geradora, a Central Elétrica de Furnas com o desafio de sanar a crise energética que ameaçava, em meados da década de 50, o abastecimento dos três principais centros socioeconômicos brasileiros - São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Em 1962 foi criada a Eletrobrás, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com as atribuições de planejar e coordenar o setor e desempenhar as funções de *holding* de várias concessionárias.

Em 1963 entra em operação a hidrelétrica de Furnas, que marcou o início da interligação do sistema elétrico brasileiro, interconectando os sistemas de suprimento de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Em seguida, outros sistemas foram interligados sucessivamente. No ano de 1984, ao final do governo militar, entra em operação um empreendimento binacional desenvolvido pelo Brasil e pelo Paraguai no Rio Paraná: a Usina de Itaipu, que iniciou sua operação comercial em 1985, mas somente em 1991 atingiu sua potência máxima prevista de 12.600MW (GOMES et al., 2002).

A crise econômico-financeira do setor, no início da década de 80, ocorre a partir do agravamento da dívida externa brasileira. Com uma considerável queda na taxa de crescimento do mercado, de um patamar de 12% ao ano para 6% e elevadas taxas de juros internacionais, que chegaram a atingir 17,1% em 1992, o ônus decorrente do endividamento externo refletiram no programa de obras que culminou em políticas econômicas de cortes dos gastos estatais. O nível das tarifas foi reduzido artificialmente, como medida de combate à inflação, nível este que não garantia às empresas a remuneração mínima prevista na lei. As empresas do setor foram utilizadas como instrumento de captação de recursos para o ajuste do balanço de pagamentos do país (SANTANA, 1995).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

A capacidade de geração do sistema interligado permaneceu virtualmente estagnada entre 1988 e 1991. Em 1990, a Lei 8.031, institui o Programa Nacional de Desestatização, mas no setor elétrico as privatizações tiveram início somente em 1995. O setor teve sua capacidade de investimento substancialmente reduzida, e as obras de geração paralisadas progressivamente (CACHAPUZ, 2003). O DNAEE acaba perdendo forças, tanto formalmente como operacionalmente. Tal crise só começa a ser equacionada a partir das radicais mudanças institucionais (SANTANA, 1995).

### 2.3.1. A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro – Governo FHC

O setor elétrico brasileiro passou, em meados da década de 90, por importantes alterações de cunho estrutural e institucional, migrando de uma configuração centrada no monopólio estatal como provedor dos serviços e único investidor para um modelo de mercado, com a participação de múltiplos agentes e investimentos partilhados com o capital privado. Esta reestruturação foi estabelecida concomitantemente à reforma do papel do Estado, iniciada durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, viabilizada, por sua vez, pela Constituição de 1988. Este arcabouço legal sustentou, também, a execução da privatização de ativos de serviços de energia elétrica sob controle estadual e federal. O programa de reformas incluía além da privatização do setor, a introdução de um modelo de regulação baseado no princípio de que, dado o atual estágio de desenvolvimento tecnológico, as atividades de geração e comercialização de energia são potencialmente competitivas (mercado livre), enquanto as de transmissão e distribuição são monopólios naturais (mercado cativo), porém passados à iniciativa privada (SALGADO e DA MOTTA, 2005).

Dentre as principais adequações de caráter estrutural citam-se: a exploração dos serviços de energia elétrica por terceiros, mediante licitação, o controle e operação dos sistemas elétricos de forma centralizada, o livre acesso e uso das redes elétricas, a desverticalização das atividades setoriais (geração, transmissão, distribuição e comercialização), criação e regulamentação da comercialização de energia elétrica e a criação da figura do consumidor livre.

A chamada Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RESEB) foi implementada com base em várias sugestões apresentadas pela consultoria internacional Coopers & Lybrand, contratada pelo governo em meados de 1996. O preceito básico desse novo modelo era trazer eficiência econômica e produtiva, com aumento da capacidade do sistema, com a abertura do mercado

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

de energia elétrica ao capital privado, promovendo a competição entre seus diversos agentes. O Estado, dessa forma, desvincular-se-ia de seu papel de principal agente promotor e financiador para assumir a função de agente político e regulador, o que indica que as reformas promovem também um deslocamento do papel do Estado dentro da nova concepção de mercado. Não obstante os benefícios potenciais advindos de ganhos de produtividade e de redução de gastos públicos, a entrada de empresas privadas no setor de energia iria acrescentar duas complicações: a necessidade de estabelecer normas claras e eficazes para regular a concorrência e de conciliar as funções de planejamento energético, fundamentais para qualquer modelo de gestão do setor, com as variáveis que afetam o investimento privado como a credibilidade das metas de expansão da capacidade produtiva e a estabilidade das regras contratuais durante o período de amortização dos investimentos (SALGADO e DA MOTTA, 2005).

As diretrizes básicas para o processo de reestruturação do setor elétrico foram estabelecidas com a aprovação das Leis nº 8.987/95 e nº 9.074/95, dispondo sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos e normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões. A Lei 9.074/95 também regulamentou as atividades do auto-produtor e produtor independente de energia, que passariam a obter o livre acesso à rede de transmissão, abrindo espaço para a entrada de novos agentes na geração a fim de estimular a competição. Cabe salientar que a Lei de Concessões foi promulgada em fevereiro de 1995, pouco antes de ocorrer a primeira privatização. O grande efeito prático de curto prazo desta lei foi viabilizar o início da privatização no setor, com a venda das distribuidoras federais do Espírito Santo e Rio de Janeiro, respectivamente, ESCELSA (julho de 1995) e LIGHT (maio de 1996).

O novo modelo institucional contemplou tanto a “competição no atacado”, via livre acesso, não discriminatório, de terceiros à rede nacional básica de transmissão, como a “competição no varejo”. O livre acesso às redes de distribuição foi ampliado, com tarifas reguladas e não discriminatórias para os “consumidores cativos”, e as atividades de distribuição e de comercialização foram desagregadas, ao menos contabilmente. Para isso, foi necessário desverticalizar as empresas do setor, juntamente com o processo de privatização. Duas instituições privadas bem distintas foram criadas: o Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) ficou responsável pela competição no atacado, no qual é negociada livremente toda a energia de cada sistema

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

interligado; o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), agente sem fins lucrativos ficou responsável pelo planejamento operacional, programação, despacho e pela operação de toda a rede básica de transmissão interligada do país. Entretanto, as linhas e subestações são de propriedade de terceiros ressarcidos pelo uso destes equipamentos conforme despacho centralizado efetuado pelo ONS. Para regulamentar o setor, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1997 (Lei 9.427) assumindo as funções do extinto DNAEE.

No entanto, a trajetória de reformas do setor em direção ao novo modelo institucional adotado não foi marcada por passos coerentes e articulados. Além de ter negligenciado a importância das atividades de planejamento, outra falha do governo FHC foi iniciar as privatizações antes de estabelecer realmente o marco regulatório (SALGADO e DA MOTTA, 2005). O eixo das reformas do setor elétrico brasileiro teve como dínamo a rápida privatização das empresas elétricas para gerar receitas aos cofres públicos antes mesmo da criação de uma base regulatória bem definida e na ausência de uma política e planejamento energéticos também bem definidos (ROSA et al., 1998).

### 2.3.2. A Revitalização do Modelo do Setor Elétrico – Governo Lula

Aliados aos equívocos regulatórios e na condução do processo, as novas prioridades do governo FHC após as eleições de 1998 resultaram na paralisação do programa de privatizações nos anos seguintes. A contrapartida dos erros cometidos culminou na crise do racionamento de energia (01/06/2001 a 01/03/2002). Diante do cenário de escassez que se observava, o governo federal decidiu criar, em maio de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE). Essa câmara interministerial atuou durante um ano sob a coordenação do ministro-chefe da Casa Civil, que liderou um grupo de mais de cem técnicos de diferentes esferas do governo federal. A GCE, criou o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, com a missão de propor e implementar medidas para solucionar a crise do setor no curto prazo e de criar as condições para o desenvolvimento sustentado do setor elétrico brasileiro no futuro (PIRES et al., 2002).

Em 10 de dezembro de 2003 foram emitidas as Medidas Provisórias 144, que dispõem sobre a comercialização de energia, e 145, que dispõe sobre a criação da Empresa de Pesquisa Energética - EPE. As medidas resultaram nas Leis nºs 10.848 e 10.847, respectivamente, ambas de 15 de março de 2004. A

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

primeira lei criou a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), com o objetivo de restabelecer os instrumentos de planejamento de médio e longo prazo. A segunda introduziu diversas mudanças no marco regulatório incluindo:

(a) Novas regras de comercialização de energia que demandaram a substituição do MAE pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Enquanto o MAE amparava apenas a troca de excedentes físicos entre geradoras e distribuidoras, a CCEE passou a administrar todas as transações do mercado, inclusive os dois tipos de leilões referidos abaixo no item (c).

(b) Fortalecimento institucional do ONS, conferindo-lhe maior autonomia perante as empresas elétricas, e criando mecanismos para articular suas funções com as da EPE.

(c) Instauração de dois tipos de leilões, um para contratar a energia produzida pelas usinas existentes, e outro para novos empreendimentos. Estes leilões visam resolver o velho dilema da política tarifária neste setor, que deve, simultaneamente, refletir os baixos custos de produção das usinas já amortizadas, e oferecer remuneração adequada aos novos investimentos.

### 2.3.3. A ANEEL e a Regulação do Setor Elétrico Brasileiro

A criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Lei 9.427/96, foi um marco na reforma regulatória do setor elétrico brasileiro, tendo em vista a tradição de regulação implícita das empresas de energia elétrica exercida pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), órgão subordinado ao Ministério de Minas e Energia. Nessa configuração tradicional, as políticas setoriais estavam diretamente subordinadas ao Poder Executivo, o que implicava na perseguição de objetivos muitas vezes contraditórios, tais como microeconômicos (eficiência produtiva), macroeconômicos (controle inflacionário e do déficit público) e sociais (universalização dos serviços). Deve-se acrescentar que, durante todo esse período, não foi exercida qualquer forma efetiva de regulação social sobre as empresas. A razão disso é o natural desinteresse do Estado em se autofiscalizar, tendo em vista que as empresas estavam sob seu controle acionário e não havia mecanismos sociais de controle sobre essas empresas.

A lei que atribuiu a competência da ANEEL (Lei 9.427/96) qualificou sua natureza jurídica de autarquia especial, o que permite ao órgão usufruir de relativa independência nos seguintes aspectos:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

a) autonomia decisória e financeira, o que lhe confere agilidade nas suas iniciativas;

b) autonomia dos seus gestores, que após a investidura nos seus mandatos só podem ser afastados com base em critérios rígidos de demissão;

c) delegação de competência normativa para regulamentar questões técnicas atinentes ao setor;

d) motivação técnica e não política de suas decisões, conferindo à atuação da agência neutralidade na solução dos conflitos e na adoção de medidas.

Dois outros aspectos importantes na legislação de criação da ANEEL são a definição de atribuições para que o órgão exerça o cumprimento da defesa da concorrência, estabelecendo regras para coibir a concentração de mercado e a previsão do estabelecimento de convênios com agências estaduais, refletindo o caráter descentralizado do setor elétrico brasileiro, para o controle e fiscalização dos serviços e instalações de energia elétrica.

A criação da ANEEL objetivou preencher a carência de um órgão setorial com autonomia para a execução do processo regulatório e para a arbitragem dos conflitos dele decorrentes, fruto dos distintos interesses entre Poder Concedente (governo), empresas (prestadores dos serviços) e consumidores (PIRES, 2000).

## 2.4. Pesquisa e Desenvolvimento

O início da Era Industrial, a busca pela inovação e o avanço da ciência e tecnologia, contribuíram para o nascimento de atividades contínuas de P&D nas empresas. Em 1867, a empresa alemã BASF, criou o primeiro grande laboratório de P&D e, em 1876, Thomas Edison estabeleceu seu laboratório de pesquisa em Nova Jersey, que acabou tornando-se modelo de instituição de pesquisa e desenvolvimento corporativo na Era Industrial (MILLER e MORRIS, 1999). Estes exemplos são considerados a primeira geração de P&D. Roussel et al. (1992) caracterizam três gerações de gestão de P&D, conforme apresentado a seguir:

- Primeira geração: caracterizada pela falta de um quadro estratégico para a gestão da tecnologia e de P&D. P&D é tratado como custo e a gerência geral participa pouco na definição dos programas ou projetos
- Segunda Geração: é uma transição de estado entre o estilo intuitivo da primeira geração e o estilo mais objetivo e com um propósito da terceira geração. Estabelece o início de um quadro estratégico para

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

P&D ao nível de projeto e procura melhorar a comunicação entre a área de negócios e a gerência de P&D, fazendo com que uma área de negócios ou a corporação seja um “cliente externo”

- Terceira Geração: procura criar, por meio de unidades de negócios, por divisões e por toda a corporação, um portfólio balanceado de projetos de P&D formulados conjuntamente num espírito de parceria entre os gerentes de P&D e outras áreas da companhia

Miller e Morris (1999) aproveitam a seqüência descrita na obra de Roussel et al. (1992), criando uma nova visão para o P&D, que chamaram de Quarta Geração. Esta se diferencia da anterior por sua abordagem inovadora. “A nova prática de 4a Geração possibilita inovação contínua e descontínua, as quais são mandatárias para lidar com aceleradas mudanças que agora invadem o mercado.” (MILLER e MORRIS, 1999). Propõem basicamente um modelo de inovação baseada na quebra de paradigmas e na fusão de novas tecnologias. Para tanto, novos conhecimentos e uma nova arquitetura organizacional são necessários. Salter e Martin (2001) identificam a quarta geração de gestão de P&D, àquela com características de foco e interação com o cliente, gestão da inovação e do conhecimento, equilíbrio entre objetivos de curto, médio e longo prazo. Rogers e Amidon (1996) vão além e identificam uma quinta geração de P&D onde será necessário desenvolver sistemas de inovação nas empresas que otimizem o fluxo de informações e conhecimento por meio de grupos colaborativos em rede em organizações virtuais.

Percebe-se que, segundo esta classificação, à medida que as gerações de gestão de P&D avançam, há maior preocupação com o alinhamento estratégico dos projetos, em criar maior interação entre as áreas da empresa em ligar a P&D a negócios, aproximando aos clientes e ao mercado e integrando a gestão da inovação e do conhecimento à gestão dos projetos de P&D.

### 2.4.1. Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro

As reformas de estado ocorridas na década de 90 resultaram em mudanças significativas nas filosofias políticas relativas ao papel do mercado e dos governos no financiamento de P&D e desenvolvimento tecnológico. Estas mudanças estão associadas, por um lado, a controles mais rígidos dos gastos públicos como resultado de recessões econômicas e de déficits públicos e, por outro, aos processos de descentralização e privatização das empresas estatais de serviço público e sua abertura à competição com o objetivo de promover

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

maior eficiência econômica e operacional. Tais mudanças explicam, em parte a redução dos recursos públicos em P&D de longo prazo, redirecionando-os para aquelas tecnologias que possam atender aos objetivos mais imediatos, e redução dos recursos em P&D pelas empresas privatizadas, que agora são direcionados de acordo com seus interesses estratégicos e comerciais para atividades de curto prazo, de menores riscos e incertezas. Se por um lado a participação do capital privado estrangeiro abre espaço para a aquisição de soluções tecnológicas estrangeiras para se tornarem mais competitivas, por outro pode reduzir os esforços tecnológicos internos (BROWN e LEWIS, 1997). Para evitar esta diminuição dos esforços internos, algumas iniciativas foram tomadas no país a fim de garantir investimentos em P&D no setor. A necessidade da participação do governo neste contexto pode ser explicada por experiências anteriores onde o desenvolvimento tecnológico do setor deveu-se, sobretudo, por estar integrado às políticas industriais setoriais.

Com a reforma do Setor Elétrico Brasileiro e a criação da ANEEL, surgem dois mecanismos para a promoção de atividades de P&D no setor elétrico: a criação do CT-ENERG e a obrigatoriedade de investimento das concessionárias em projetos regulados pela ANEEL.

O CT-ENERG é um fundo setorial de energia elétrica criado com o objetivo de viabilizar a realização ações no âmbito da P&D de interesse público e eficiência energética no uso final, não contempladas pelas concessionárias. Essas ações compreendem: projetos de pesquisa científica e tecnológica; desenvolvimento tecnológico experimental; desenvolvimento em tecnologia industrial básica; implantação de infra-estrutura para atividades de pesquisa; formação e capacitação de recursos humanos qualificados; e difusão do conhecimento científico e tecnológico.

A entrada em operação dos novos fundos constituiu um dos pilares da reformulação da política nacional de C&T, orientada para a inovação. Tendo em vista os níveis reduzidos dos recursos tradicionais de fomento das duas agências federais – CNPq e FINEP – o atendimento das novas prioridades ficaria, sem os Fundos, comprometido pela impossibilidade de comprimir os recursos orçamentários voltados para a manutenção da pós-graduação e dos principais centros de pesquisa acadêmica no País. Em outros termos, as novas fontes de recursos sem retorno permitiriam atrair o interesse e a adesão das empresas privadas aos novos objetivos das políticas de C&T.

Além disso, a destinação de parte dos recursos às regiões menos desenvolvidas do País abriu possibilidades de associar os objetivos da política

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

de C,T&I aos objetivos de desenvolvimento regional, por meio da desconcentração da base tecno-científica instalada.

É importante assinalar que, na qualidade de recursos não reembolsáveis, os Fundos Setoriais não podem ser diretamente aplicados nas empresas que visam lucro. As instituições elegíveis para essa modalidade de financiamento são as universidades e outras instituições de ensino e pesquisa, instituições e centros de pesquisa tecnológica, públicos ou privados, e outras instituições públicas e organizações não-governamentais, em todos os casos, sem fins lucrativos. Esses recursos podem ser canalizados para o desenvolvimento de projetos de P&D e inovação de interesse das empresas (em associação com instituições passíveis de financiamento) além de permitirem a aplicação de recursos do fundo diretamente nas empresas para realização dessas atividades e estimulando o desenvolvimento de projetos conjuntos voltados para a inovação. Nos projetos cooperativos entre empresas e instituições sem fins lucrativos, há exigência de contrapartida financeira das empresas.

Para prestar-lhe apoio técnico, administrativo e financeiro, um Comitê gestor foi constituído, no âmbito do MCT, com a finalidade de definir diretrizes gerais e plano anual de investimentos, acompanhar a implementação das ações e avaliar anualmente os resultados alcançados na aplicação dos recursos do fundo. A gestão dos recursos do fundo é realizada de maneira compartilhada entre representantes dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, ANEEL, FINEP, CNPq, dois membros da comunidade acadêmica e dois do setor produtivo.

A outra forma de investimento em P&D advém de uma das atribuições da ANEEL: estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico necessárias ao setor de energia elétrica (Decreto n° 2.335/97). Os primeiros contratos de concessão continham cláusulas que estabeleciam a obrigatoriedade das distribuidoras aplicarem recursos em P&D e eficiência energética. No entanto, em muitos casos essas cláusulas eram muito genéricas e de difícil verificação e, na verdade, não havia interesse do próprio setor público em torná-las mais específicas, uma vez que se temia com isso a desvalorização das empresas a serem privatizadas (JANNUZZI e GOMES, 2002). Um passo importante foi tomado quando, a partir de 1998, as resoluções da ANEEL n° 242/98 e 261/99 tornaram obrigatória a aplicação de, no mínimo, 1% da Receita Operacional Anual (RA) apurada no ano anterior das concessionárias de distribuição de energia elétrica em projetos de P&D. Desde então, as resoluções supramencionadas e a Resolução ANEEL n° 271/01 estabeleceram cotas

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

mínimas de investimento em projetos de P&D e eficiência energética. Estes projetos são propostos pelas próprias empresas e posteriormente precisam ser submetidos à ANEEL para aprovação, seguindo as especificações constantes em manual específico elaborado pela agência reguladora, antes de sua implantação (ANEEL, 2006). A seguir são apresentadas as principais leis e normas relacionadas à regulamentação de P&D da ANEEL:

Tabela 2 – Leis e Normas da Regulamentação de P&D da ANEEL

| | |
|---|---|
| Resolução n° 284 de 30/09/1999 | Delega competência aos Superintendentes da Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade - SRC, da ANEEL, para praticar atos administrativos de aprovação de programas de eficiência energética e dos padrões das concessionárias, e da Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição - SRD, para aprovação dos Programas de Pesquisa apresentados pelas concessionárias. |
| Resolução n° 271 de 19/07/2000 | Estabelece para os concessionários e permissionários do serviço público de distribuição de energia elétrica, os critérios de aplicação de recursos em ações de combate ao desperdício de energia elétrica e pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro. |
| Lei n° 9.991 de 24/07/2000 | Dispõe sobre realização de investimento em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. |
| Resolução nº. 502, de 26/11/2001 | Aprova o Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro. |
| Resolução nº. 352, de 24/08/2001 | Prorroga o prazo de recolhimento da parcela dos recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento – P&D para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. |
| Resolução ANEEL nº. 185 de 21/05/2001 | Estabelece critérios para cálculo e aplicação dos recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento, bem como em Eficiência Energética, pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. |
| Lei n° 10.438 de 26/04/2002 | Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis n o 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n o 9.648, de 27 de maio de 1998, nº. 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº. 5.655, de 20 de maio de 1971, nº. 5.899, de 5 de julho de 1973, nº. 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. |
| Lei n° 10.848 de 15/03/2004 | Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000,10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. |
| Resolução Normativa nº 219 de 11/04/2006 | Aprova o Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, versão 2006, bem como aprova a inclusão de alterações no Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica, altera o art. 7º da Resolução ANEEL 271 de 19.07.2000 e o parág. 1º do art. |

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

| | |
|---|---|
| | 1º da Resolução ANEEL 185 de 21.05.2001. |
| Legislação Normativa nº 233 de 24/10/2006 | Estabelece os critérios e procedimentos para o cálculo, a aplicação e o recolhimento, pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas, dos recursos previstos na Lei no 9.991, de 24 de julho de 2000. |
| Lei nº 11465 de 28/03/2007 publicado em 29/03/2007 | Altera os incisos I e III do caput do art. 1º da Lei 9.991 de 24.07.2000, prorrogando até 31.12.2010, a obrigação das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica aplicarem, no mínimo, 0,50% (cinqüenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética no uso final. |

Fonte: ANEEL (2007)

Especificamente as Leis10.848/2004 e 11.465/2007 definiram os atuais percentuais de aplicação. A tabela abaixo resume o histórico:

Tabela 3 – Percentual de Investimentos em P&D

| **Segmento** | **Lei 9.991/2000** | | | **MP 144/2003 (alterou artigos da 9.991/2000** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Vigência: 24/07/2000 a 11/12/2003** | | | **Vigência: 11/12/2003 a 14/03/2004** | | | |
| | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **MME** |
| **D** | 0,25 | 0,50 | 0,25 | 0,125 | 0,50 | 0,25 | 0,125 |
| **G** | 0,50 | | 0,50 | 0,25 | | 0,50 | 0,25 |
| **T** | 0,50 | | 0,50 | 0,25 | | 0,50 | 0,25 |

| **Segmento** | **Lei 10.848 (alterou artigos da lei 9.991/2000)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Vigência: 15/03/2004 a 31/12/2005** | | | | **A partir de 1°/01/2006** | | | |
| | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **MME** | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **MME** |
| **D** | 0,20 | 0,50 | 0,20 | 0,10 | 0,30 | 0,25 | 0,30 | 0,15 |
| **G** | 0,40 | | 0,40 | 0,20 | 0,40 | | 0,40 | 0,20 |
| **T** | 0,40 | | 0,40 | 0,20 | 0,40 | | 0,40 | 0,20 |

| **Segmento** | **Lei 11.465 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Vigência: 28/03/2007 a 31/12/2010** | | | | **A partir de 1º/01/2011** | | | |
| | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **MME** | **P&D** | **PEE** | **FNDCT** | **MME** |
| **D** | 0,20 | 0,50 | 0,20 | 0,10 | 0,30 | 0,25 | 0,30 | 0,15 |
| **G** | 0,40 | | 0,40 | 0,20 | 0,40 | | 0,40 | 0,20 |
| **T** | 0,40 | | 0,40 | 0,20 | 0,40 | | 0,40 | 0,20 |

Fonte: ANEEL (2007)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

Dessa maneira, para cumprir a obrigação de investir em P&D, as empresas devem submeter à avaliação da ANEEL seus projetos, contendo, principalmente, informações sobre os resultados esperados e sua aplicabilidade, custos previstos para execução e expectativa de retorno financeiro, pertinência do estudo a temas de interesse do setor elétrico, grau de inovação ou avanço tecnológico pretendido. Após a execução do projeto, a ANEEL realiza uma avaliação criteriosa dos resultados alcançados e dos investimentos realizados. Uma vez comprovado pela empresa, reconhecido e aprovado pela ANEEL, o investimento realizado num dado projeto será deduzido da conta de P&D e das obrigações legais da empresa.

A ANEEL identifica atividades de P&D como àquelas de natureza criativa ou empreendedora, desenvolvidas sistematicamente, com vistas à geração de novos conhecimentos ou aplicação inovadora de conhecimento existentes, inclusive para investigação de novas aplicações (ANEEL, 2007).

O Manual da ANEEL (2006) agrupava as atividades de P&D em três categorias:

a) Pesquisa Básica Dirigida: Trabalho teórico ou experimental destinado à busca de conhecimento sobre novos fenômenos, com vistas ao desenvolvimento de produtos e processos inovadores. Envolve a análise de propriedades, estruturas e conexões para formular ou comprovar hipóteses, teorias e leis. E, podem ser considerados os seguintes aspectos:

- Investigação de materiais, como supercondutores, novos isolantes e ferromagnéticos;
- Síntese e caracterização de propriedades elétricas e morfológicas de polímeros condutores e luminescentes para aplicação tecnológica.

b) Pesquisa Aplicada: Trabalho destinado à aplicação de conhecimento adquirido, com vistas ao desenvolvimento ou aprimoramento de produtos e processos. Conduz à descoberta de aplicações do conhecimento advindo da pesquisa básica dirigida ou de novos métodos e maneiras de alcançar um objetivo específico. Envolve o conhecimento disponível e sua aplicação na busca de oportunidades ou na solução de problemas e desafios. Trata-se de uma fase intermediária, no processo de inovação tecnológica, entre a pesquisa básica dirigida e o desenvolvimento experimental. O resultado de uma pesquisa aplicada pode propiciar registro de patentes no INPI. Exemplos de atividades nesta categoria são:

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

- Desenvolvimento de equipamentos, componentes e sistemas utilizando, por exemplo, supercondutores, materiais ferromagnéticos e novos isolantes;
- Desenvolvimento de projetos ou protótipos de novos equipamentos para ensaios;
- Desenvolvimento de projetos ou protótipos que incorporem novas funções;
- Desenvolvimento de modelos de funções ou de processos em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Desenvolvimento de modelos digitais que representem situações reais.

c) Desenvolvimento Experimental: Trabalho sistemático, delineado a partir de conhecimento pré-existente, visando à comprovação ou à demonstração da viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços ou, ainda, o aperfeiçoamento do já produzido ou estabelecido. É, portanto, o processo de transformação ou refinamento de conhecimento advindo da pesquisa básica ou aplicada em programas operacionais, incluindo projetos de demonstração e testes, para posterior aplicação comercial. São exemplos de atividades desta categoria:

- Desenvolvimento de software para aplicação no setor de energia elétrica;
- Desenvolvimento de equipamentos (protótipos), processos e sistemas;
- Inovação incremental referente a aperfeiçoamentos graduais em produto, processo, ou serviço existentes;
- Implantação de projeto-piloto de geração ou substituição de energia elétrica (célula combustível, eólica, biomassa, solar, etc.), que incorporem novos processos ou funções;
- Desenvolvimento de equipamentos de medição de parâmetros elétricos, que incorporem novas funções.

De forma a incorporar novas fases do processo de Pesquisa e Desenvolvimento, o novo Manual da ANEEL (2007) inclui mais 3 categorias:

d) Cabeça-de-Série: Fase de um projeto que considera aspectos relativos à produção em pequena escala de protótipo obtido em projeto de P&D de ciclo anterior ou corrente. Procura-se, assim, melhorar o desenho e as especificações do protótipo para eliminar peças e componentes com dificuldade de reprodução

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

em larga escala. Define-se, também, a linha de produção e as características básicas do produto (objetivo final do projeto). A partir do “cabeça-de-série”, realiza-se uma primeira fabricação, em pequena escala, para ensaios de validação, avaliação do potencial de mercado e desenvolvimento, com vistas à produção industrial ou à comercialização.

e) Lote Pioneiro: Fase de um projeto que considera aspectos relativos à produção em “escala piloto” de “cabeça-de-série” desenvolvido em projeto de P&D nacional, anterior ou corrente. Procura-se, assim, a reprodução em “escala piloto” do produto (objetivo final do projeto). A partir do “lote pioneiro”, realiza-se uma primeira fabricação, em “escala piloto”, para ensaios de linha de produção, custos e refino do projeto, com vistas à produção industrial ou à comercialização.

f) Inserção no Mercado: Fase de um projeto de P&D que encerra a “Cadeia da Inovação” e busca a difusão no setor elétrico dos resultados até então obtidos. São previstas as seguintes atividades: estudo de viabilidade técnico-econômica, certificação, marketing, consultoria jurídica, entre outros. Deve ter como foco, produtos que sejam fruto de pesquisa nacional.

A obrigatoriedade imposta pela ANEEL às concessionárias de investir em P&D foi, sem dúvida, importante para garantir que recursos fossem alocados para essa atividade, caso contrário seria bem pouco provável que as concessionárias privadas continuassem a promover programas de P&D. Entretanto, apesar da obrigação de se investir em P&D, observa-se que, até o momento, a partir das constatações feitas pela ANEEL, faltam à algumas concessionárias identificarem na P&D a sua importância estratégica. Defeuilley e Furtado (2000) afirmam que as reformas e a abertura à concorrência, contrariamente ao que seus formuladores esperavam, não favoreceram a inovação tecnológica no caso do setor elétrico.

## 2.5.Sistemas de Inovação

Considerando o contexto de P&D e inovação do setor elétrico e todos os atores inseridos na rede, é interessante representar suas interações e papéis em um modelo. Para este tipo de representação, o conceito mais aceito atualmente é o de Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) proposto como um elemento chave na tentativa de se analisar como o aprendizado, a criação de conhecimento e a inovação são organizados nas economias modernas. Um SNI pode ser inicialmente definido como um conjunto de agentes inter-relacionados, instituições e práticas que constituem, executam e participam de modo relevante

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

na inovação tecnológica. Stal (2006) define SNI como “uma rede de instituições públicas e privadas que interagem para promover o desenvolvimento científico e tecnológico de um país (...) num esforço de geração, importação, modificação, adaptação e difuso de inovações tecnológicas”.

As primeiras representações esquemáticas dos SNIs são atribuídas a Sábato (1975). Seu modelo ficou conhecido como “Triângulo de Sábato”, em cujos vértices se situam o governo, as instituições de ensino e pesquisa e o sistema produtivo, cada qual com um papel específico no processo de inovação

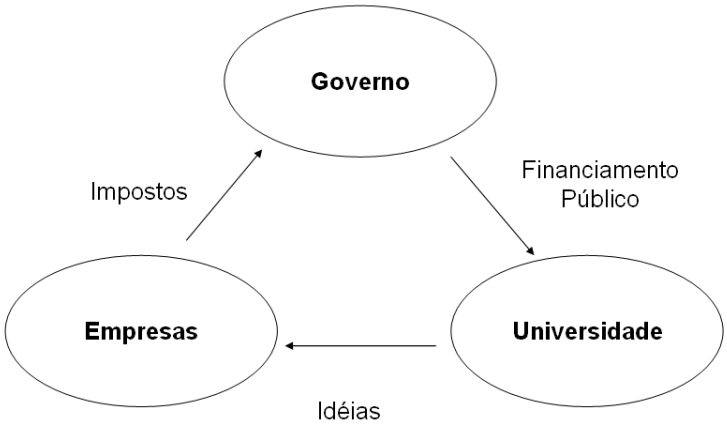


Figura 8 – Triângulo de Sábato
Fonte: Sábato, 1975.

Mais recentemente, a metáfora da “Hélice Tripla” tem sido mais utilizada, pois abarca o aparecimento de novos empreendimentos dentro e fora da universidade, que envolvem cooperação dos diversos atores (governo, empresa e universidade) no processo de inovação. A hélice tripla é um modelo espiral de inovação que leva em consideração as múltiplas relações recíprocas em diferentes estágios do processo de geração e disseminação do conhecimento. Cada hélice é uma esfera institucional independente, mas trabalha em cooperação e interdependência com as demais esferas, por meio de fluxo de conhecimento entre elas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

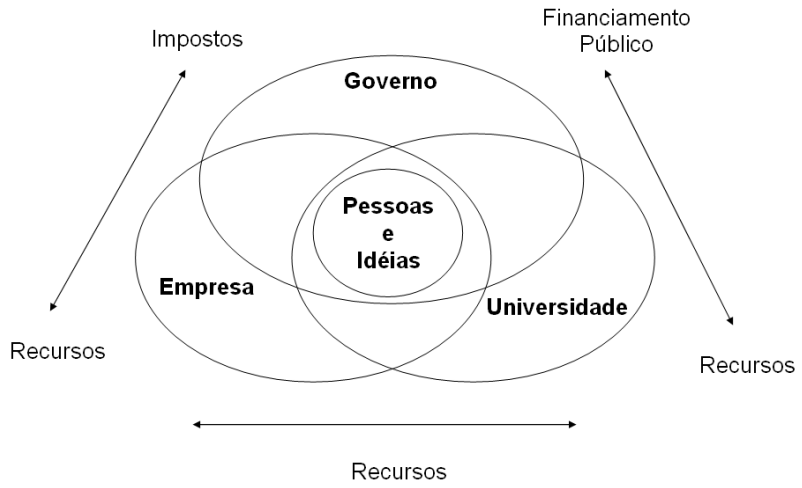


Figura 9 – Hélice Tripla

Fonte: Stal, 2006.

No entanto, para este trabalho, foi utilizado, como base de estudo, o modelo de sistema de inovação apresentado no Manual de Oslo, terceira edição (OCDE, 2005) que tem como objetivo ressaltar, entre outros pontos: as forças motoras por trás da inovação, a importância não apenas dos produtos e dos processos, mas também do marketing e das práticas organizacionais, o papel das interações e da difusão e a visão da inovação como um sistema. Apresenta também o elo entre a inovação e a mudança econômica por onde novos conhecimentos são criados e difundidos, expandindo o potencial econômico para o desenvolvimento de novos produtos e de novos métodos produtivos de operação. Abarca uma integração de visões de várias teorias da inovação baseadas na empresa com as abordagens que assumem a inovação como um sistema. As principais características dessa estrutura são a inovação na empresa, as interações com outras empresas e instituições de pesquisa, a estrutura institucional nas quais as empresas operam e o papel da demanda.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA

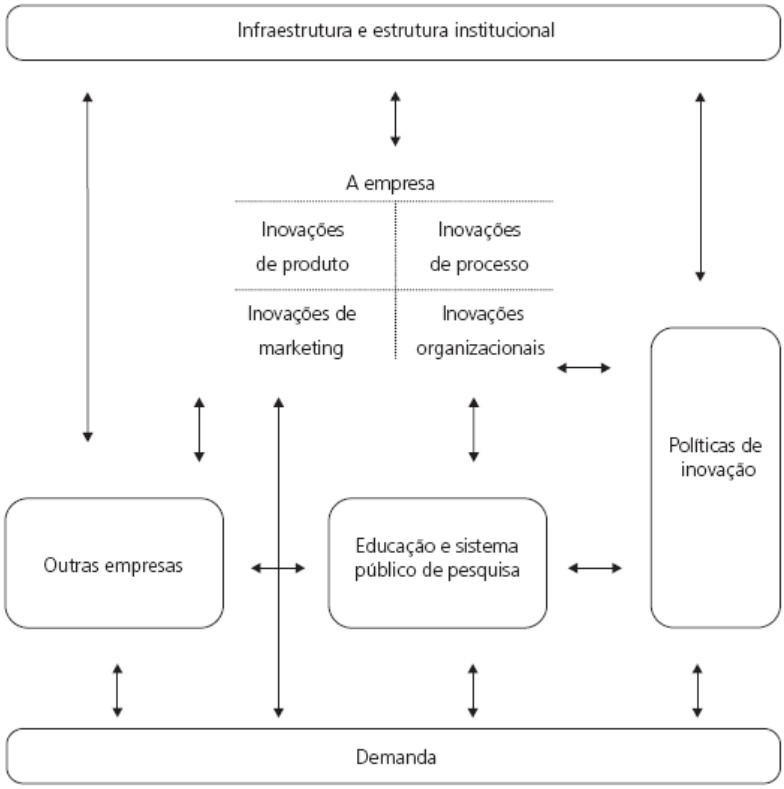


Figura 10 – Modelo de Sistema de Inovação

Fonte: Manual de Oslo (OCDE, 2005).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0611984/CA